

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERANGAN RUANGAN  
BERBASIS IOT MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT DAN  
FUZZY TSUKAMOTO**

Tugas Akhir  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Informatika



Oleh:  
**Ahmad Fauzan Hakim**  
**F1D 014 005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM  
2020**

## TUGAS AKHIR

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERANGAN RUANGAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT DAN FUZZY TSUKAMOTO

Oleh :

**Ahmad Fauzan Hakim**

**F1D 014 005**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Penguji 1



**Andy Hidayat Jatmika, S.T., M.Kom.**  
**NIP : 19831209 201212 1 001**

Tanggal : 7 Juni 2020

2. Penguji 2



**Ariyan Zubaidi, S.Kom., MT.**  
**NIP : 19860913 201504 1 001**

Tanggal : 6 Juni 2020

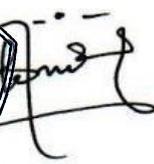
3. Penguji 3



**Fitri Bimantoro, ST., M.Kom.**  
**NIP : 19860622 201504 1 002**

Tanggal : 7 Juni 2020

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Akmaluddin, ST., M.Sc.(Eng.), Ph.D.**  
**NIP : 19681231 1994121 001**

**TUGAS AKHIR**  
**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERANGAN RUANGAN BERBASIS**  
**IOT MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT DAN FUZZY TSUKAMOTO**

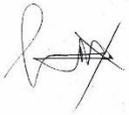
Oleh :

**Ahmad Fauzan Hakim**

**F1D 014 005**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing

1. Pembimbing utama


**Dr. Eng. I Gde Putu Wirarama WW., ST., MT.**  
**NIP : 19840919 201803 1 001**

Tanggal : 6 Juni 2020

2. Pembimbing Pendamping


**Ahmad Zafrullah M., S.T., M.Eng.**

Tanggal : 6 Juni 2020

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



  
**Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.**  
**NIP : 19731130 200003 1 001**



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, 7 Juni 2020



Ahmad Fauzan Hakim

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tanpa pertolongan-Nya penulis tidak akan sanggup menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW yang telah membawa dari alam gelap menuju alam terang benderang. Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik jasmani maupun rohani, sehingga penulis mampu menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan judul "Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT dan Fuzzy Tsukamoto".

Penulis tentu menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kesalahan dan kekurangan didalamnya. Untuk itu, diharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk Tugas Akhir ini, agar Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Penulis juga mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.

Demikian, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat. Terimakasih

Mataram, 7 Juni 2020



Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Orangtua, selaku pemberi dukungan utama yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moril maupun materil yang tidak putus-putus kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Dr.Eng. I Gede Putu Wirama Wedashwara W. S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Ahmad Zafrullah Mardiansyah S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir sehingga dapat selesai dengan baik.
4. Terimakasih kepada saudara saya zanul, hadi, dayat, squad cubies, squad begal yang telah memberikan dukungan serta semangat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan do'a dan dukungan baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan baik.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya dan memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis

## DAFTAR ISI

COVER.....	
LEMBAR PENGESAHAN .....	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	
KATA PENGANTAR .....	
UCAPAN TERIMAKASIH .....	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan DASAR TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 <i>Internet of Things</i> .....	6
2.2.2 <i>Arsitektur Internet of Things</i> .....	7
2.2.3 Mikrokontroler.....	8
2.2.4 Light Illumination Sensor BH1750 .....	9
2.2.5 Relay .....	10
2.2.6 Protokol MQTT .....	11

2.2.7	Fuzzy Logic .....	12
2.2.8	Metode Tsukamoto .....	13
2.2.9	Wemos D1 R2.....	14
2.2.10	Android Studio.....	15
2.2.11	Lampu .....	15
2.2.12	Intensitas Penerangan/Iuminasi Pencahayaan .....	15
2.2.13	Sistem Pendukung Keputusan .....	16
<b>BAB III METODE PERANCANGAN .....</b>		<b>17</b>
3.1	Diagram Alir Metode Penelitian .....	17
3.2	Analisis Kebutuhan Sistem .....	19
3.3	Perancangan Arsitektur Sistem .....	20
3.3.1	Arsitektur Sistem .....	20
3.3.2	Fuzzy Inference Sistem.....	21
3.4	Konfigurasi Perangkat Keras Sistem .....	27
3.5	Perancangan Perangkat Lunak.....	28
3.5.1	Rancangan Kontrol Aplikasi.....	28
3.5.2	Rancangan Komunikasi MQTT .....	29
3.5.3	Rancangan Aplikasi Audit Penerangan Ruangan .....	29
3.6	Implementasi Sistem .....	31
3.7	Pengujian dan Evaluasi Sistem .....	32
3.8	Dokumentasi dan Laporan .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>34</b>
4.1	Realisasi Sistem .....	34
4.1.1	Realisasi Penyusunan Perangkat Keras .....	<u>34</u>
4.1.2	Realisasi Pembangunan <i>Control Application</i> .....	<u>35</u>
4.1.3	Realisasi Pembangunan Broker .....	<u>36</u>

4.1.4	Realisasi Pembangunan Aplikasi Mobile.....	<u>37</u>
4.1.1	Realisasi Pembangunan Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan .....	<u>38</u>
4.2	Pengujian Sistem.....	<u>40</u>
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....		43
4.2	Kesimpulan .....	43
4.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		<u>44</u>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Internet of Things</i> .....	7
Gambar 2.2 Arsitektur <i>Internet of Things</i> .....	7
Gambar 2.3 Data Memori dan Program Memori.....	9
Gambar 2.4 Skema Mikrokontroller .....	9
Gambar 2.5 Sensor BH1750.....	10
Gambar 2.6 <i>Relay 4 Module</i> .....	11
Gambar 2.7 Proses MQTT.....	12
Gambar 2.8 Inferensi Menggunakan Metode Tsukamoto .....	13
Gambar 2.9 Wemos D1 .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	16
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem .....	20
Gambar 3.3 Diagram alir FIS Tsukamoto .....	21
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya .....	22
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Waktu .....	23
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Variabel Kesimpulan Kondisi Lampu .....	24
Gambar 3.9 Rancangan Perangkat Keras Sistem.....	28
Gambar 3.10 Kontrol Aplikasi.....	28
Gambar 3.11 <i>Usecase</i> Diagram Komunikasi MQTT .....	29
Gambar 3.12 Rancangan Aplikasi Audit Penerangan Ruangan .....	30
Gambar 3.13 Rancangan Aplikasi Audit Penerangan Ruangan .....	30
Gambar 4.1 Rangkaian Perangkat Keras SPK Penerangan Ruangan.....	34
Gambar 4.2 Sensor BH1750 pada SPK Penerangan Ruangan .....	35

Gambar 4.3 Letak Rangkaian SPK Penerangan Ruangan pada Lab. Sistem Cerdas ...	35
Gambar 4.4 Alur Kerja <i>Source Code</i> .....	36
Gambar 4.5 Instance Info Broker CloudMQTT .....	36
Gambar 3.6 Broker SPK Penerangan Ruangan .....	37
Gambar 4.7 Struktur Folder Aplikasi Mobile.....	37
Gambar 4.8 Halaman <i>Login</i> Sistem.....	38
Gambar 4.9 Tampilan Halaman <i>Home</i> .....	39
Gambar 4.10 Tampilan Halaman Riwayat .....	39
Gambar 4.11 Hasil pengujian secara manual.....	41
Gambar 4.12 Hasil pengujian menggunakan sistem.....	42
Gambar 4.13 Hasil pengujian secara manual dan menggunakan sistem .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Datasheet Sensor BH1750 .....	10
Tabel 2.2 Penjelasan Mode Ukuran.....	10
Tabel 3.1 Aturan/Rule Fuzzy.....	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor BH1750 .....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Relay 4 Module .....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Secara Manual .....	42
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Menggunakan Sistem .....	42
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Secara Manual dan Menggunakan Sistem .....	43



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan cahaya matahari sebagai sumber cahaya utama dapat mengurangi penggunaan listrik. Namun, ketersediaan sumber cahaya alami yang tidak konstan karena perubahan cuaca dan permasalahan yang berkaitan dengan kedalaman ruang menyebabkan distribusi cahaya yang masuk ke dalam ruangan tidak merata karena tidak semua bagian dalam ruangan terkena sinar matahari. Kondisi penerangan pada kedua keadaan tersebut dapat dikatakan tidak memenuhi standar penerangan, sehingga dibutuhkan peranan cahaya buatan yang bersinergi dengan cahaya alami[1]. Cahaya buatan adalah segala bentuk cahaya yang bersumber dari alat yang diciptakan oleh manusia, seperti lampu pijar, lilin, lampu minyak tanah, dan obor. Cahaya buatan sering secara langsung diartikan atau diasosiasikan dengan cahaya lampu[2].

Penggunaan lampu sangat dibutuhkan dalam menambah penerangan ruangan, karena cahaya alami tidak bisa mencangkup keseluruhan ruangan. Seperti ruangan Laboratorium Sistem Cerdas PSTI Universitas Mataram, terdapat lampu yang tidak menyala atau mati dan jendela sebagai jalan masuknya cahaya dari luar tertutup oleh banner, sehingga pencahayaan dalam ruangan tersebut kurang maksimal. Oleh sebab itu perlu dilakukan kontrol terhadap pencahayaan dalam ruangan Laboratoium Sistem Cerdas dengan menerapkan Internet of Things (IoT) dan protokol MQTT sebagai tempat pertukaran data serta memanfaatkan metode *fuzzy Tsukamoto* untuk melakukan perhitungan nilai intensitas cahaya dalam ruangan tersebut.

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Internet of Things mengacu pada benda yang diidentifikasi secara unik sebagai repersvasi virtual dalam struktur berbasis internet. Internet of Things sebagai infrastruktur jaringan global, yang menghubungkan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dan kemampuan komunikasi dengan sensor dan koneksi sebagai pengembang layanan[3]. Sistem pendukung keputusan penerangan ruangan ini akan diimplementasikan pada IoT menggunakan mikrokontroller, sensor, relay, dan kabel jumper sebagai penghubung semua perangkat IoT. Sistem akan mendeteksi intensitas cahaya dalam ruangan dengan bantuan sensor BH1750 dan melakukan

perhitungan untuk mengetahui kondisi cahaya dalam ruangan dan menentukan status penerangan ruangan. Nilai intensitas cahaya dan waktu akan digunakan sebagai parameter dalam perhitungan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto.

Metode logika Fuzzy Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot[4].

Untuk melihat apakah penerangan pada ruangan Laboratorium Sistem Cerdas sudah sesuai dengan standar penerangan pada SNI Pencahayaan maka diperlukan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis Internet of Things dan menggunakan protokol MQTT dan metode logika *Fuzzy Tsukamoto*. Sistem akan dikembangkan berbasis *mobile* dengan data yang diproses terpusat dan intensitas cahaya untuk mengukur penerangan pada ruangan. Metode yang akan digunakan pada sistem yaitu logika Fuzzy Tsukamoto. Metode tersebut digunakan untuk menentukan kondisi penerangan yang sesuai dalam ruangan berdasarkan intensitas cahaya dan waktu. Intensitas cahaya dan waktu adalah variabel yang akan direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan fuzzy. Untuk mendapatkan data, digunakan sensor yang dapat mengukur tingkat intensitas cahaya dalam ruangan. Sensor tersebut akan mengirimkan data ke Broker melalui *Wi-Fi*, serta menggunakan Relay 4 module yang dihubungkan dengan perangkat IoT lainnya sehingga dapat diakses secara *online* dan dapat menyalakan lampu secara otomatis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah bagaimana merancang bangun sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT dan Metode Tsukamoto, yang dapat digunakan sebagai pertimbangan jarak antara dua buah lampu dan otomatisasi lampu ruangan pada waktu tertentu berdasarkan nilai hasil pemrosesan intensitas cahaya dan waktu.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada sistem ini akan digunakan 2 parameter untuk menentukan kondisi lampu pada ruangan.
2. Metode logika fuzzy tsukamoto dikembangkan dengan bahasa pemrograman C, dan pemrograman pada Wemos D1 R2.
3. Sistem pendukung keputusan penerangan ruangan ini berupa sistem aplikasi berbasis android.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang bangun sistem pendukung keputusan berbasis IoT dengan metode Fuzzy Tsukamoto untuk mendapatkan keputusan penerangan ruangan pada laboratorium Sistem Cerdas PSTI Universitas Mataram.
2. Mengimplementasikan metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem IoT untuk mengukur intensitas cahaya dalam ruangan sebagai pengambil keputusan penerangan ruangan sesuai dengan standar SNI pencahayaan.
3. Membandingkan besar lumen lampu untuk mengukur seberapa signifikan perubahan intensitas cahaya dalam ruangan.
4. Mengevaluasi kinerja sistem IoT dan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai pendukung keputusan penerangan ruangan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian serta penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berdasarkan kondisi intensitas cahaya dalam ruangan.

### **1.6 Sistematika Penulisan Penelitian**

Laporan tugas akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah penerangan ruangan, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan yang digunakan untuk menyusun laporan tugas akhir.

## BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang landasan teori yang digunakan dalam analisis teori berhubungan dengan sistem yang akan dibuat dan perhitungan logika *fuzzy*.

## BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang alat, bahan dan jalannya perancangan dengan protokol dan metode yang telah ditentukan serta perhitungan untuk hasil yang diharapkan.

## BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat tentang analisis dan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan.

## BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang diperoleh.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian terkait penerangan ruangan pernah dilakukan dengan menggunakan berbagai alat dan metode untuk memudahkan dalam mengambil keputusan kondisi penerangan ruangan.

