

**OTOMASI DAN MONITORING SUHU DAN PENCAHAYAAN RUANG
MENGUNAKAN METODE *FUZZY* MAMDANI**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

**Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh :

FADZILA YUDI MARDANA

NIM. 12650026



JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

**OTOMASI DAN MONITORING SUHU DAN PENCAHAYAAN RUANG
MENGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI**

SKRIPSI

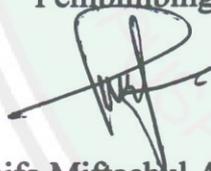
Oleh :

Fadzila Yudi Mardana

NIM. 12650026

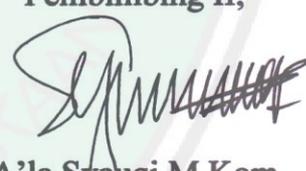
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 25 Agustus 2016

Pembimbing I,



Yunifa Miftachul Arif M.T.
NIP.19830616 201101 1 004

Pembimbing II,



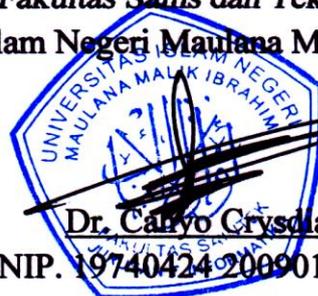
A'la Syaqui M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdiyan
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

**OTOMASI DAN MONITORING SUHU DAN PENCAHAYAAN RUANG
MENGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI**

SKRIPSI

Oleh :

Fadzila Yudi Mardana

NIM. 12650026

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal: 9 September 2016

Penguji Utama	:	<u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	(.....)
Ketua Penguji	:	<u>Fachrul Kurniawan, M.MT</u> NIP. 19771020 200901 1 001	(.....)
Sekretaris Penguji	:	<u>Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004	(.....)
Anggota Penguji	:	<u>A'la Syauqi, M.Kom</u> NIP. 19771201 200801 1 007	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysodian

NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadzila Yudi Mardana
NIM : 12650026
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 25 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



Fadzila Yudi Mardana

NIM. 12650026

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, kita panjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada saya hingga bisa sampai menyelesaikan kuliah S1 di kampus UIN Maliki tercinta ini. Sholawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa risalah kebenaran sebagai petunjuk hidup kita di dunia ini.

Terimakasih kepada Orang Tua saya, ayah dan ibu saya yang telah mencurahkan segala apa yang mereka miliki untuk kebutuhan saya semasa di malang ini, baik dalam bentuk pikiran, kekuatan, materil dan perasaan yang mereka berikan. Kepada kedua kakak saya yang selalu memotifasi, dan memarahi saya ketika saya sedang malas, saya ucapkan terimakasih atas dukungan yang selalu diberikan.

Terimakasih kepada para dosen, yang telah mengajari saya ilmu informatika dengan sabar dan telaten, terutama pada wali dosen saya, bapak M. Ainul Yaqin M.Kom, yang selalu memberikan dorongan saat setiap kali bertemu. Serta kepada bapak Yunifa Miftacul Arif, M.T dan bapak A'la Syauqi, M.Kom yang telah terus memberikan motivasi dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terimakasih kepada seluruh teman-teman saya yang selalu mengajak dan mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini, dan terkhusus kepada guru ta'lim saya, ustadz Bayu Candra Setiawan S.Pd.I, yang selalu menceramahi saya, memotivasi saya, mendorong saya dan memberikan ilmu sebagai pegangan hidup.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “*Otomasi dan Monitoring Suhu dan Pencahayaan Ruang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kebodohan menuju Islam yang *rahmatan lil alamiin*.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materil. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Suyudi dan Ibu Mariyatun, sebagai kedua orangtua saya yang selalu memberikan dukugan moril maupun materil dan semanngat untuk segera menyelesaikan pendidikan S1 ini.
2. Bapak Dr. Cahyo Crys dian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang sudah memberi banyak pengetahuan, inspirasi dan motivasi yang berharga.
3. Bapak Yunifa Miftachul Arif, M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untk membimbing, memotivasi, dan mengarahkan dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.

4. Bapak A'la Syauqi, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberi masukan, nasihat dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat selesai tanpa mengabaikan butir-butir nilai Islam didalamnya.
5. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan dibidang informatika kepada penulis selama masa studi.
6. Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2012. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih banyak.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya ini senantiasa dapat memberi manfaat. Amim. *Wassalamualaikum Wr. Wb*

Malang, 25 Agustus 2016

Penulis

MOTTO

“Jadilah engkau orang berilmu, atau orang yang menuntut ilmu, atau orang yang mau mendengarkan ilmu, atau orang yang menyukai ilmu. Dan janganlah engkau menjadi orang yang kelima maka kamu akan celaka” (HR. Baihaqi).

“Barang siapa berjalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surge”.

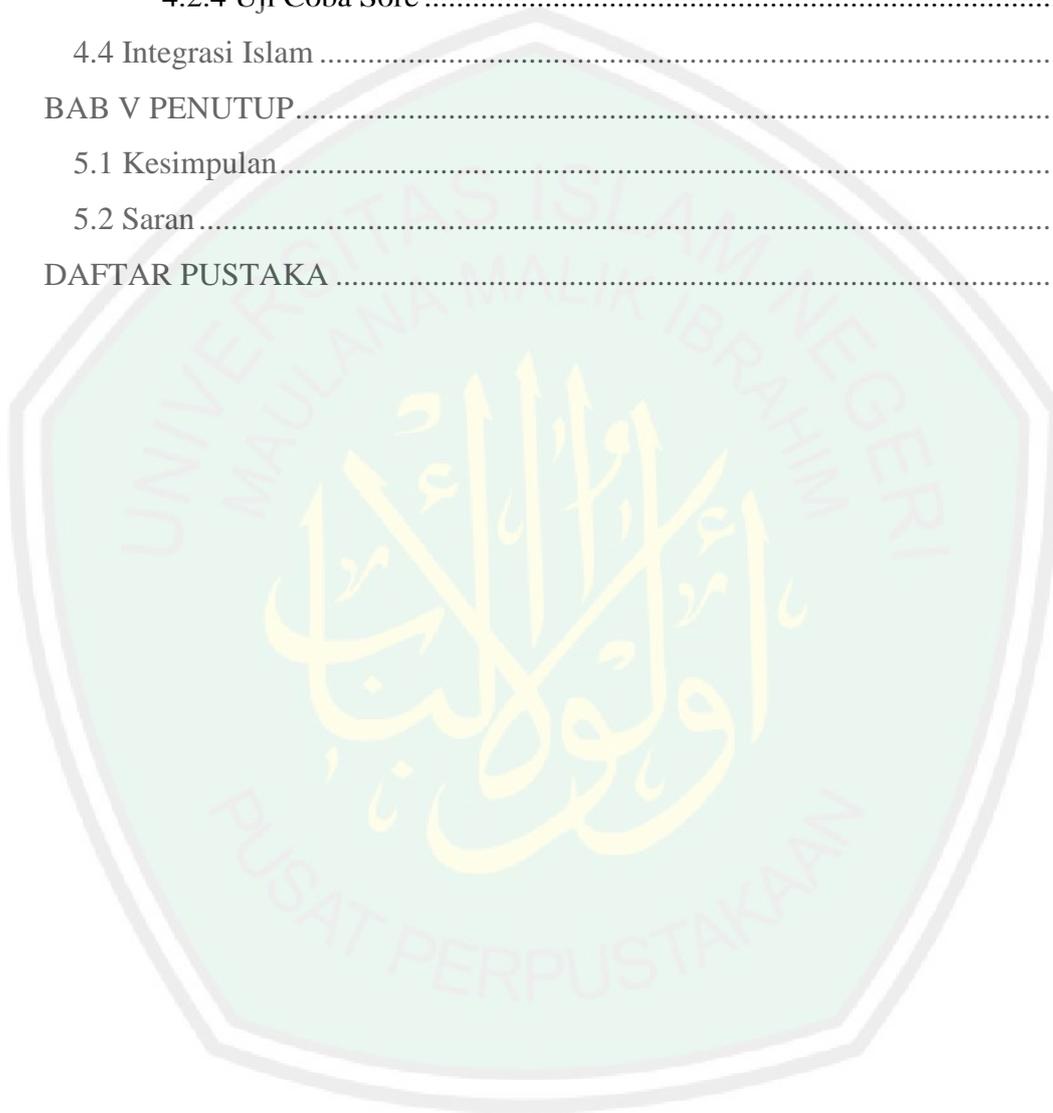
(HR Muslim)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
KATA PENGANTAR	vi
MOTO.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR <i>SOURCE CODE</i>	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Mikro Kontroller Arduino Mega2560	7
2.2 Sensor	8
2.2.1 Sensor Cahaya LDR	9
2.2.2 Sensor Suhu DS18B20	11
2.3 Dimmer.....	12
2.4 Motor Servo.....	15
2.5 Motor Stepper.....	17
2.6 Modul Bluetooth HC-05.....	19
2.7 Modul Relay	21