Penelitian yang membahas tentang kendali lampu dengan mini webserver avr menggunakan mikrokontroler AVR yang dihubungkan dengan *relay*, *triac*, *dimmer*, dan ENC28J60 untuk melakukan kendali lampu melalui web. Penerapan IC LAN ENC28J60 pada mikrokontroler AVR dilakukan untuk membuat antarmuka peralatan listrik dan lampu yang dikendalikan oleh mikrokontroler dan membuat webserver dengan mikrokontroler AVR. AVR webserver dihubungkan ke ethernet switch, modem dan router untuk dapat diakses dari luar rumah. Laptop, komputer, handphone yang terhubung internet dapat mengakses AVR webserver ini. Terbukti rangkaian driver *relay* dapat melakukan tugas dengan baik, dan rangkaian *dimmer* yang dirancang dapat dikontrol oleh AVR melalui pin PWM [5].

Pada penelitian selanjutnya membahas sistem kontrol lampu berbasis mikrokontroler Atmega32 yang menggunakan rangkaian *dimmer* dengan *optocoupler* dan *triac*, sensor LDR sebagai pendeteksi cahaya dan sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan manusia, bahasa pemrograman menggunakan *Bascom-AVR* dan beban yang digunakan adalah lampu pijar 60 watt [6].

Penelitian selanjutnya membahas sistem pengaturan ruangan berbasis android yang menggunakan arduino nano sebagai mikrokontroler, sensor LDR, aktuator untuk memutar dimmer, LCD nokia 5110, dan *Bluetooth*. Sistem ini bertujuan untuk menyesuaikan pencahayaan ruangan berdasarkan kondisi cahaya dalam ruangan dan mengatur kebutuhan intensitas cahaya dalam ruangan. Pembangunan perangkat lunak sistem menggunakan arduino uno dan apage inventor 2 untuk membangun aplikasi android. Tingkat akurasi tertinggi dalam proses kalibrasi pembacaan sensor pada sistem pengaturan pencahayaan ruangan terdapat pada ruang tamu dan akurasi terendah terdapat pada toilet [7].

Pada penelitian selanjutnya membahas sistem pengendali lampu secara otomatis yang menggunakan pc dan berbasis mikrokontroler arduino uno. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan meningkatkan

efisiensi kerja manusia. Penelitian ini menggunakan website untuk mengendalikan lampu dengan bantuan bahasa pemrograman web PHP dan database MySQL sebagai tempat penyimpanan data. Hasil dari penelitian ini yaitu lampu dapat dikendalikan dengan normal dan dapat dinyalakan atau dimatikan sesuai input dari pengendalian menu berdasarkan penjadwalan tanggal [8].

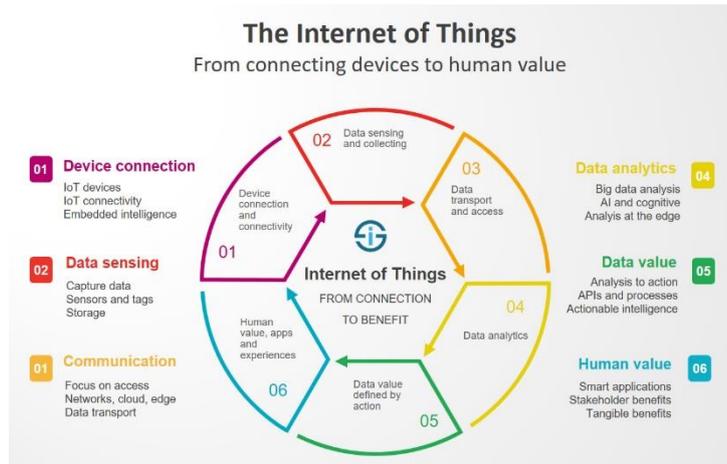
Berdasarkan pemaparan tinjauan pustaka di atas maka pada penelitian ini akan dilakukan percobaan untuk membuat sebuah sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT dengan mikrokontroler Wemos D1. Sistem ini dibangun untuk melakukan pendukung keputusan penerangan ruangan berdasarkan tingkat intensitas cahaya dalam ruangan. Sistem dibangun berbasis mobile dengan *platform* Android Studio dan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto.

## **2.2 Dasar Teori**

Berikut adalah beberapa landasan teori yang digunakan untuk membantu dan mendukung pembuatan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.

### **2.2.1 *Internet of Things***

Istilah *Internet of Things* umumnya mengacu pada skenario di mana jaringan konektivitas dan kemampuan komputasi meluas ke objek, sensor, dan barang sehari-hari tidak normal dianggap komputer, memungkinkan perangkat ini untuk menghasilkan, bertukar dan mengkonsumsi data dengan intervensi manusia minimal[9]. *Internet of Things* merupakan jaringan yang terbuka dan komprehensif dari objek cerdas yang memiliki kemampuan untuk mengatur otomatis, berbagi informasi, data, dan sumber daya, bereaksi dan bertindak dalam menghadapi situasi dan perubahan lingkungan[10]. *Internet of Things* semakin matang dan terus menjadi konsep terbaru di dunia TI. Beberapa dekade terakhir istilah *Internet of Things* (IoT) telah menarik perhatian dengan memproyeksikan visi infrastruktur global objek fisik jaringan, memungkinkan kapan saja dan di mana saja konektivitas dapat terhubung dengan perangkat[11].

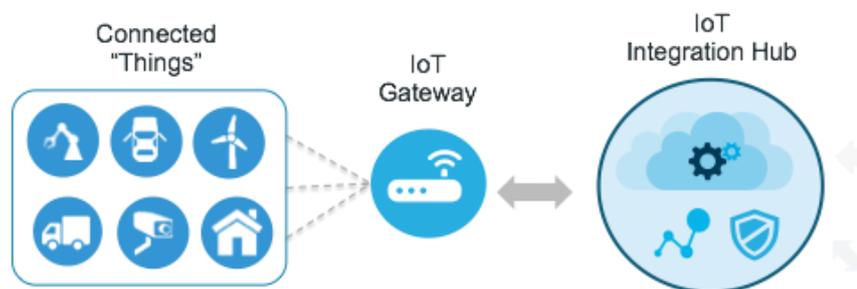


Gambar 2.1 Internet of Things [12]

Untuk membangun sistem Internet of Things membutuhkan komponen yaitu *device connection* dan data sensing. Selain komponen untuk membangun sistem IoT kemampuan berkomunikasi antara sistem juga dibutuhkan dalam IoT. Untuk menyimpan serta melakukan data analisis dari data hasil akusisi data sensing digunakan server database. Komponen terakhir adalah pemanfaatan dari komunikasi yang dijalankan terus menerus antara *device connection* dengan data sensing yang mampu menyimpan serta melakukan data analisis dan digunakan untuk membantu manusia [13].

### 2.2.2 Arsitektur *Internet of Things*

Meski telah mulai diaplikasikan pada banyak bidang kehidupan sehari-hari, namun belum ada satu definisi yang baku dari IoT. Secara sederhana konsep IoT dapat digambarkan dengan bentuk arsitektur seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arsitektur *Internet Of Things*[14]

Pada tingkat pertama adalah perangkat keras yang dapat mengenali dirinya dan mengindra lingkungannya, membaca lokasi, kondisi cuaca, gerakan mesin, kondisi kesehatan, dan sebagainya. Perangkat yang digunakan pada lapisan ini adalah RFID,

sensor, control dan actuator. Pada lapisan atau tingkat kedua adalah *gateway*, yang merupakan jembatan penghubung antara jaringan internal sensor yang mengumpulkan data, dengan jaringan luar internal melalui berbagai media komunikasi nirkabel seperti WiFi, Bluetooth, selular satelit, Zigbee dan lain-lain. *Gateway* juga merupakan tempat pengolah data tahap pertama, pengalamatan dan pengaturan *routing*. Data yang ditransmisikan melalui *gateway* kemudian disimpan dan diolah di *cloud server* dengan menggunakan mesin analitik *Big Data*. Data yang sudah diolah ini kemudian digunakan untuk melakukan hal-hal cerdas sesuai tujuan IoT[13].

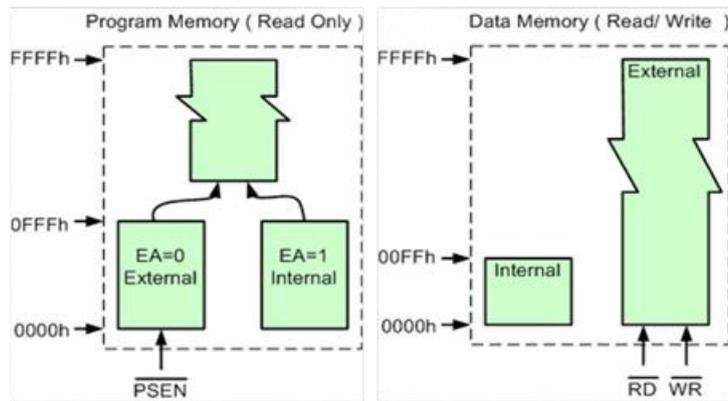
Pada sisi pengguna, layanan IoT dimanfaatkan melalui aplikasi bergerak pada perangkat cerdas mereka. Aplikasi bergerak yang intuitif ini yang membantu pengguna untuk mengatur dan memonitor perangkatnya dari jarak jauh.

Tulang punggung dari seluruh ekosistem IoT adalah IPv6, yang merupakan alamat pengenal dari setiap perangkat yang terhubung dengan internet. Dengan IPv6 yang dapat menyediakan 2<sup>128</sup> alamat, setiap perangkat yang terhubung dengan internet bukan hanya dapat dikenali secara geografis seperti pada IPv4, namun juga secara individu[13].

### **2.2.3 Mikrokontroler**

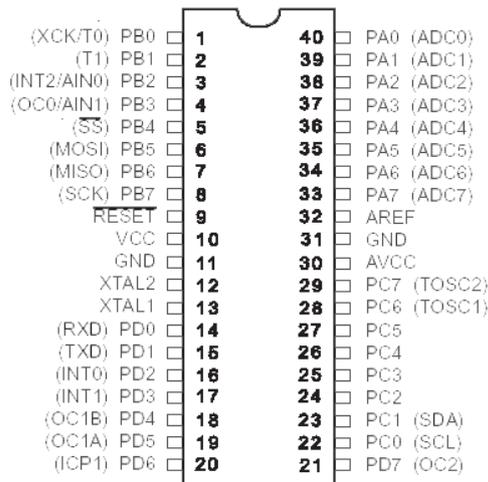
Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen mikrokontroler tersebut antara lain; pemrosesan, memori, dan I/O[15].

Mikrokontroler mempunyai ruang alamat sendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori dapat menggunakan memori eksternal (RAM)[15].



Gambar 2.3 Data memori dan program memori[16]

Pada mikrokontroler terdapat register-register yang memiliki fungsi yang khusus (*Special Function Register*). Sebagai contoh, untuk keluarga MCS-51 memiliki SFR dengan alamat 80H sampai FFH[15]. Skema dari sebuah mikrokontroler dapat dilihat dari contoh berikut:



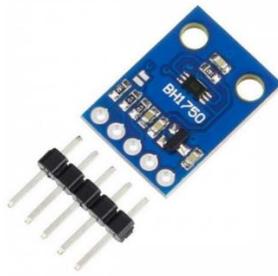
Gambar 2.4 Skema mikrokontroler[17]

## 2.2.4 Light Illumination Sensor BH1750

Sensor BH1750 adalah digital *ambient light* sensor IC untuk antarmuka I2C. IC ini adalah yang paling cocok untuk mendapatkan cahaya *ambient* data untuk menyesuaikan LCD dan kekuatan *backlight keypad* ponsel. Dan juga memungkinkan mendeteksi jangkauan luas pada resolusi tinggi.

BH1750 memiliki enam mode pengukuran berbeda yang dibagi dalam dua kelompok, pengukuran terus menerus dan satu kali. Dalam mode kontinu, sensor akan terus mengukur nilai kecerahan. Dalam mode satu kali, sensor hanya membuat satu pengukuran dan kemudian beralih ke mode *power down*.

Papan BH1750 menggunakan I2C untuk komunikasi yang membutuhkan dua pin untuk berkomunikasi dengan perangkat. Mengkonfigurasi bus I2C harus dilakukan dalam kode pengguna. Pendekatan ini telah diadopsi sehingga dapat dilakukan sekali dan akan lebih mendukung berbagai opsi untuk platform yang berbeda [17].



Gambar 2.5 Sensor BH1750[18]

Tabel 2.1 *datasheet* sensor BH1750[18]

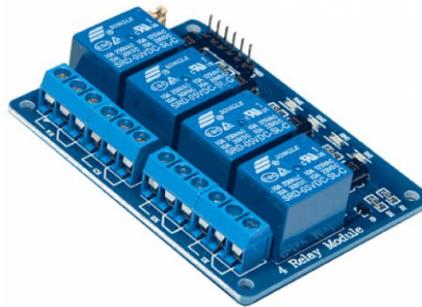
Instruction	Opecode	Comments
Power Down	0000_0000	No active state.
Power On	0000_0001	Waiting for measurement command.
Reset	0000_0111	Reset Data register value. Reset command is not acceptable in Power Down mode.
Continuously H-Resolution Mode	0001_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously H-Resolution Mode2	0001_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously L-Resolution Mode	0001_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms.
One Time H-Resolution Mode	0010_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time H-Resolution Mode2	0010_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time L-Resolution Mode	0010_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
Change Measurement time ( High bit )	01000_MT[7,6,5]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."
Change Masurement time ( Low bit )	011_MT[4,3,2,1,0]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."

Tabel 2.2 Penjelasan mode ukuran[18]

Measurement Mode	Measurement Time.	Resolurtion
H-resolution Mode2	Typ. 120ms.	0.5 lx
H-Resolution Mode	Typ. 120ms.	1 lx.
L-Resolution Mode	Typ. 16ms.	4 lx.

### 2.2.5 Relay

*Relay* berfungsi sebagai saklar lampu. Prinsip kerja relay adalah elektromagnetik untuk merubah kondisi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Ada dua macam jenis relay yaitu, *Normally Close* (NC) dengan kondisi awal saklar selalu berada pada posisi tertutup (*close*) dan *Normally Open* (NO) dengan kondisi awal saklar selalu berada pada posisi terbuka (*open*) [19].



Gambar 2.6 Relay 4 module[20]

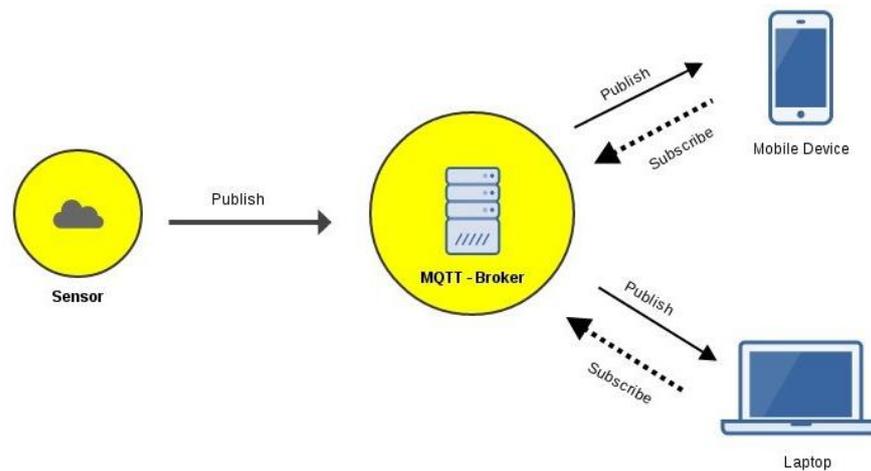
#### Ringkasan Data Relay 4 Module [20]

- Relai Output maksimum: DC 30V / 10A, AC 250V / 10A.
- Modul Relay 4 Saluran dengan Opto-coupler. Papan ekspansi Pemicu Level RENDAH, yaitu kompatibel dengan papan kontrol Arduino.
- Antarmuka standar yang dapat dikontrol langsung oleh mikrokontroler (8051, AVR, \* PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, logika TTL).
- Relai SPDT relai kebisingan rendah kualitas tinggi. Terminal umum, terminal yang biasanya terbuka, dan terminal biasanya tertutup.
- Isolasi Opto-Coupler, untuk keamanan tegangan tinggi dan mencegah ground loop dengan mikrokontroler.

### 2.2.6 Protokol MQTT

*Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) adalah sebuah sistem pengiriman pesan yang menggunakan metode *subscribe/publish*. MQTT dapat mengirim berbagai jenis data seperti data biner, text, dan bahkan XML. MQTT dapat digunakan sebagai sarana pertukaran data[21].

MQTT memiliki beberapa *command* untuk mengaksesnya, seperti *subscribe*, *unsubscribe*, dan *publish*. Perintah *subscribe* dan *unsubscribe* berguna untuk mendapatkan data dari suatu *topic* yang ingin diterima/dikirim. Perintah *connect* dan *disconnect* berfungsi untuk mendapatkan koneksi atau memutuskannya dari MQTT. Pada penggunaan MQTT, terdapat beberapa data penting yang harus dimasukkan oleh pengguna seperti broker IP, port, *topic*. Broker IP memperlihatkan alamat IP dari jaringan yang digunakan. Port menunjukkan port yang dipakai. *Topic* suatu *device* melakukan proses *subscribe* pada suatu *topic*, *device* tersebut akan menerima segala data yang dikirim (*publish*) pada *topic* tersebut. Penggunaan tanda (#) pada penulisan *topic*, akan membuat suatu *device* melakukan proses *subscribe* pada semua *topic* yang ada pada MQTT sehingga akan menerima seluruh data yang masuk pada MQTT[21].



Gambar 2.7 Proses MQTT[22]

### 2.2.7 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis[23].

Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu) dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output dan mempunyai nilai kontiniu. *Fuzzy*

dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian salah pada waktu yang sama[23].

### 2.2.8 Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk JIKA-MAKA harus direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan *a*-predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot[23].

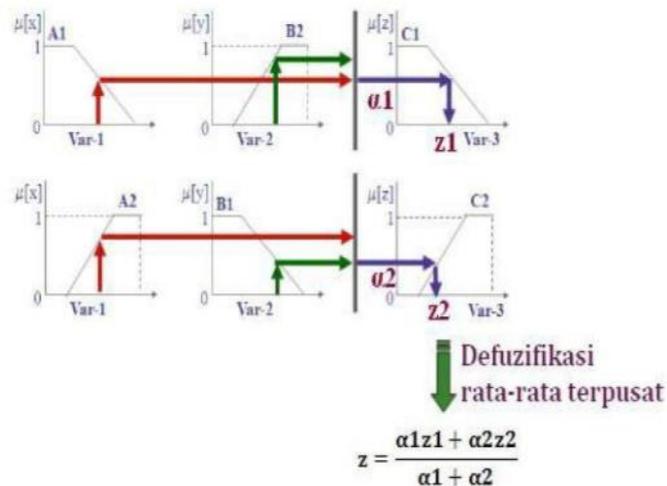
Kemudian untuk menentukan hasil tegas (*Crisp Solution*) digunakan rumus penegasan (*defuzifikasi*) yang disebut metode rata-rata terpusat atau metode defuzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*). Untuk lebih memahami metode Tsukamoto, perhatikan contoh dibawah ini[23].

Misalkan ada 2 variabel input, Var-1 (x) dan Var-2 (y), serta variabel *output*, Var-3 (z), dimana Var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu A1 dan A2. Var-2 terbagi atas 2 himpunan B1 dan B2, Var-3 terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2 ( C1 dan C2 harus monoton). Ada 2 aturan yang digunakan yaitu:

[R1] IF (x is A1) and (y is B2) THEN (z is C1)

[R2] IF (x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2)

Pertama-tama dicari fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan fuzzy dari setiap aturan, yaitu himpunan A1, B2 dan C1 dari aturan [R1], dan himpunan A2, B1 dan C2 dari aturan [R2]. Aturan fuzzy R1 dan R2 dapat di representasikan dalam gambar 2.8 untuk mendapatkan suatu nilai *crisp* z[23].



Gambar 2.8 Inferensi menggunakan Metode Tsukamoto[4]

### 2.2.9 Wemos D1 R2

Wemos merupakan salah satu modul *board* yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk proyek yang mengusung konsep IOT. Wemos dapat *running stand-alone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, wemos dapat *running stand-alone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA serta transfer program secara *wireless*[24].

Wemos memiliki 2 buah *chipshet* yang digunakan sebagai otak kerja antara lain.

a. Chipshet ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah *chip* yang memiliki fitur *wifi* dan mendukung *stack* TCP/IP. Modul kecil ini memungkinkan sebuah mikrokontroler terhubung kedalam jaringan *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan *command* yang sederhana. Dengan *clock* 80 MHz *chip* ini dibekali dengan 4MB eksternal RAM serta mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan gangguan bagi yang lain [24].

b. Chipshet CH340

CH340 adalah *chipshet* yang mengubah USB serial menjadi serial *interface*, contohnya adalah aplikasi *converter to IrDA* atau aplikasi *USB converter to printer*. Dalam mode serial *interface* CH340 mengirim sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. CH340 digunakan untuk mengubah perangkat serial *interface* umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung[24].



Gambar 2.9 Wemos D1 R2[24]

### 2.2.10 Android Studio

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terpadu – *Integrated Development Environment* (IDE) untuk pengembangan aplikasi android, berdasarkan *IntelliJ IDEA*. Selain merupakan editor kode Intellijen dan alat pengembangan yang berdaya guna. Setiap proyek di Android Studio berisi satu atau beberapa modul dengan file kode sumber dan file sumber daya. Secara *default*, Android Studio akan menampilkan file proyek dalam tampilan proyek android. Android Studio mendukung berbagai versi sistem kontrol, termasuk Git, GitHub, CVS, Mercurial, Subversion, dan Penyimpanan Google Cloud Service. Android Studio menggunakan Gradle sebagai dasar sistem versi, dengan kemampuan khusus android yang disediakan oleh plugin android untuk gradle. Sistem ini bisa dijalankan sebagai alat terpadu dari menu Android Studio dan secara independen dari baris perintah [18].

### 2.2.11 Lampu

Pada saat sekarang, lampu listrik dikategorikan dalam dua golongan, yaitu: lampu pijar dan lampu pelepasan gas.

#### a. Lampu pijar

Lampu pijar menghasilkan cahaya dengan pemanasan listrik dari kawat flamennya pada temperatur yang tinggi. Temperatur ini memberi radiasi dalam daerah tampak dari spektrum radiasi yang dihasilkan. Komponen utama lampu pijar terdiri dari: flamen, bola lampu, gas pengisi dan kaki lampu (*fitting*)[25].

#### b. Lampu pelepasan gas

Lampu ini tidak bekerja seperti lampu pijar dan bekerja berdasarkan pelepasan electron secara terus menerus di dalam uap yang diionisasi. Kadang-kadang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar[25].

Pada umumnya lampu ini tidak dapat bekerja tanpa ballast sebagai pembalas arus pada sirkit lampu. Lampu pelepasan gas mempunyai tekanan gas tinggi atau tekanan gas rendah. Gas yang dipakai adalah merkuri atau natrium. Salah satu lampu pelepasan gas tekanan rendah dan memakai merkuri adalah lampu fluoresen tabung atau disebut TL (*Tube Lamp*)[25].

### 2.2.12 Intensitas Penerangan / Iluminasi Pencahayaan

Luminasi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan. Luminasi dalam hal ini penting kita ketahui

berhubungan dengan masalah kesilauan terhadap mata, kenyamanan serta karakteristik penerangan yang kita inginkan. Hal ini berhubungan pula masalah koefisien refleksi, perbedaan kontras yang terang dan yang gelap, dan juga masalah bayangan. Luminasi dinyatakan dengan rumus[25]:

$$L = \frac{I}{A_s} \text{ cd/cm}^2$$

Keterangan:

L = luminasi dalam satuan  $\text{cd/cm}^2$

I = intensitas cahaya dalam satuan  $\text{cd}$

A<sub>s</sub> = luas semu permukaan dalam satuan  $\text{cm}^2$

Intensitas pencahayaan  $E$  dinyatakan dalam satuan  $\text{lux}$  atau  $\text{lumen/m}^2$ . Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk bidang kerja seluas  $A \text{ m}^2$  ialah:

$$\emptyset = E \cdot A \text{ lumen}$$

Keterangan:

$\emptyset$  = flux cahaya ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2$ )

$E$  = intensitas pencahayaan ( $\text{lux}$ )

$A$  = luas bidang kerja ( $\text{m}^2$ )

Flux cahaya yang dipancarkan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja sebagian dipancarkan ke dinding, lantai dan langit-langit.

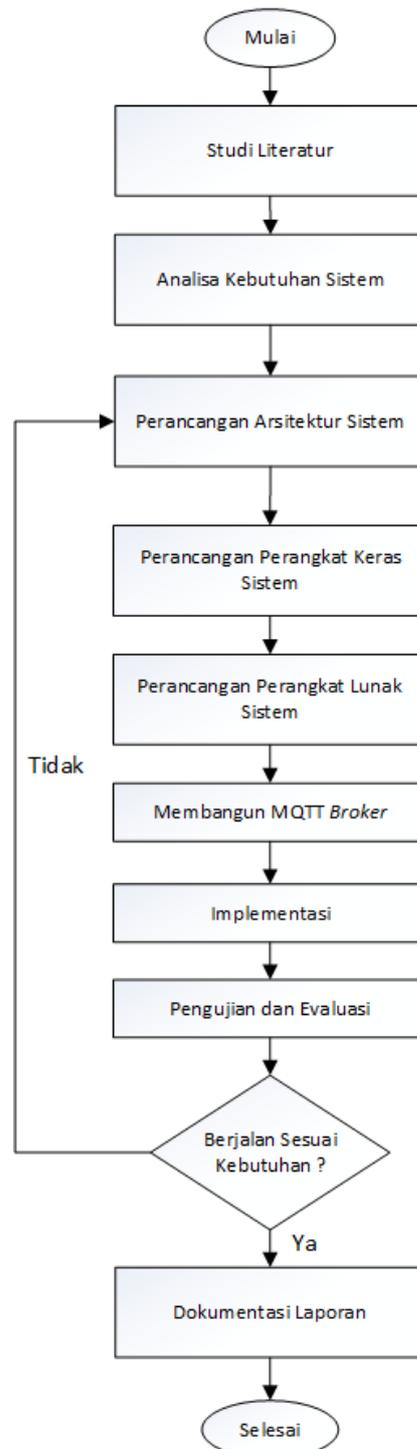
### 2.2.13 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK), secara umum didefinisikan sebagai sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan baik kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah semi-terstruktur. Secara khusus, SPK didefinisikan sebagai sebuah sistem yang mendukung kerja seorang manajer maupun sekelompok manajer dalam memecahkan masalah semiterstruktur dengan cara memberikan informasi ataupun usulan menuju pada keputusan tertentu.[26]

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Diagram alir metode penelitian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian

Masing masing proses pada Gambar 3.1 dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada tahap studi literatur akan dilakukan pengumpulan literature yang berkaitan dengan sistem yaitu IoT, Sensor, Mikrokontroler, MQTT, Android Studio, *Fuzzy Logic*, Lampu, dan Intensitas Cahaya, serta mempersiapkan semua kebutuhan alat.
2. Pada tahap analisa kebutuhan sistem akan dilakukan analisa terhadap kebutuhan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan yang akan dibangun, yaitu menjelaskan segala perangkat yang dibutuhkan dalam proses perancangan dan pembangunan sistem.
3. Pada tahap perancangan arsitektur sistem akan dilakukan perancangan terhadap alur kerja dan arsitektur dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.
4. Pada tahap perancangan perangkat keras akan dilakukan perancangan terhadap alat yang digunakan untuk membangun sistem seperti Wemos D1 R2, Sensor BH1750, dan Relay.
5. Pada tahap perancangan aplikasi akan dilakukan perancangan terhadap aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan sistem. Aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan seperti *Control Apagelication* dan Android Studio. Perancangan aplikasi-aplikasi tersebut akan dilakukan dengan menggunakan bahasa pemodelan UML.
6. Pada tahap perancangan MQTT *Broker* akan dilakukan perancangan model komunikasi data menggunakan protokol MQTT.
7. Pada tahap implementasi akan dilakukan penyusunan perangkat, pembangunan aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan sistem serta pembangunan *database*. *Control Apagelication* akan diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*. Android Studio diimplementasikan untuk membangun aplikasi android sistem. sementara itu, *database* diimplementasikan menggunakan *MySql*.
8. Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, pengujian sistem akan dilakukan dengan menggunakan pengujian *black box* yang berfungsi untuk mengetahui kinerja dari semua fitur yang ada pada sistem.
9. Jika sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan seperti aplikasi android dapat memberikan laporan kondisi intensitas cahaya pada ruangan dan sensor BH1750 dapat mendeteksi tingkat intensitas cahaya di dalam dan di luar ruangan maka akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Jika belum berjalan sesuai dengan

kebutuhan yang telah dianalisa, maka akan dilakukan perbaikan dari tahap perancangan perangkat.