2.8 Logika Fuzzy	22
2.8.1 Pengertian Logika Fuzzy	22
2.8.2 Himpunan Fuzzy	23
2.8.3 Fungsi Keanggotaan Fuzzy	25
2.8.4 Fuzzy Mamdani	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Analisa Kebutuhan Sistem	32
3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras	32
3.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	32
3.2 Disain Sistem.....	33
3.2.1 Diagram Blok	33
3.2.2 Alur Sistem Otomasi dan Monitoring	34
3.2.3 Proses Fuzzy Sistem Otomasi	35
3.2.4 Disain Interface Monitoring pada Android	36
3.3 Implementasi Metode Fuzzy Mamdani	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Implementasi Disain Sistem	54
4.1.1 Implementasi Otomasi Hardware	54
4.1.2 Implementasi Monitoring Android	57
4.1.2.1 Tampilan Home	57
4.1.2.2 Tampilan Monitoring Light	58
4.1.2.3 Tampilan Monitoring Temperature	60
4.1.2.4 Tampilan About.....	61
4.2 Implementasi Fuzzy Mamdani	61
4.2.1 Input.....	62
4.2.2 Nilai Keanggotaan	62
4.2.2.1 Keanggotaan Cahaya	62
4.2.2.2 Keanggotaan Suhu.....	64
4.2.3 Fungsi Implikasi	65
4.2.4 Komposisi Aturan.....	66
4.2.4.1 Lampu.....	66
4.2.4.2 Kipas.....	67

4.2.5 Defuzzyfikasi.....	70
4.3 Hasil Uji Coba.....	72
4.2.4 Uji Coba Pagi.....	72
4.2.4 Uji Coba Siang.....	74
4.2.4 Uji Coba Sore.....	76
4.4 Integrasi Islam.....	80
BAB V PENUTUP.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Mega 2560	8
Gambar 2.2 Sensor Cahaya LDR	9
Gambar 2.3 Sensor Suhu DS18B20	11
Gambar 2.4 Rangkaian sensor DS18B20 dengan Mikrokontroler Arduino Uno	12
Gambar 2.5 Dimmer	13
Gambar 2.6 Motor Servo	16
Gambar 2.7 Motor Stepper	19
Gambar 2.8 Modul Bluetooth HC-05	20
Gambar 2.9 Modul Relay	21
Gambar 2.10 Representasi Linier	26
Gambar 2.11 Representasi Segitiga	26
Gambar 2.12 Representasi Trapesium	27
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	31
Gambar 3.2 Blok Diagram	33
Gambar 3.3 Diagram Alur Sistem Otomasi dan Monitoring	34
Gambar 3.4 Proses Fuzzy Sistem Otomasi	35
Gambar 3.5 Menu Utama Monitoring Android	36
Gambar 3.6 Monitoring Cahaya	37
Gambar 3.7 Monitoring Suhu	37
Gambar 3.8 Derajat Keanggotaan Suhu	38
Gambar 3.9 Derajat Keanggotaan Cahaya	39
Gambar 3.10 Keanggotaan Output Motor Stepper	40
Gambar 3.11 Keanggotaan Output Motor Servo	41
Gambar 3.12 Pola Output Fuzzy pada Lampu	50
Gambar 3.13 Pola Output Fuzzy pada Kipas	50
Gambar 4.1 Sistem Otomasi	54
Gambar 4.2 Sensor LDR diletakkan didekat cendela	56
Gambar 4.3 Sensor DS18B20 diletakkan di sudut ruangan	56
Gambar 4.4 Tampilan Home	57
Gambar 4.5 Tampilan Monitoring Cahaya	58
Gambar 4.6 Tampilan Monitoring Suhu	60
Gambar 4.7 Tampilan About	61
Gambar 4.8 Grafik Output yang Dihasilkan	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Output Keanggotaan <i>Fuzzy Servo</i>	40
Tabel 3.2 Output Keanggotaan <i>Fuzzy Stepper</i>	41
Tabel 4.1 Uji Coba Pukul 05.20	72
Tabel 4.2 Uji Coba Pukul 05.45	72
Tabel 4.3 Uji Coba Pukul 06.12	73
Tabel 4.4 Uji Coba Pukul 06.30	73
Tabel 4.5 Uji Coba Pukul 06.45	74
Tabel 4.6 Uji Coba Pukul 11.30	74
Tabel 4.7 Uji Coba Pukul 12.25	74
Tabel 4.8 Uji Coba Pukul 13.00	75
Tabel 4.9 Uji Coba Pukul 13.40	75
Tabel 4.10 Uji Coba Pukul 16.25	76
Tabel 4.11 Uji Coba Pukul 17.00	76
Tabel 4.12 Uji Coba Pukul 17.35	76
Tabel 4.13 Uji Coba Pukul 18.15	77