10. Pada tahap dokumentasi dan laporan akan dilakukan pencatatan hasil pengujian dan evaluasi sistem.

### **3.2 Analisis Kebutuhan Sistem**

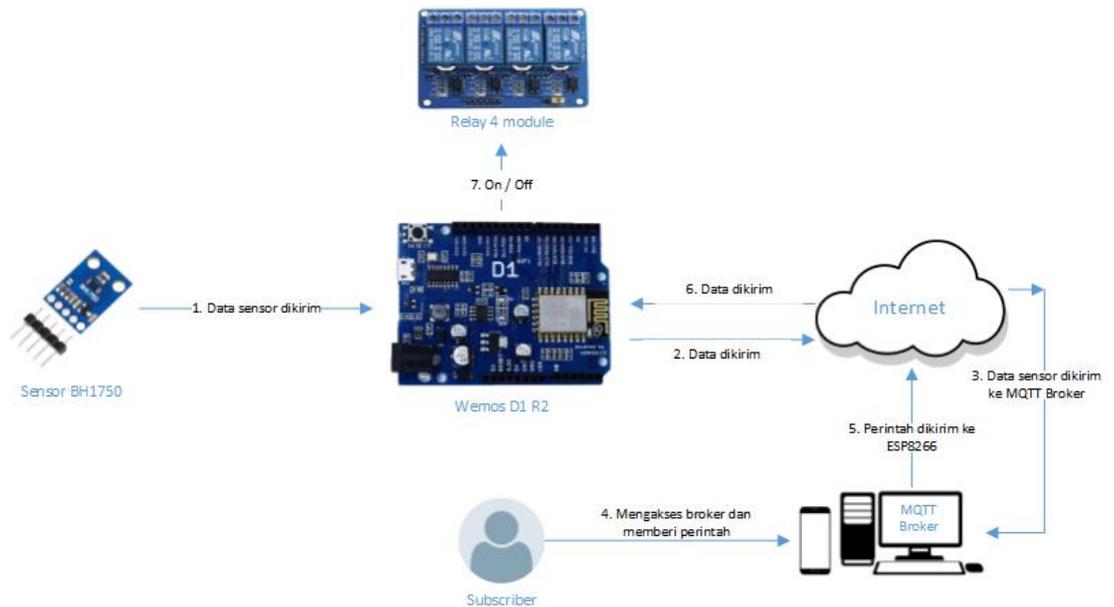
Pada tahap analisis kebutuhan sistem, akan dilakukan analisa terhadap kebutuhan dari pembangunan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT dan metode Tsukamoto. Analisa yang dilakukan yaitu analisa kebutuhan alat dan bahan yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut:

1. Laptop yang akan digunakan sebagai media pembangunan aplikasi adalah Lenovo Ideapad 100 dengan spesifikasi Prosesor Intel Core i3-5005U @2.00GHz dan 6GB RAM.
2. *Smartphone* Asus Zenfone Max Pro M2 akan digunakan sebagai bahan uji sistem.
3. Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 10 dimana sistem operasi ini berfungsi untuk menjalankan *software* yang akan digunakan untuk membangun sistem.
4. Wemos D1 R2 digunakan sebagai alat penghubung antara sensor dan modul dengan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan yang akan dibuat, serta sebagai kontrol sistem yang akan dibuat.
5. Sensor BH1750 yang digunakan sebagai alat untuk mendapatkan data intensitas cahaya.
6. *Relay* module 4 sebagai alat untuk menghubungkan perangkat IoT dengan lampu.
7. Lampu digunakan sebagai penerang ruangan tambahan apabila intensitas cahaya pada ruangan sedikit.
8. Android Studio digunakan untuk membangun sistem operasi android, yang akan digunakan pada sistem untuk melakukan kontrol terhadap penerang ruangan.
9. Protokol MQTT digunakan sebagai server untuk melakukan *publish* dan *subscribe* data.

### 3.3 Perancangan Arsitektur Sistem

#### 3.3.1 Arsitektur Sistem

Pada tahap perancangan arsitektur sistem akan dibuat rangkaian perangkat keras, internet, dan *broker* yang akan digunakan untuk pendukung keputusan penerangan ruangan pada penelitian ini. Untuk rancangan arsitektur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Arsitektur sistem

Arsitektur sistem dibagi menjadi 3 bagian yaitu perangkat keras (ESP8266 NodeMcu, sensor BH1750, dan relay), internet sebagai *gateway* untuk menghubungkan perangkat keras dengan *broker* dan *broker* yang mana berfungsi untuk menangani *subscribe* dan melakukan *publish* yang dapat diakses oleh *user*.

Pada Gambar 3.2 terdapat beberapa proses yaitu:

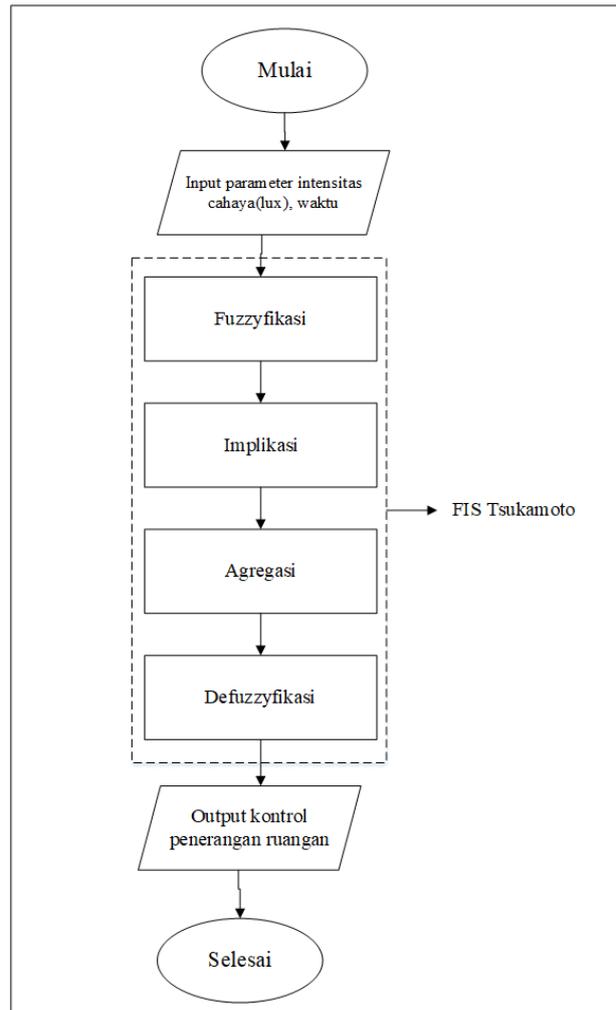
1. Proses yang terjadi pada nomor 1 adalah sensor intensitas cahaya BH1750 menerima masukan berupa nilai intensitas cahaya dan dikirim ke ESP8266.
2. Proses nomor 2 adalah ESP8266 mengirim data ke *broker* melalui *gateway*.
3. Proses nomor 3 adalah data dari ESP8266 diteruskan ke MQTT *broker* dan disimpan pada *cloud* dari *broker* yang digunakan.
4. Proses nomor 4 adalah *user* melakukan *subscribe* ke *broker* dan memberikan perintah.
5. Proses nomor 5 adalah perintah yang diberikan oleh *user* dikirim kembali ke mikrokontroler melalui *gateway*.

6. Proses nomor 6 adalah data dikirimkan kembali dari *broker* ke ESP8266 melalui *gateway*.

7. Proses nomor 7 adalah *relay* dalam kondisi hidup atau mati.

### 3.3.2 Fuzzy Inferensi Sistem

Secara umum dengan menggunakan fuzzy Tsukamoto terdapat empat langkah dalam menentukan kontrol penerangan ruangan, berikut diagram alir sistematika penentuan kontrol dengan metode fuzzy Tsukamoto:



Gambar 3.3 Diagram alir FIS Tsukamoto

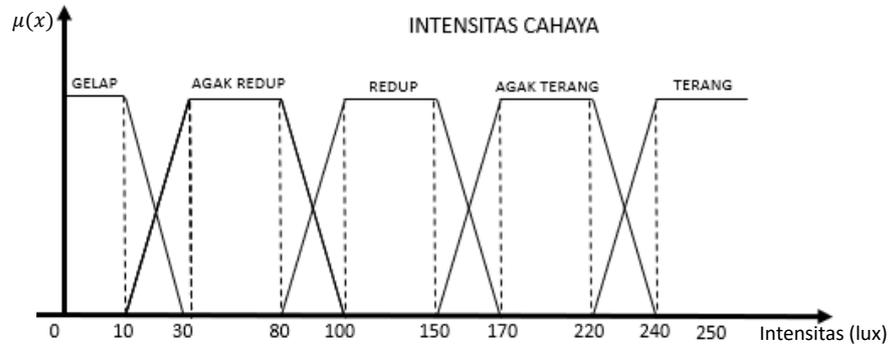
Untuk mendapatkan keluaran diperlukan 4 tahapan yaitu:

#### 1. Fuzzyfikasi

Proses fuzzyfikasi pada penelitian ini dilakukan terhadap dua variabel yang ada yaitu intensitas cahaya dan waktu. Berikut merupakan gambaran kurva fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini.

a. Fungsi keanggotaan variabel intensitas cahaya

Pada variabel intensitas cahaya terdapat beberapa himpunan keanggotaan untuk mencari nilai keanggotaan yaitu Gelap, Sedang, Ideal, dan Terang. Pada gambar 3.4 diberikan contoh pencarian nilai keanggotaan yaitu:



Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan intensitas cahaya

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy intensitas **GELAP** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{GELAP}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 & , 0 \leq x \leq 10 \\ 30-x/20 & , 10 \leq x \leq 30 \\ 0 & , x \geq 30 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy intensitas **AGAK REDUP** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{aREDUP}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 10 \\ x-30/20 & , 10 \leq x \leq 30 \\ 1 & , 30 \leq x \leq 80 \\ 100-x/20 & , 80 \leq x \leq 100 \\ 0 & , x < 100 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy intensitas **REDUP** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{REDUP}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 80 \\ x-100/20 & , 80 < x < 100 \\ 1 & , 100 \leq x \leq 150 \\ 170-x/20 & , 150 < x < 170 \\ 0 & , x \geq 170 \end{cases}$$

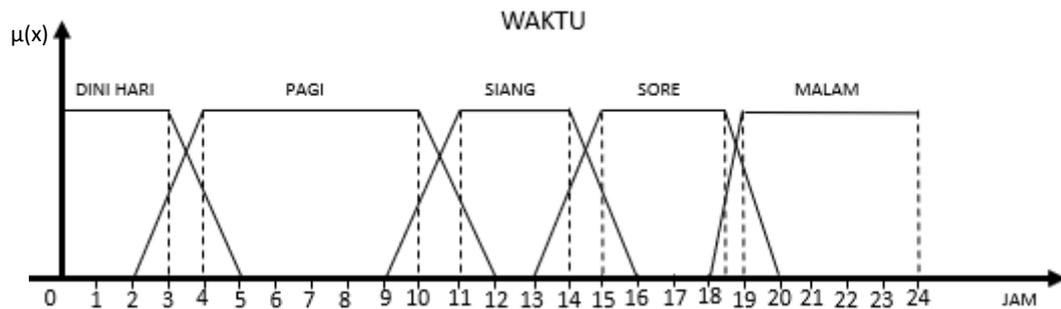
Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy intensitas **TERANG** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{aTERANG}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 150 \\ x-150/20 & , 150 < x < 170 \\ 1 & , 170 \leq x \leq 220 \\ 240-x/20 & , 220 < x < 240 \\ 0 & , x \geq 240 \end{cases}$$

$$\mu \text{ TERANG}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 240 \\ x-150/20 & , 150 < x < 170 \\ 1 & , 240 \leq x \end{cases}$$

b. Fungsi keanggotaan variabel waktu

Pada variabel waktu terdapat beberapa himpunan keanggotaan untuk mencari nilai keanggotaan yaitu Malam, Pagi, Siang, dan Sore. Pada Gambar 3.6 diberikan contoh pencarian nilai keanggotaan yaitu:



Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan waktu

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy waktu **DINI\_HARI** sebagai berikut:

$$\mu \text{ DINI\_HARI}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 & , 0 \leq x \leq 3 \\ 5-x/2 & , 3 < x < 5 \\ 0 & , x \geq 5 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy waktu **PAGI** sebagai berikut:

$$\mu \text{ PAGI}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 2 \\ x-2/2 & , 2 < x < 4 \\ 1 & , 4 \leq x \leq 10 \\ 12-x/2 & , 10 < x < 12 \\ 0 & , x \geq 12 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy waktu **SIANG** sebagai berikut:

$$\mu \text{ SIANG}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 9 \\ x-9/2 & , 9 < x < 11 \\ 1 & , 11 \leq x \leq 14 \\ 16-x/2 & , 14 < x < 16 \\ 0 & , x \geq 16 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy waktu **SORE** sebagai berikut:

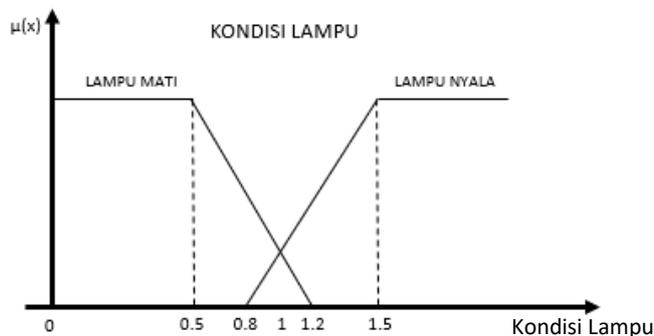
$$\mu_{\text{SORE}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 13 \\ x-13/2 & , 13 < x < 15 \\ 1 & , 15 \leq x \leq 18,5 \\ 20-x/2 & , 18,5 < x < 20 \\ 0 & , x \geq 20 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy waktu **MALAM** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{MALAM}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 18 \\ x-18/2 & , 18 < x < 19 \\ 1 & , 19 \leq x \leq 24 \\ 0 & , x > 24 \end{cases}$$

c. Fungsi keanggotaan variabel kesimpulan Kondisi Lampu

Pada variabel kesimpulan kondisi lampu terdapat beberapa himpunan keanggotaan untuk mencari nilai keanggotaan, sebagai contoh yaitu terdapat 2 himpunan keanggotaan yaitu Lampu Mati dan Lampu Nyala seperti pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Fungsi keanggotaan variabel kesimpulan kondisi lampu

Fungsi defuzzyfikasi yang digunakan sebagai contoh yaitu menghasilkan luaran berupa status lampu berdasarkan kondisi pencahayaan dalam ruangan dengan satuan lux(lx).

## 2. Aplikasi Implikasi

Implikasi adalah proses penarikan kesimpulan dari IF-THEN *rule*, pada penelitian ini menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dan penarikan kesimpulan menggunakan fungsi implikasi MIN.

## 3. Agregasi

Tahap selanjutnya sistem akan melakukan proses agregasi untuk menentukan sebuah kombinasi rule. Sebelumnya rule pada sistem fuzzy dibuat terlebih dahulu dari

kombinasi himpunan fungsi keanggotaan yang ada, contohnya yaitu pada himpunan fungsi keanggotaan vsriabel intensitas cahaya terdapat empat himpunan keanggotaan dan variabel waktu terdapat lima himpunan keanggotaan. Jadi jika dikombinasikan terdapat  $4 \times 5 = 20$  kombinasi aturan dari 2 variabel tersebut. Selain itu dibuat juga rule untuk 2 variabel yang sama yaitu himpunan fungsi keanggotaan vsriabel intensitas cahaya terdapat empat himpunan keanggotaan dan variabel waktu terdapat lima himpunan keanggotaan, jadi jika dikombinasikan terdapat  $4 \times 5 = 20$ . Alur aturan inferensi fuzzy Tsukamoto dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Aturan/Rule Fuzzy

Intensitas cahaya Waktu	Gelap	Agak Redup	Redup	Agak Terang	Terang
DINI HARI	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati
PAGI	Lampu Nyala	Lampu Nyala	Lampu Nyala	Lampu Mati	Lampu Mati
SIANG	Lampu Nyala	Lampu Nyala	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati
SORE	Lampu Nyala	Lampu Nyala	Lampu Nyala	Lampu Mati	Lampu Mati
MALAM	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati	Lampu Mati

#### 4. Defuzzyfikasi

Metode defuzzyfikasi adalah metode yang digunakan pada metode fuzzy Tsukamoto, dimana solusi *crisp* diperoleh dengan mengambil nilai rata-rata secara terpusat yang didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\sum_{i=1}^N a_i z_i}{\sum_{i=1}^N a_i}$$

#### 5. Contoh Perhitungan

Misalkan diberikan sebuah masukan dalam keadaan tanpa lampu berupa intensitas cahaya 310 *cd* dan waktu 13.00 wita, maka perhitungannya sebagai berikut:

a. Fuzzyfikasi

**Perhitungan intensitas cahaya:**

$$\text{Intensitas Gelap} = 0$$

$$\begin{aligned}\text{Intensitas Sedang} &= \frac{320-310}{320-240} \\ &= \frac{10}{80} = 0.125\end{aligned}$$

$$\text{Intensitas Ideal} = \frac{310-280}{360-280} = \frac{30}{80} = 0.375$$

$$\text{Intensitas Terang} = 0$$

**Perhitungan Waktu :**

$$\text{Dini Hari} = 0$$

$$\text{Pagi} = 0$$

$$\text{Siang} = 1$$

$$\text{Sore} = 0$$

$$\text{Malam} = 0$$

b. Implikasi dan Agregasi

Ditentukan:

a<sub>1</sub>:

$$\text{intensitas cahaya} > < \text{waktu} = \text{Kondisi Lampu}$$

$$\text{sedang} > < \text{siang} = \text{lampu mati}$$

$$0.125 > < 1 = 0.125$$

$$\text{Jadi } a_1 = 0.125$$

a<sub>2</sub>:

$$\text{intensitas cahaya} > < \text{waktu} = \text{Kondisi Lampu}$$

$$\text{ideal} > < \text{siang} = \text{lampu mati}$$

$$0.375 > < 1 = 0.375$$

$$\text{Jadi } a_2 = 0.375$$

**Rule 1**

$$\frac{x-0.5}{1.2-0.5} = 0.125$$

$$x - 0.5 = 0.125 \times 0.7$$

$$x = 0.588$$

## Rule 2

$$\frac{x-0.5}{1.2-0.5} = 0.375$$

$$x - 0.5 = 0.375 \times 0.7$$

$$x = 0.763$$

c. Defuzzyfikasi

$$z^* = \frac{\sum_{i=1}^N a_i z_i}{\sum_{i=1}^N a_i}$$

$$z^* = \frac{(0.125 \times 0.588) + (0.375 \times 0.763)}{0.125 + 0.375}$$

$$z^* = \frac{(0.073) + (0.286)}{0.5}$$

$$z^* = \frac{0.359}{0.5}$$

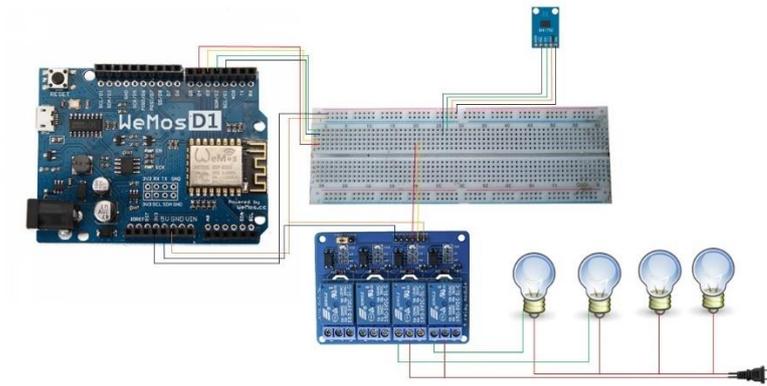
$$z^* = 0.718$$

Berdasarkan hasil perhitungan defuzzyfikasi tersebut maka dihasilkan kesimpulan kondisi lampu yaitu **Lampu Mati**

### 3.4 Konfigurasi Perangkat Keras Sistem

Perancangan perangkat keras sistem pendukung keputusan penerangan ruangan dapat dilihat pada gambar 3.9. Pada gambar 3.9 terdapat mikrokontroler ESP8266 (Wemos D1 R2) yang dihubungkan dengan sensor dan alat modul modul dengan menggunakan kabel jumper dan bantuan *breadboard* agar masing-masing modul dan sensor dapat mengakses vcc dan *ground* pada ESP8266. ESP8266 digunakan sebagai induk dari perangkat keras sistem yang berfungsi untuk mengontrol modul modul dan sensor serta menghubungkan ke server (MQTT *Broker*). Sensor yang ada digunakan untuk menerima input berdasarkan jenis sensornya, yakni sensor BH1750 digunakan untuk menerima data intensitas cahaya yang ada di dalam ruangan.

Modul yang digunakan juga memiliki peran masing-masing, seperti *relay* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu dengan memberikan aliran listrik terhadap lampu. Dan lampu yang digunakan untuk menambah penerangan di dalam ruangan.



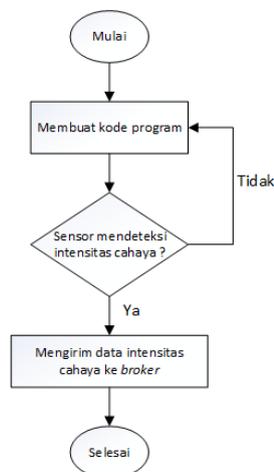
Gambar 3.9 Rancangan perangkat keras sistem

### 3.5 Rancangan Perangkat Lunak

Pada sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT akan dibangun kontrol aplikasi yang digunakan untuk mengontrol perangkat keras dan aplikasi sistem. Pada penelitian ini juga menggunakan ESP8266 dan mengimplementasikan protokol MQTT yang mana data akan di *publish* ke *broker*, adapun perancangan kontrol aplikasi dan perancangan *broker* sebagai berikut:

#### 3.5.1 Rancangan Kontrol Aplikasi

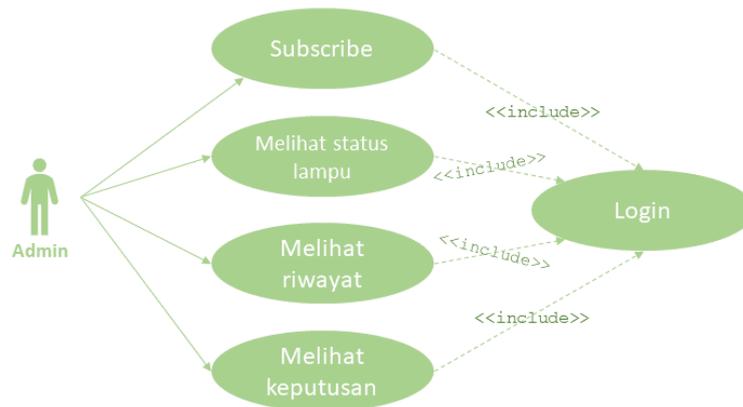
Kontrol aplikasi merupakan aplikasi yang akan dipasangkan pada Wemos D1 R2 R1 dan digunakan untuk mengendalikan sensor dan modul untuk menerima *input* dan memberikan *output*. Kontrol aplikasi dibangun menggunakan Bahasa pemrograman C. Rancangan dari kontrol aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.10:



Gambar 3.10 Kontrol aplikasi

### 3.5.2 Rancangan Komunikasi MQTT

Saat ini banyak broker yang digunakan, salah satunya pada penelitian ini yaitu CloudMQTT. CloudMQTT merupakan server Mosquitto (server yang menggunakan protokol telemetry transport untuk menyediakan layanan pertukaran data IoT menggunakan model publish/subscribe atau message queue) yang termanage untuk tujuan komersil dan gratis bagi pengguna non-profit. Selain menerima koneksi dari aplikasi *client* MQTT, CloudMQTT memiliki jembatan yang memungkinkan untuk terhubung ke server MQTT lain, termasuk *instance* CloudMQTT lainnya. Sehingga memungkinkan jaringan server MQTT dibangun, dan meneruskan CloudMQTT dari lokasi mana pun ke jaringan lokasi lain, tergantung pada konfigurasi jembatan. Adapun *usecase* diagram dari sisi pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.11:



Gambar 3.11 *Usecase* diagram komunikasi MQTT

Pada Gambar 3.11, user dapat melakukan *subscribe* ke broker, menyalakan dan mematikan lampu, melihat status lampu, dan mendapatkan notifikasi sistem aktif atau mati.

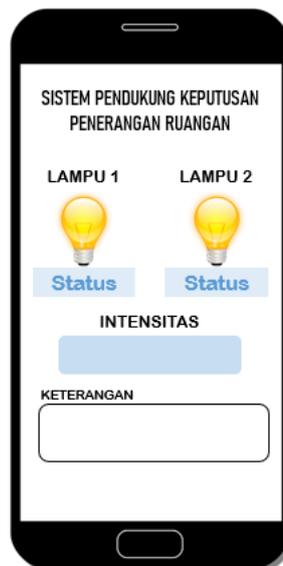
### 3.5.3 Rancangan Aplikasi Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan

Rancangan aplikasi pendukung keputusan penerangan ruangan merupakan tahap perancangan *prototype user interface* sistem. Pada tahap ini akan dibuat tampilan dari sistem yang akan dibangun dengan menggunakan android studio. Berikut perancangan aplikasi sistem:



Gambar 3.12 Rancangan aplikasi pendukung keputusan penerangan ruangan

Pada Gambar 3.12 merupakan tampilan utama dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan dimana dapat diakses oleh user yang bertugas menjaga laboratorium. Pada halaman awal sistem terdapat tiga tombol yaitu tombol tentang untuk mengetahui informasi mengenai aplikasi, tombol aturan untuk mengetahui aturan penerangan ruangan sesuai dengan standar penerangan dan tombol masuk untuk menuju ke halaman utama sistem pendukung keputusan penerangan ruangan seperti Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Rancangan aplikasi pendukung keputusan penerangan ruangan

Pada Gambar 3.13 merupakan halaman utama dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT. Pada halaman tersebut user dapat melihat status

lampu 1 dan lampu 2, user juga dapat melihat tingkat intensitas cahaya yang didapatkan oleh sensor. Pada keterangan user akan mendapatkan informasi apakah kondisi cahaya pada ruangan sudah sesuai standar penerangan atau tidak, apabila tidak maka akan diberikan saran sesuai dengan kondisi cahaya pada ruangan.