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 4.1 Permintaan Izin Menyalakan Bluetooth.....	59
Kode Sumber 4.2 Alamat UUID Bluetooth	59
Kode Sumber 4.3 Menampilkan data dari arduino ke android	59
Kode Sumber 4.4 Mengambil Data Suhu Oleh Sensor DS 18B20 dan Data Itensitas Cahaya Oleh Sensor LDR.....	62
Kode Sumber 4.5 Keanggotaan Fuzzy Itensitas Cahaya	62
Kode Sumber 4.6 Proses Pencarian Keanggotaan Fuzzy dari Input yang Diperoleh Sensor LDR.....	63
Kode Sumber 4.7 Fungsi Keanggotaan Fuzzy Suhu.....	64
Kode Sumber 4.8 Proses Pencarian Keanggotaan Fuzzy dari Input yang Diperoleh Sensor DS18B20	65
Kode Sumber 4.9 Proses Fungsi Implikasi Menggunakan Metode Min	66
Kode Sumber 4.10 Komposisi Aturan Lampu Menggunakan Metode Max	67
Kode Sumber 4.11 Komposisi Aturan Kipas Menggunakan Metode Max	68
Kode Sumber 4.12 Menentukan Batas Area.....	69
Kode Sumber 4.13 Menentukan Batas Area.....	69
Kode Sumber 4.14 Mencari Nilai Momentum.....	71
Kode Sumber 4.15 Mencari Nilai Luas Area.....	71
Kode Sumber 4.16 Mencari Nilai Centroid	72

ABSTRAK

Yudi Mardana, Fadzila 2016 **Otomasi dan Monitoring Pengendalian Suhu dan Pencahayaan Ruang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing(I) Yunifa Miftachul Arif M.T (II) A'la Syauqi M.Kom

Kata Kunci : Otomasi, Monitoring, Arduino, Android, *Bluetooth*, *Fuzzy Mamdani*

Penelitian ini bertujuan untuk membuat seperangkat alat yang dapat mengendalikan suhu dan cahaya secara otomatis melalui media kipas dan lampu pijar. Alat tersebut akan membaca tingkat tinggi rendahnya suhu dan intensitas cahaya secara *real time* dengan menggunakan sensor ds18B20 sebagai pengambil data suhu dan sensor LDR sebagai pengambil data intensitas cahaya. Data yang telah diambil, akan diproses oleh mikrokontroler arduino mega 2560 menggunakan metode *fuzzy mamdani* yang telah dimasukkan dalam *data sheet* arduino tersebut. Data yang diambil oleh sensor tersebut akan diolah hingga menghasilkan output derajat putar motor servo dan jumlah langkah motor stepper. Motor servo akan menggerakkan potensiometer pada dimmer yang mengendalikan kipas. Sedangkan motor stepper akan menggerakkan potensiometer pada dimmer yang mengendalikan lampu. Selain membuat sistem otomasi, pada penelitian ini juga terdapat sistem monitoring. Dalam sistem monitoring, user dapat melihat besar kecilnya tingkat suhu dan intensitas cahaya menggunakan perangkat smartphone android. Ketika user membuka aplikasi monitoring pada android, dan memilih suhu atau cahaya yang akan di monitoring, maka *device* akan otomatis berkomunikasi dengan arduino melalui media transmisi *bluetooth*. Modul yang digunakan oleh arduino untuk berkomunikasi dengan device android adalah modul *bluetooth* HC-05. Dalam penelitian ini, sistem otomasi berjalan dengan baik. Hasil perhitungan sistem memiliki keakuratan yang tinggi. Dalam mengukur keakuratan perhitungan sistem, peneliti melakukan perbandingan tiga wilayah waktu hasil ujicoba dengan perhitungan pada matlab. Hasil rata – rata selisih perbandingan yang dilakukan pada pagi sebesar 1.5, pada waktu siang 0.8, pada waktu sore 1.05. Dari hasil perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwasannya metode fuzzy mamdani dapat di implementasikan dan berjalan sesuai dengan keinginan.