### 3.6 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem akan dilakukan proses implementasi dari tahap-tahap sebelumnya. Terdapat 4 tahap dalam implementasi yaitu penyusunan perangkat, pembangunan kontrol aplikasi, pembangunan broker dan pembangunan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis android.

#### 1. Penyusunan Perangkat

Pada tahap penyusunan perangkat Wemos D1 R2, *breadboard*, sensor BH1750, dan *relay* akan dihubungkan dengan kabel *jumper*. Proses penyusunan perangkat akan dilakukan sesuai dengan rancangan perangkat keras pada tahap perancangan perangkat keras.

#### 2. Pembangunan Kontrol Aplikasi

Pada tahap pembangunan kontrol aplikasi akan dilakukan sesuai dengan rancangan kontrol aplikasi dan akan diimplementasikan ke dalam Wemos D1 R2 dengan menggunakan bahasa C. Arduino IDE akan digunakan sebagai alat bantu untuk membangun kontrol aplikasi dan diimplementasikan ke dalam Wemos D1 R2.

#### 3. Pembangunan Broker

Pada tahap pembangunan broker, rancangan komunikasi MQTT akan diimplementasikan ke dalam Wemos D1 R2 dengan menggunakan HiveMQ sebagai broker MQTT.

#### 4. Pembangunan Sistem pendukung keputusan Penerangan Ruangan Berbasis Android

Pada tahap pembangunan sistem pendukung keputusan penerangan ruangan, rancangan aplikasi pendukung keputusan penerangan ruangan akan dibuat berbasis android dan diimplementasikan ke dalam Wemos D1 R2 dengan menggunakan Android Studio sebagai alat bantu dalam pembangunan aplikasi pendukung keputusan trol penerangan ruangan berbasis IoT.

### **3.7 Pengujian dan Evaluasi Sistem**

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pada penelitian ini tehnik pengujian yang digunakan yaitu *black box* untuk menguji sistem pendukung keputusan penerangan ruangan, metode *black box* digunakan untuk mengetahui kinerja yang dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.

#### **1. Pengujian Perangkat Keras**

Pada pengujian perangkat keras dengan lokasi uji yaitu laboratorium sistem cerdas, sensor yang terdiri dari sensor BH1750 akan diletakkan dalam ruangan tersebut dan akan diuji apakah sensor dapat mendeteksi intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Sensor akan diletakkan di tengah ruangan untuk mendeteksi tingkat intensitas cahaya. Apabila intensitas cahaya yang diterima oleh sensor pada waktu tertentu kurang dari standar pencahayaan maka sistem akan menyalakan lampu ruangan. Apabila setelah lampu dinyalakan sensor mendeteksi intensitas cahaya masih kurang, maka sistem akan memberikan statemen untuk menambah watt lampu yang digunakan.

#### **2. Pengujian Sistem pendukung keputusan Penerangan Ruangan**

Pada pengujian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan akan diuji apakah dapat digunakan untuk menerima data dari modul dan sensor, agar user dapat mengetahui kondisi cahaya pada ruangan laboratorium sistem cerdas. Kemudian akan diuji juga apakah sistem dapat menampilkan data intensitas cahaya berdasarkan data yang dikirimkan perangkat modul dan sensor melalui perangkat Wemos D1 R2, dan akan diuji apakah sistem dapat menampilkan status lampu pada laboratorium sistem cerdas. Sistem juga akan diuji pada ruangan yang menggunakan satu lampu dan memiliki media masuknya pencahayaan alami yang lebih besar.

### **3.8 Dokumentasi dan Laporan**

Pada tahap dokumentasi dan laporan, hasil dari pengujian sistem akan didokumentasikan dan diambil kesimpulan berdasarkan dokumentasi tersebut. Kesimpulan yang telah didapatkan akan digunakan sebagai acuan untuk pengembangan sistem selanjutnya.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

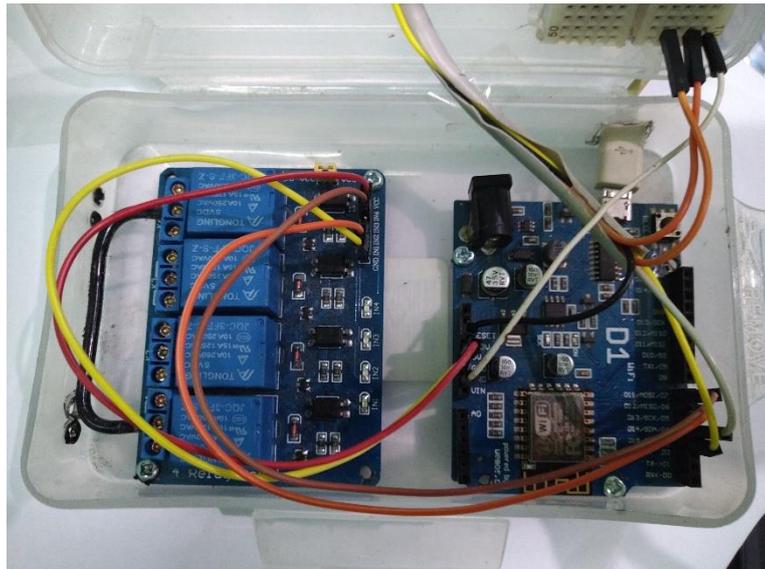
#### 4.1 Realisasi Sistem

Pada bab ini, akan membahas hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu “Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan Berbasis IOT Menggunakan Protokol MQTT dan Fuzzy Tsukamoto”. Realisasi yang dilakukan telah dibuat sesuai dengan perancangan yang dijabarkan pada bab sebelumnya. Pembahasan yang akan dijelaskan meliputi Realisasi penyusunan perangkat keras, Realisasi pembangunan *Control Application*, Realisasi pembangunan *Mobile Application*, dan Realisasi pembangunan *Broker*. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai hasil dari sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan yang ada, melakukan pengujian sistem serta mengevaluasi sistem yang telah berjalan.

##### 4.1.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

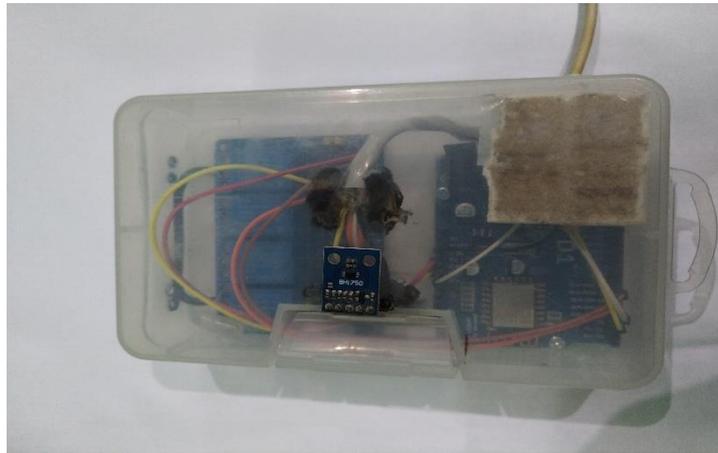
Realisasi penyusunan perangkat keras pada Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan Berbasis IOT Menggunakan Protokol MQTT dan Metode Fuzzy Tsukamoto dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang mengacu kepada perancangan perangkat keras pada Gambar 3.9 yang terdapat pada bab sebelumnya.

Berikut merupakan rangkaian perangkat keras sistem pendukung keputusan penerangan ruangan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Rangkaian perangkat keras sistem pendukung keputusan penerangan ruangan

Berikut merupakan letak sensor BH1750 pada rangkaian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Sensor BH1750 pada rangkaian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.

Berikut merupakan letak rangkaian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan pada ruang Laboratorium Sistem Cerdas Program Studi Informatika UNRAM.

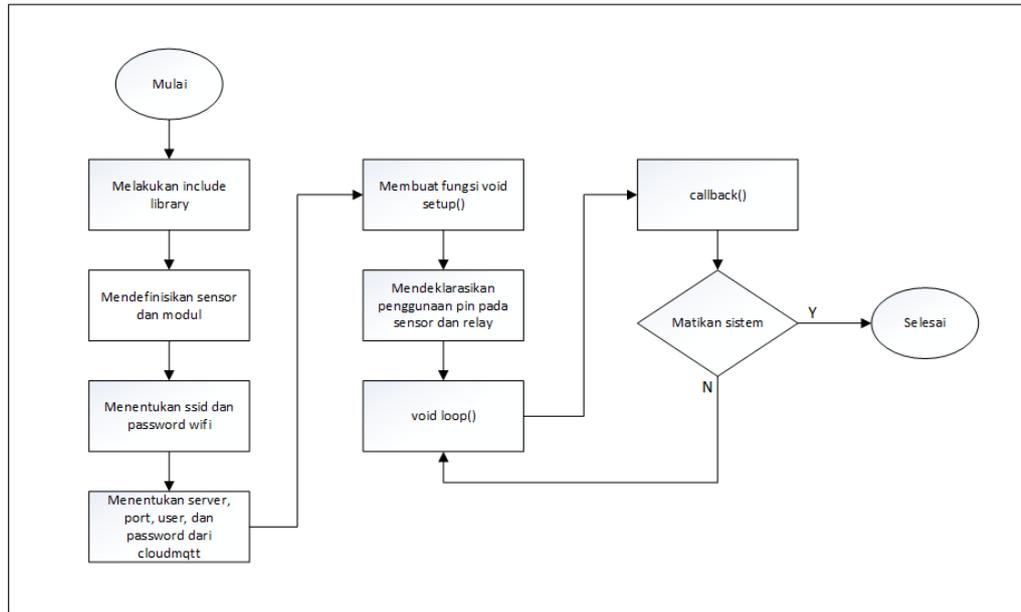


Gambar 4.3 Letak rangkaian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan pada lab. sistem cerdas

#### 4.1.2 Realisasi Pembangunan *Control Application*

Dalam realisasi pembangunan *control application* IDE yang digunakan adalah Arduino IDE dan bahasa yang digunakan adalah bahasa C. Untuk membangun *control application* agar semua modul dan sensor dapat terkoneksi antara yang satu dengan yang

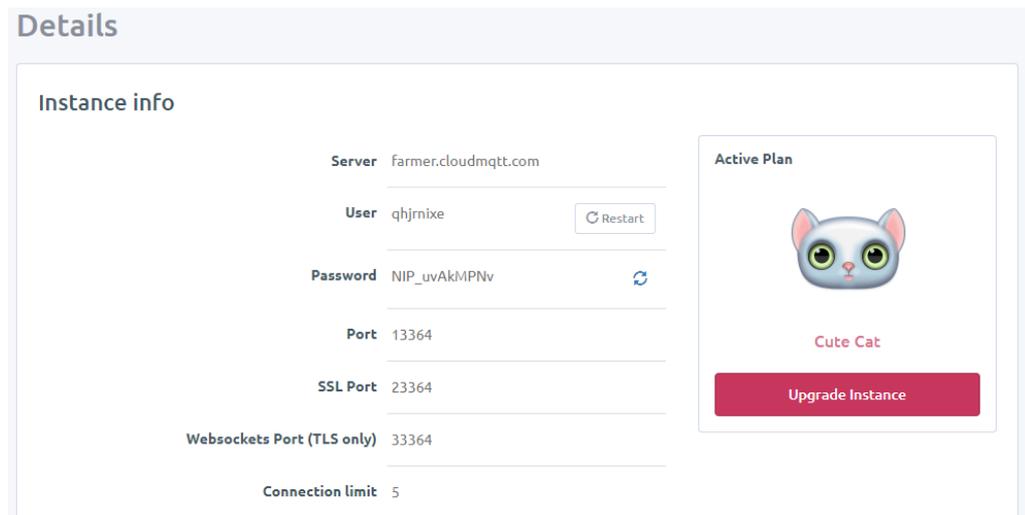
lain dan sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan, maka dibuatlah *source code* yang memiliki alur seperti pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Alur kerja *source code*

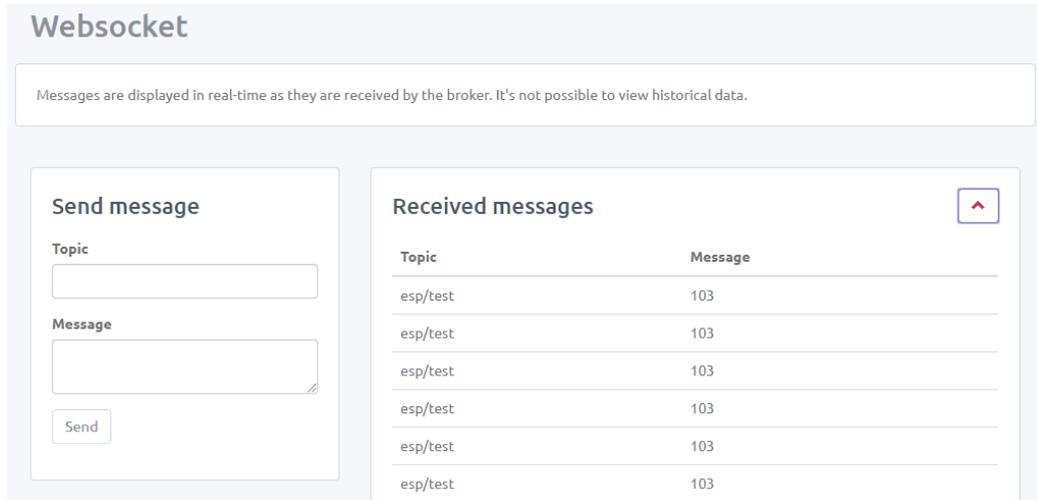
#### 4.1.3 Realisasi Pembangunan *Broker*

Pada realisasi pembangunan *broker*, *broker* yang digunakan adalah *cloudmqtt* sebagai tempat penyimpanan data yang di-*publish* oleh *control application* sesuai dengan *server*, *port*, *user*, *password* pada *cloudmqtt*. Tampilan *details* dan *websocket ui* yang terdapat pada *cloudmqtt* seperti pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.5 *Instance info broker cloudmqtt*

Berdasarkan Gambar 4.5 terdapat *instance info* seperti *server*, *user*, *password*, dan *port* yang dideklarasikan pada *control application* sehingga dapat terhubung untuk melakukan *publish* dan *subscribe* antara *control application* dengan *broker*.

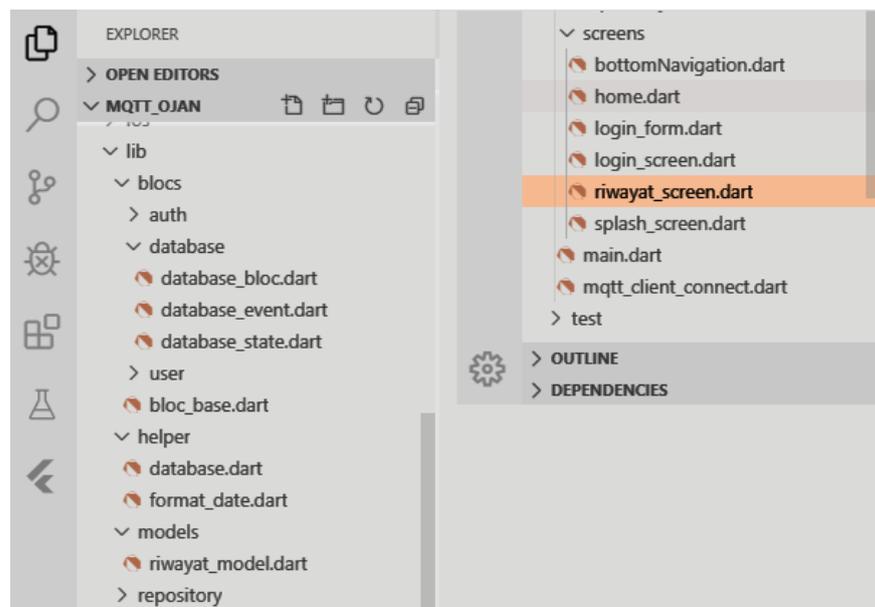


Gambar 4.6 *Broker* sistem pendukung keputusan penerangan ruangan

Berdasarkan Gambar 4.6 terdapat *send message* yang digunakan untuk melakukan *publish* ke *control application* dan *receive message* yang digunakan untuk menampilkan data yang di-*subscribe* oleh *broker* dari *control application* sesuai dengan *topic* yang telah dideklarasikan pada *control application* yaitu *esp/test*.

#### 4.1.4 Realisasi Pembangunan Aplikasi *Mobile*

Pada realisasi pembangunan aplikasi *mobile*, *software* yang digunakan adalah *Visual Code Studio* dan menggunakan *framework flutter* serta bahasa pemrograman *dart* dalam pembuatan kode program. Struktur folder yang terdapat pada *Visual Code Studio* dapat dilihat pada gambar 4.7



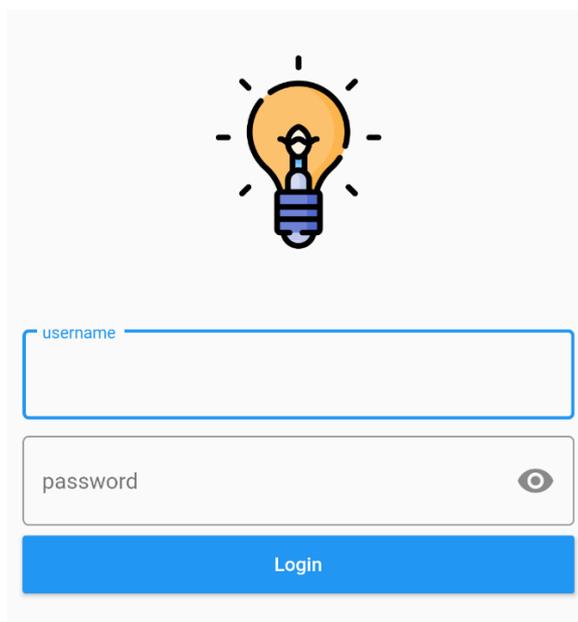
Gambar 4.7 Struktur folder aplikasi *mobile*

#### 4.1.5 Realisasi Pembangunan Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruang

Dalam pembangunan sistem pendukung keputusan berbasis IoT menggunakan protocol mqtt dan metode fuzzy tsukamoto, dengan menggunakan bahasa pemrograman *dart*. Berikut adalah realisasi *interface* dari sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.

##### a. Halaman Login

Pada halaman *login* terdapat dua kolom isian yaitu kolom *username* dan kolom *password*. Kolom *username* digunakan admin untuk mengisi *username* yang terdaftar dalam sistem sedangkan kolom *password* digunakan untuk mengisi *password* yang terdaftar dalam sistem. Gambar halaman *login* bisa dilihat pada Gambar 4.7

The image shows a login interface. At the top center is a yellow lightbulb icon with a blue base and radiating lines. Below the icon are two input fields. The first is labeled 'username' and is empty. The second is labeled 'password' and has a small eye icon to its right, indicating a toggle for visibility. Below these fields is a solid blue button with the text 'Login' in white.

Gambar 4.8 Halaman *login* sistem

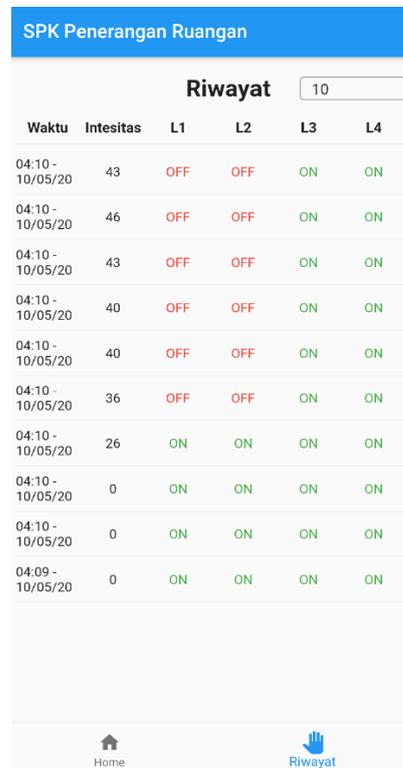
##### b. Halaman Home

Setelah admin berhasil melakukan login maka akan langsung menuju ke halaman *home*. Halaman *home* berisi nilai intensitas cahaya dalam satuan *lux* dan tombol *subscribe* untuk melakukan *subscribe* data dari *broker*. Tampilan *home* juga memiliki informasi status lampu 1, lampu 2, lampu 3, dan lampu 4 apakah dalam keadaan OFF atau ON. Selain itu terdapat kotak keputusan untuk melihat keputusan yang akan dilakukam berdasarkan kondisi pencahayaan dalam ruangan tersebut. Halaman *home* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.9 Tampilan halaman *home*

c. Halaman Riwayat



Gambar 4.10 Tampilan halaman riwayat

Gambar 4.9 merupakan tampilan halaman riwayat pada sistem pendukung keputusan penerangan ruangan. Halaman riwayat merupakan halaman yang menampilkan riwayat dari sistem yaitu waktu, intensitas, status lampu 1, dan status lampu 2. Selain itu pada halaman riwayat juga terdapat *field* untuk mengatur berapa banyak jumlah data riwayat yang akan ditampilkan.

## 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan ini dilakukan dengan cara metode pengujian *black box* yaitu menguji perangkat dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Maksud dari pengujian ini yaitu dapat mengetahui apakah fungsi dan keluaran sudah berjalan sesuai yang diharapkan atau tidak. Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem pendukung keputusan penerangan ruangan.

### 1. Pengujian Sensor BH1750

Pengujian sensor BH1750 yaitu sensor ditempatkan pada sebuah media dalam ruangan yang dapat terjangkau oleh cahaya. Melakukan pengujian terhadap sensor agar dapat mendeteksi intensitas cahaya dalam ruangan. Pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi yaitu lampu ruangan mati dan ventilasi terbuka, lampu menyala dan ventilasi terbuka, lampu mati dan ventilasi tertutup, dan lampu menyala dan ventilasi tertutup. Hasil yang didapatkan memiliki toleransi error sebesar 1,9% dari alat ukur manual yaitu menggunakan aplikasi Lux Light Meter sebagai nilai sebenarnya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor BH1750

Kondisi Lampu	Ventilasi Cahaya	Sensor BH1750 (lux)	Lux Light Meter	Selisih
Mati	Terbuka	173	171	2
Menyala	Terbuka	246	243	3
Mati	Tertutup	3	3	0
Menyala	Tertutup	60	57	3

### 2. Pengujian Relay

Pengujian *relay 4 module* ini *relay* ditempatkan di dalam kotak yang sama dengan mikrokontroler. Melakukan pengujian *relay* untuk mengetahui *relay* sudah memberikan *output* yang sesuai dengan perintah pada mikrokontroler atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memberikan cahaya yang berbeda pada sensor BH1750 sehingga mengetahui apakah *relay* bekerja dengan baik. Kontak poin yang digunakan pada relay yaitu

*normally open* sehingga akan menyala dalam keadaan *LOW* (0) dan mati dalam keadaan *HIGH* (1). Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian *relay 4 module*

Intensitas Cahaya	Switch 1	Switch 2	Switch 3	Switch 4
80	0	0	0	0
230	1	1	1	1
126	1	0	1	0

### 3. Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem

Pengujian fungsi keseluruhan sistem yaitu sensor ditempatkan pada sebuah bidang di laboratorium sistem cerdas. Melakukan pengujian terhadap sensor yang dilakukan selama 3 hari dengan waktu yang berbeda-beda. Nilai intensitas yang didapatkan dari pengujian sensor digunakan sebagai parameter untuk mendapatkan keputusan kondisi peenerangan ruangan. Perhitungan keputusan menggunakan fuzzy tsukamoto dilakukan secara manual dan menggunakan sistem. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, maka didapatkan hasil keputusan seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian keseluruhan sistem

Waktu		Intensitas (lux)	Hasil Fuzzy Manual	Hasil Fuzzy Sistem	Keputusan
Hari	Jam				
Hari Ke-1	9:13:40	43	1,45	1,46	Menyalakan Lampu
	11:32:11	76	1,38	1,38	Menyalakan Lampu
	13:14:19	93	0,84	0,84	Menyalakan Lampu
	15:01:38	80	1,38	1,38	Menyalakan Lampu
	16:41:10	64	1,5	1,5	Menyalakan Lampu
Hari Ke-2	9:00:50	42	1,5	1,5	Menyalakan Lampu
	11:26:17	77	1,38	1,38	Menyalakan Lampu
	13:03:24	93	0,84	0,84	Menyalakan Lampu
	14:58:40	82	1,28	1,28	Menyalakan Lampu
	16:34:14	66	1,5	1,5	Menyalakan Lampu
Hari Ke-3	9:32:41	50	1,41	1,41	Menyalakan Lampu
	12:03:11	82	1,4	1,4	Menyalakan Lampu
	13:30:55	92	0,9	0,9	Menyalakan Lampu
	15:01:54	82	1,28	1,28	Menyalakan Lampu
	16:49:05	63	1,5	1,5	Menyalakan Lampu

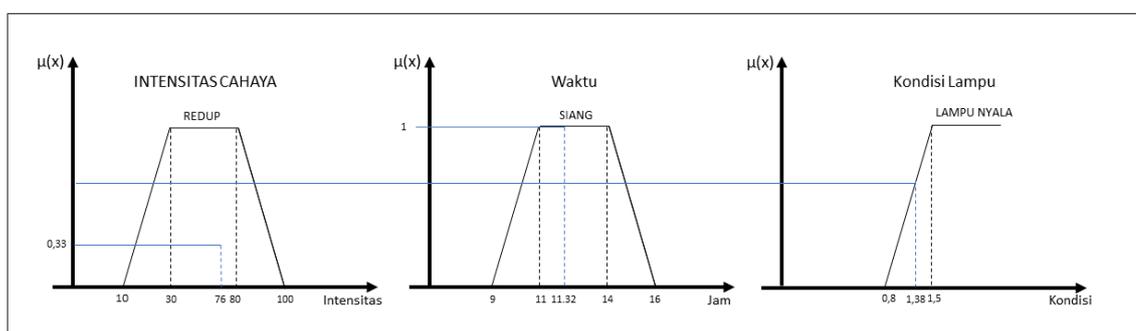
Hasil perhitungan yang paling tinggi yaitu hari pertama 1,5 dengan nilai intensitas 64 lux dan waktu 16:41.10, hari kedua 1,5 dengan nilai intensitas 42 lux dan waktu 9:00.50, serta nilai intensitas 66 lux dan waktu 16:34.14, hari ketiga 1,5 dengan nilai

intensitas 42 lux dan waktu 16: 49.05. Sedangkan hasil perhitungan yang paling rendah yaitu hari pertama 0,84 dengan nilai intensitas 42 lux dan waktu 13: 14.19, hari kedua 0,84 dengan nilai intensitas 93 lux dan waktu 13: 03.24, dan hari ketiga 0,9 dengan nilai intensitas 92 lux dan waktu 13: 30.55. Semakin besar nilai hasil perhitungan yang didapatkan maka keputusan untuk “Menyalakan Lampu” semakin tinggi, sedangkan semakin kecil hasil perhitungan maka keputusan untuk “Mematikan Lampu” semakin tinggi. Seperti pada Tabel 4.3 terlihat semua keputusan yang didapatkan dari hasil pengujian sistem yaitu “Menyalakan Lampu”.