ABSTRACT

Yudi Mardana, Fadzila 2016 **Automation and Monitoring of Temperature Control and Room Lighting Using Fuzzy Mamdani Method**. Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Department, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Adviser (I) Yunifa Miftachul Arif M.T (II) A'la Syauqi M.Kom

Keywords: Automation, Monitoring, Arduino, Android, Bluetooth, Fuzzy Mamdani

This research aims to create a set of tools that can control the temperature and light automatically through the media fan and incandescent lamps. The tool will read the level of high and low temperature and light intensity in real time by using sensor DS18B20 as temperature data and sensor maker LDR as a data taker light intensity. The data has been taken, will be processed by the arduino Mega 2560 microcontroller using fuzzy mamdani which have been included in the data sheet arduino. Data captured by the sensors will be processed to produce output degree rotary servo motors and stepper motor step number. Servo motors will move the potentiometer on dimmers that control the fan. While the stepper motor will move the potentiometer in dimmer that controls the lights. In addition to making the automation system, in this study there is also a monitoring system. In the monitoring system, the user can see the size and temperature levels of light intensity using android smartphone devices. When a user opens an application monitoring on android, and select a temperature or light will be on monitoring, then the device will automatically communicate with arduino via bluetooth transmission media. Module used by arduino to communicate with the android device is bluetooth module HC-05. In this study, the automation system running well. The result of the calculation system has a high accuracy. In measuring the accuracy of the calculation system, researchers conducted a comparison of the three regions with the calculation results of the trial period in matlab. Results Average different comparison is done on the morning of 1.5, at 0.8 times of the day, at 1.05 in afternoon. From the results of these comparisons, it can be concluded that mamdani fuzzy method can be implemented and run in accordance with the wishes.

ملخص

يودى مردنا، فضيلا 2016 أتمتة و إرصاد في مراقبة درجة الحرارة وإضاءة الغرفة بإستعمال الطريقة فوززي ممداني. البحث. قسم تقنية المعلوماتية كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق.
المشرفين: (1) يونيفا مفتاح العارف الماجستير، (2) أعلى شوقي الماجستير

كلمات الرئيسية: أتمتة، إرصاد، اردوينو، الروبوت، وتقنية بلوتوث، فوززي ممداني

يهدف هذا البحث إلى إنشاء مجموعة من الأدوات التي يمكن التحكم في درجة الحرارة والضوء تلقائيا من خلال مروحة وسائل الإعلام وهاج المصاييح. فإن أداة قراءة مستوى درجة الحرارة العالية والمنخفضة وشدة الضوء في الوقت الحقيقي باستخدام جهاز استشعار DS18B20 عن بيانات درجة الحرارة وصانع استشعار LDR صناعة البيانات شدة الضوء. سيتم معالجة اتخذت البيانات، من قبل اردوينو ميغا 2560 متحكم باستخدام ممداني غامض التي أدرجت في اردوينو ورقة البيانات. سيتم معالجة البيانات التي تم التقاطها بواسطة أجهزة استشعار لإنتاج درجة إنتاج أجهزة المحركات الدوارة والسائر المحركات رقم الخطوة. وأجهزة المحركات نقل الجهد على المخفتات التي تتحكم في مروحة. في حين أن المحرك السائر سينتقل الجهد في باهتة التي تسيطر على أضواء. بالإضافة إلى جعل نظام التشغيل الآلي، في هذه الدراسة هناك أيضا نظام مراقبة. في نظام الرصد، يمكن للمستخدم الاطلاع على حجم لمستوى درجة الحرارة وشدة الضوء باستخدام أجهزة الهاتف الذكي الروبوت. عندما يفتح المستخدم للرصد التطبيق على الروبوت، واختيار درجة الحرارة أو الضوء سوف يكون على المراقبة، ثم سيقوم

الجهاز تلقائيا التواصل مع اردوينو عبر وسائط نقل بلوتوث. وحدة تستخدم من قبل اردوينو على التواصل مع جهاز الروبوت هي وحدة بلوتوث HC-05. في هذه الدراسة، ونظام التشغيل الآلي تسير على ما يرام. نتيجة لنظام حساب لديها درجة عالية من الدقة. في قياس دقة نظام حساب، أجرى الباحثون مقارنة بين المناطق الثلاث مع نتائج حساب فترة التجربة في ماتلاب. متوسط النتائج - يتم متوسط مقارنة بمامش صباح يوم 1.5، 0.8 مرات في اليوم، في الساعة 1.05. من نتائج هذه المقارنات، فإنه يمكن استنتاج أن أسلوب غامض ممداني يمكن تنفيذها وتشغيلها وفقا للطلبات.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan manusia akan teknologi semakin berkembang. Perkembangan teknologi yang sangat pesat sangat memudahkan masyarakat dalam mengatasi berbagai masalah yang ada. Salah satu contohnya yaitu dalam mengatasi masalah pada sistem otomasi dan monitoring ruangan. Pada keseharian masyarakat saat ini, masyarakat masih menyalakan lampu atau peralatan lainnya secara manual. Apalagi harus menyalakan atau mematikan lampu dalam satu gedung yang memiliki banyak ruangan, tentunya hal tersebut menyita waktu dan kurang efisien. Dengan menerapkan sistem otomasi dan monitoring, masyarakat akan lebih mudah dalam melakukan aktifitas keseharian. sistem otomasi dapat diterapkan dalam berbagai perangkat dan alat, seperti penerangan dan pengendali suhu ruangan.