Pada penelitian ini sesuai hasil pengukuran menunjukkan dukungan keputusan untuk “Menyalakan Lampu”. Hal tersebut dikarenakan tidak terpenuhinya syarat standar cahaya untuk laboratorium. Kedepan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur bagaimana agar standar intensitas cahaya untuk laboratorium dapat terpenuhi, yaitu dengan menggunakan lampu yang memiliki *lumen* lebih besar dan menggunakan *dimmer* untuk menyesuaikan redup atau terangnya lampu.

Berdasarkan hasil pengujian sistem pendukung keputusan penerangan ruangan yang dilakukan pada Tabel 4.3, hasil perhitungan *fuzzy* menggunakan perhitungan manual dan perhitungan sistem memiliki nilai yang sama. Contoh perhitungan manual salah satu data pengujian yaitu sebagai berikut:

Gambar 4.11 merupakan hasil perhitungan secara manual dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas cahaya dan waktu sesuai dengan hasil penelitian yaitu intensitas cahaya (76 lux) dan waktu (11:32).



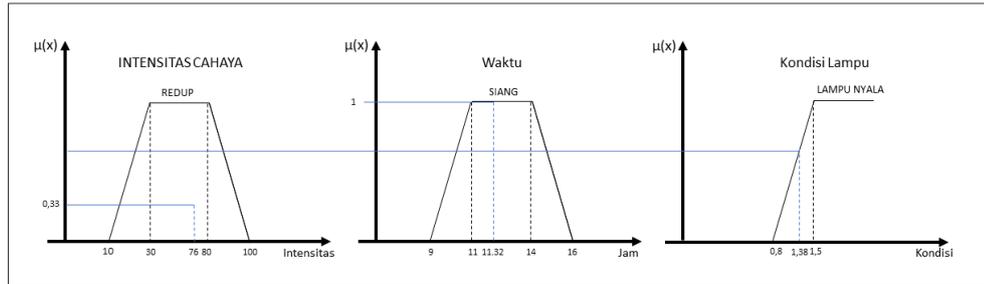
Gambar 4.11 Hasil perhitungan secara manual

Tabel hasil perhitungan secara manual dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas dan waktu sesuai hasil penelitian menghasilkan kombinasi aturan fuzzy yaitu intensitas redup (0,33) dan waktu siang (1) dengan hasil lampu nyala (1,38), dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan secara manual

Perhitungan	Intensitas Cahaya	Waktu	Kondisi
Manual	Redup (0,33)	Siang (1)	Lampu Nyala (1,38)

Gambar 4.12 merupakan hasil perhitungan menggunakan sistem dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas cahaya dan waktu sesuai dengan hasil penelitian yaitu intensitas cahaya (76 lux) dan waktu (11:32).



Gambar 4.12 Hasil perhitungan menggunakan sistem

Tabel hasil perhitungan menggunakan sistem dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas dan waktu sesuai hasil penelitian menghasilkan kombinasi aturan fuzzy yaitu intensitas redup (0,33) dan waktu siang (1) dengan hasil lampu nyala (1,38), dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan menggunakan sistem

Perhitungan	Intensitas Cahaya	Waktu	Kondisi
Sistem	Redup (0,33)	Siang (1)	Lampu Nyala (1,38)

Dari hasil perhitungan secara manual dan menggunakan sistem memiliki hasil yang sama.

Pengujian tambahan dilakukan pada ruangan yang berbeda dengan ventilasi cahaya yang lebih memadai, pengujian dilakukan dengan waktu satu hari pada jam yang berbeda beda. Hasil pengujian tambahan pada ruangan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

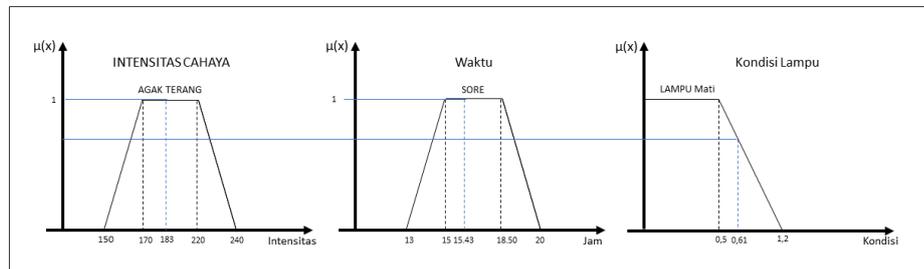
Tabel 4.6 Hasil pengujian pada ruangan berbeda

Waktu	Intensitas	Hasil Fuzzy Manual	Hasil Fuzzy Sistem	Keputusan
12:00	143	0,5	0,5	Matikan Lampu
12:30	160	0,85	0,85	Matikan Lampu
13:00	176	0,5	0,5	Matikan Lampu
13:30	175	0,56	0,57	Matikan Lampu
14:16	230	0,85	0,85	Matikan Lampu

14:43	113	0,95	0,96	Menyalakan Lampu
15:07	273	0,61	0,61	Matikan Lampu
15:21	123	1,33	1,33	Menyalakan Lampu
15:43	183	0,61	0,61	Matikan Lampu
16:05	86	1,20	1,20	Menyalakan Lampu

Berdasarkan hasil pengujian tambahan sistem pada Tabel 4.6 nilai kondisi terendah yang didapatkan yaitu 0,5 pada jam 12:00 dengan intensitas 143 lux dan jam 13:00 dengan intensitas yaitu 176 lux sehingga memberikan keputusan untuk “Matikan Lampu”. Sedangkan nilai kondisi yang tertinggi yaitu 1,33 pada jam 15:21 dengan intensitas 123 sehingga memberikan keputusan untuk “Menyalakan Lampu”. Hasil pada pengujian tambahan lebih tinggi nilai intensitasnya dibandingkan dengan hasil pengujian pada Lab. Sistem Cerdas. Hal ini disebabkan oleh pengaruh ventilasi udara pada masing-masing ruangan, seperti pada Lab. Sistem Cerdas ventilasi udara tertutup oleh banner sehingga cahaya dari luar yang menjangkau ruangan kurang maksimal.

Hasil perhitungan secara manual dan sistem pada pengujian tambahan memiliki hasil yang sama, hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut:



Gambar 4.13 Hasil perhitungan manual dan sistem pengujian tambahan

Gambar 4.13 merupakan hasil perhitungan secara manual dan menggunakan sistem dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas cahaya dan waktu sesuai dengan hasil penelitian yaitu intensitas cahaya (183 lux) dan waktu (15:43).

Tabel hasil perhitungan secara manual dan menggunakan sistem dengan perbandingan hasil dari masukan nilai intensitas dan waktu sesuai hasil penelitian menghasilkan kombinasi aturan fuzzy yaitu intensitas agak terang (1) dan waktu sore (1) dengan hasil lampu mati (0,61), dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan secara manual dan menggunakan sistem

Perhitungan	Intensitas Cahaya	Waktu	Kondisi
Manual dan Sistem	Agak Terang (1)	Sore (1)	Lampu Mati (0,61)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka hasil kesimpulan yang didapatkan sebagai berikut.

1. Penerangan ruangan pada Laboratorium Sistem Cerdas belum memenuhi standar dengan nilai hasil pengukuran paling tinggi yaitu 93 lux hasil perhitungan fuzzy yaitu 0,84 dengan keputusan “Menyalakan Lampu”. Sedangkan pada ruangan lain dapat memenuhi standar dengan nilai intensitas tertinggi yaitu 273 lux dan hasil perhitungan fuzzy yaitu 0,61 dengan keputusan “Matikan Lampu”
2. Sensor intensitas cahaya BH1750 dapat mengukur nilai intensitas cahaya dengan toleransi error sebesar 1,9% dari alat ukur manual Lux Light Meter.
3. Protokol MQTT lebih efisien digunakan pada sistem pendukung keputusan penerangan ruangan berbasis IoT karena data yang disimpan memiliki ukuran kecil dan berupa nilai integer.
4. Perhitungan pada sistem sudah memiliki hasil yang sama dengan perhitungan secara manual meskipun terdapat sedikit perbedaan pada nilai dibelakang koma (,) hal tersebut karena proses pembulatan pada perhitungan manual dan sistem.
5. Pada pengujian tambahan terlihat bagaimana sistem dapat memberikan saran yang berbeda sesuai dengan kondisi cahaya dalam ruangan, yaitu “Matikan Lampu” apabila hasil perhitungan fuzzy  $< 0,95$  berdasarkan masukan berupa intensitas dan waktu. Dan menghasilkan keputusan “Menyalakan Lampu” apabila hasil perhitungan fuzzy  $\geq 0,95$  dengan masukan intensitas cahaya dan waktu.

#### **5.2 Saran**

Jika dilakukan penelitian lebih lanjut, maka diperlukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Pengujian dilakukan di laboratrium atau ruangan lain yang memiliki jendela sebagai perbandingan pasokan cahaya alami di jam masih terdapat matahari.
2. Menguji pada kasus ruangan lain yang memiliki fungsional dan standar tingkat cahaya yang berbeda seperti ruangan rapat, ruang kelas dan sebagainya.
3. Membuat sistem untuk memberi saran penambahan tingkat penerangan dan jumlah lampu agar terpenuhi standar fungsional ruangan.

## Daftar Pustaka

- [1] N. Azizah, "Manajemen Pencahayaan Alami dan Buatan pada Gedung Pascasarjana UNISMA," vol. 5, no. 4, pp. 1–8, 2017.
- [2] P. Satwiko, *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Andi, 2008.
- [3] E. D. Meutia, "Internet of Things – Keamanan dan Privasi," *Semin. Nas. dan Expo Tek. Elektro 2015*, pp. 85–89, 2015.
- [4] A. Kusumaningrum, A. Pujiastuti, and M. Zeny, "Pemanfaatan Internet of Things pada Kendali Lampu," vol. 6, no. 1, pp. 53–59, 2015.
- [5] R. P. Pratama, "Rumah Dengan Mini Webserver Avr," pp. 1–16, 2017.
- [6] I. P. D. S. I Ketut Darminta, I Putu Astawa, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler Atmega32," *J. Log.*, vol. 16, no. 2, pp. 134–139, 2016.
- [7] M. D. Putro and F. D. Kambey, "Sistem Pengaturan Pencahayaan Ruangan Berbasis Android pada Rumah Pintar," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 3, p. 297, 2018.
- [8] Iyuditya and E. Dayanti, "Sistem Pengendali Lampu Ruangan Secara Otomatis Menggunakan Pc Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Online ICT STMIK IKMI*, vol. 10, no. 2, pp. 1–7, 2013.
- [9] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, "The Internet of Things: An Overview," *Internet Soc.*, no. October 2015, pp. 1–50, 2015.
- [10] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," *J. Comput. Commun.*, vol. 03, no. 05, pp. 164–173, 2015.
- [11] E. A. Kosmatos, N. D. Tselikas, and A. C. Boucouvalas, "Integrating RFIDs and Smart Objects into a Unified Internet of Things Architecture," *Adv. Internet Things*, vol. 01, no. 01, pp. 5–12, 2012.
- [12] K. Cooc, "7 Ways To Secure The Internet of Things (IoT) In Your Enterprise," *11 November 2018*, 2018. [Online]. Available: <http://houseofbots.com/news-detail/3981-1-7-ways-to-secure-the-internet-of-things-iot-in-your-enterprise>.
- [13] M. I. Mahali, "Smart Door Locks Based On Internet Of Things Concept with Mobile Backend as a Service," *J. Electron. Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 1, no. Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY November, pp. 171–181, 2016.
- [14] V. Raja, "An End-to-End Open Source Architecture for IoT," *19 September 2017*, 2017. [Online]. Available: <http://vision.cloudera.com/an-end-to-end-open-source-architecture-for-iot/>.
- [15] A. N. N. Chamim, "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM," vol. 4, no. 1, pp. 430–439, 2010.
- [16] D. Budi, "Mikrokontroler Sistem Komputer," 2014. [Online]. Available: <https://slideplayer.info/slide/2015959/>.
- [17] Anonim, "Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535," *9 mei 2010*, 2010. [Online]. Available: <http://elektroarea.blogspot.com/2010/05/minimum-system-atmega8535.html>.
- [18] Anonim, "GY-30 BH1750 Light Intensity Sensor," *September 2015*, 2015. [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/gy-30-bh1750-light-intensity-sensor-17842348673.html>.
- [19] A. Dimas *et al.*, "Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 5, pp. 415–425, 2017.

- [20] Anonim, “4-Channel 5V Optical Isolated Relay Module,” 2008. [Online]. Available: <https://handsontec.com/index.php/product/4-channel-5v-optical-isolated-relay-module/>.
- [21] R. Roby, P. B. Mardjoko, and M. Wulandari, “Bel Pemanggil Perawat Rumah Sakit Berbasis Wireless Menggunakan Android,” *J. Terap. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–40, 2017.
- [22] F. Ilham, “Analisis performansi QoS MQTT pada sistem monitoring sungai,” vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [23] S. F. R. Siti Komariyah, Riza M. Yunus, “Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa,” pp. 61–69, 2016.
- [24] D. M. Putri, “Mengenal Wemos D1 Mini dalam Dunia IoT,” p. 19, 2008.
- [25] Badan Standar Nasional Indonesia, “SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung,” pp. 1–32, 2001.
- [26] M. Marbun and B. Sinaga, *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar*. Sumatra Utara: CV. Rudang Mayang, 2018.