Indonesia merupakan negara yang terboros dalam pemakaian listrik di ASEAN. Data ASEAN Centre for Energy (ACE) juga menyebutkan Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi paling besar untuk melakukan penghematan tenaga listrik akibat tingkat pemborosan energi listrik yang relatif tinggi selama ini. Pasokan listrik di Indonesia sendiri kini dalam status siaga karena cadangan yang tersisa tidak banyak tersedia (Hildegardis Cornelia, 2012).

Menurut data Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, tingkat konsumsi listrik per kapita masyarakat Indonesia cukup tinggi dibandingkan negara tetangga. Tingkat konsumsi per kapita rata-rata masyarakat Indonesia per tahun sebesar 528,87kWh/tahun, angka ini lebih tinggi

dibanding Filipina yang sebesar 494,34 kWh/tahun, Laos 338,58 kWh/tahun, Kamboja sebesar 117,64 kWh/tahun, dan Myanmar 69,51 kWh/tahun. Oleh karena itu, penghematan energi sangat diperlukan dalam menekan pemborosan listrik yang terjadi.

Menurut ESDM (Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral) pemborosan energi secara umum sekitar 80 persen oleh faktor manusia dan 20 persen disebabkan oleh faktor teknis.. Pemborosan listrik yang dilakukan masyarakat biasanya disebabkan karena masyarakat tidak memahami betapa pentingnya berhemat listrik demi kelangsungan hidup, seperti membiarkan listrik yang tidak digunakan tetap menyala (Astuti Yulia, 2010).

Dari keterangan diatas, diketahui bawasannya penggunaan energi listrik di Indonesia sangatlah boros dan berlebihan. Dalam Al-Qur'an, surah al-an'am ayat 141 telah diterangkan bawasannya

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُ
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ كُلُوا مِن ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ يَوْمَ
حَصَادِهِ ۗ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah,

dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (QS. Al-'An`am [6] : 141).

Kita sebagai umat Islam diajarkan untuk tidak melakukan hal-hal yang berlebih-lebihan. Dalam Al-Quran, umat Islam diajak untuk menjauhi sifat boros dan berlebih-lebihan. Membiarkan lampu tetap menyala di siang hari merupakan salah satu perilaku boros dalam penggunaan energi listrik. Apalagi telah diketahui bawasannya Negara kita merupakan Negara terboros listrik se asean.

Berdasarkan permasalahan tersebut sebagai upaya dalam mempermudah aktivitas masyarakat dan meningkatkan penghematan penggunaan listrik, penulis melakukan penelitian sistem otomasi dan monitoring pengendalian suhu dan pencahayaan ruang menggunakan metode fuzzy mamdani. Fuzzy mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min. metode ini dikenalkan oleh ebrahim mamdani pada tahun 1975 (Kusuma Dewi, 2013). Sistem ini mampu mengontrol pencahayaan dan suhu udara dalam ruangan sesuai kondisi ruangan secara *real time*. Dalam menentukan output, sistem akan mengambil data suhu dan cahaya melalui sensor, data yang telah diambil akan diproses menggunakan metode fuzzy mamdani yang akan melewati empat tahapan di dalamnya. Pertama pembentukan himpunan fuzzy, kedua aplikasi fungsi implikasi, ketiga komposisi aturan, yang terakhir penegasan. Dalam suatu contoh, saat ini kondisi suatu ruangan cahaya redup dan suhu panas, maka sistem ini akan memberikan respon menyalakan lampu dengan intensitas redup, dan blower sangat cepat.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka identifikasi masalah adalah bagaimana menerapkan metode fuzzy mamdani pada mikrokontroler arduino mega 2560 dalam pembuatan *prototype* implementasi otomasi pengendalian suhu dan pencahayaan ruang pada jaringan listrik SR (Sambungan Rumah)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan konsep dan cara kerja metode fuzzy mamdani pada mikrokontroler arduino mega 2560 dalam pembuatan *prototype* implementasi otomasi pengendalian suhu dan pencahayaan ruang pada jaringan listrik SR (Sambungan Rumah).

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan adanya sistem otomasi dan monitoring ini, Peneliti berharap penelitian ini dapat membantu meringankan aktivitas masyarakat, serta membantu melakukan penghematan konsumsi energi listrik untuk perumahan.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memberikan beberapa batasan yang berhubungan dengan komponen-komponen hardware dan software yang akan digunakan :

- a. Hardware yang dikendalikan adalah lampu pijar/dop dan kipas blower.
- b. Smartphone menggunakan sistem operasi android.
- c. Smartphone hanya sebagai media monitoring suhu dan pencahayaan.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian serta sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori serta karya ilmiah yang berhubungan dengan proses serta metode yang digunakan untuk penelitian yang diambil dari berbagai sumber seperti buku, e-book, jurnal, skripsi serta situs internet yang valid.

Bab III Perancangan dan Implementasi Sistem

Bab ini menjelaskan tentang rancangan penelitian, dimulai dari rancangan alat dan bahan yang digunakan untuk membangun rangkaian, rancangan dalam pembuatan sistem sehingga munculnya sebuah output monitoring dan desain sistem yang akan digunakan.

Bab IV Uji Coba dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil implementasi alat, hasil implementasi metode pada objek, dan hasil uji coba pada perangkat dan sistem, serta integrasi sistem dengan islam

Bab V Penutup

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk memperbaiki sistem dengan harapan supaya sistem menjadi lebih baik



BAB II

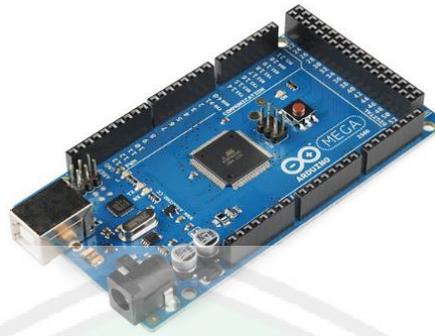
KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang teori-teori yang menjadi dasar dari penelitian. Teori-teori tersebut meliputi mikrokontroler arduino mega, sensor suhu dan sensor cahaya, rangkaian dimmer, modul *Bluetooth*, dan *fuzzy mamdani*.

2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data (Abdul Kadir, 2013).

Arduino merupakan sebuah platform komputasi fisik yang bersifat open source dimana Arduino memiliki *input/output (I/O)* yang sederhana yang dapat dikontrol menggunakan bahasa pemrograman. Arduino dapat dihubungkan keperangkat seperti komputer. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino adalah bahasa pemrograman C yang telah disederhanakan dengan fitur-fitur dalam library sehingga cukup membantu dalam pembuatan program. (Sutris Astari, 2013).



Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler ATmega2560 berdasarkan (datasheet) memiliki 54 digital pin *input / output*, dimana 15 dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai analog *input*, 4 pin UART (hardware port serial), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Arduino mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk arduino duemilanove atau arduino diecimilia. Ukuran arduino mega 2560 dua kali lipat ukuran arduino uno. Hal ini terjadi karena begitu banyaknya pin yang tersedia sebagai *input* dan *output* (Juandi Feri, 2011).

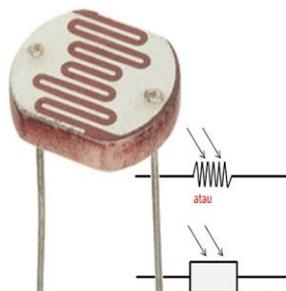
2.2 Sensor

Pengertian Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor sendiri adalah komponen penting pada berbagai peralatan. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui magnitude. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin traducere Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Energi yang diolah bertujuan untuk menunjang daripada kinerja piranti yang menggunakan sensor itu sendiri.

Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Sensor yang sering menjadi digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya atau sinar, sensor suhu dan sensor tekanan (Abdul kadir, 2013).

2.2.1 Sensor Cahaya (LDR)

Light Dependent Resistor atau yang biasa disebut LDR adalah jenis resistor yang nilainya berubah seiring intensitas cahaya yang diterima oleh komponen tersebut. Biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. *Light* Dependent Resistor, terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang (widodo, 2010).



Gambar 2.2 Sensor Cahaya LDR

Pada sisi bagian atas LDR terdapat suatu garis atau jalur melengkung yang menyerupai bentuk kurva. Jalur tersebut terbuat dari bahan cadmium sulphida yang sangat sensitiv terhadap pengaruh dari cahaya. Jalur cadmium sulphida yang terdapat pada LDR. Jalur cadmium sulphida dibuat melengkung menyerupai kurva agar jalur tersebut dapat dibuat panjang dalam ruang (area) yang sempit. Cadmium sulphida (CdS) merupakan bahan semi-konduktor yang memiliki gap energi antara elektron konduksi dan elektron valensi. Ketika cahaya mengenai cadmium sulphida, maka energi proton dari cahaya akan diserap sehingga terjadi perpindahan dari band valensi ke band konduksi. Akibat perpindahan elektron tersebut mengakibatkan hambatan dari cadmium sulphida berkurang dengan hubungan kebalikan dari intensitas cahaya yang mengenai LDR

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahayatertentu kedalam suatu ruangan yang gelap sekali, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga dikegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam $K \Omega / \text{detik}$. untuk LDR type arus harganya lebih besar dari $200 K \Omega / \text{detik}$ (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arahsebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktukurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2.2.2 Sensor Suhu DS18B20

Wardana Kusuma (2014) mengatakan Sensor suhu DS18B20 adalah sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-Wire. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air, cocok digunakan sebagai sensor di luar ruangan / pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi. Sensor DS18B20 merupakan sebuah sensor suhu dimana akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran memiliki kestabilan yang jauh lebih baik dari sensor LM35.



Gambar 2.3 Sensor Suhu DS18B20

Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dari sensor suhu DS18B20. Protokol 1-Wire hanya membutuhkan 1 kabel koneksi (selain ground) untuk mentransmisikan data. Berikut ini adalah ringkasan fitur dari IC DS18B20:

- a. Antarmuka 1-Wire yang hanya membutuhkan 1 pin I/O untuk komunikasi data.
- b. Tidak membutuhkan komponen eksternal tambahan selain 1 buah pull-up resistor, artinya hanya menambahkan sebuah resistor yang tersambung dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20

- c. Dapat mengukur suhu antara -55°C hingga 125°C dengan akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C s.d. $+85^{\circ}\text{C}$
- d. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750 ms
- e. memiliki 3 pin yang terdiri dari +5V, Ground dan Data *Input/Output*

Berikut ini adalah contoh cara menyambungkan Sensor DS18B20 ke mikrokontroller arduino uno:



Gambar 2.4 Rangkaian sensor DS18B20 dengan Mikrokontroler Arduino

2.3 Dimmer

Dimmer berfungsi untuk mengatur tingkat intensitas cahaya penerangan. Rangkaian ini bisa diatur mulai dari yang mati ke redup sampai nyala lampu yang terang. Dan juga bisa membuat rangkaian dimmer pengatur nyala lampu dengan pola sederhana. Di dalam rangkaian dimmer ini, terdapat 3 komponen penting guna mengatur kerja dimmer ini. Komponen *TRIAC* berfungsi untuk mengatur besaran tegangan AC yang masuk ke perangkat lampu ini. Sementara komponen *DIAC* dan *VR* berfungsi untuk mengatur bias *TRIAC* guna menentukan titik on dan off pada komponen *TRIAC* ini (Suwito Budi, 2012). Potensiometer berfungsi

sebagai sensor mekanis pengatur besar kecilnya lampu atau transduser pasif yang perlu mendapatkan daya dari luar.



Gambar 2.5 Dimmer

Rangkaian dimmer cocok di pakai untuk lampu pijar. Jika digunakan untuk lampu neon atau TL, dan juga lampu hemat energi, rangkaian ini tidak bisa bekerja sempurna. Bahkan rangkaian dimmer akan mengalami kerusakan pada rangkaian dimmer tersebut. Rangkaian dimmer lampu pijar pada gambar diatas dapat digunakan untuk jaringan listrik PLN 220VAC.

Beberapa komponen yang dipakai dalam rangkaian dimmer lampu adalah sebagai berikut:

1. Potensiometer 220K
2. TRIAC BT138
3. DIAC BR100
4. Resistor 1K
5. Kapasitor milar
6. Multiturn
7. Heatshink
8. Lampu Pijar

9. Steker

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor pada dimmer lampu.

TRIAC atau Triode for Alternating Current (Trioda untuk arus bolak-balik) adalah salah satu thyristor yang memiliki karakteristik bidirectional. Karakter bidirectional tersebut karena *TRIAC* dapat mengalirkan arus dalam 2 arah dari Anoda ke Katoda atau sebaliknya dari Katoda ke Anoda. *TRIAC* dapat mengalirkan arus listrik 2 arah (bidirectional) karena struktur *TRIAC* seperti 2 buah SCR yang arahnya bolak-balik kemudian dijadikan satu dengan gate disatukan. Hal tersebut membuat *TRIAC* sangat cocok untuk mengendalikan tegangan AC, memungkinkan pengendalian arus yang sangat tinggi dengan arus kendali yang sangat rendah. Intensitas nyala lampu pada rangkaian lampu dimmer dengan *TRIAC* dikontrol dengan cara mengatur arus yang diberikan ke bola lampu melalui *TRIAC*. Secara teknis pengontrolan intensitas cahaya lampu dilakukan dengan mengatur tuas potensiometer. Arus *output* pada lampu dikendalikan oleh tegangan gate *TRIAC* melalui DIAC dari *output* pembagi tegangan potensiometer. Semakin tinggi tegangan yang diberikan ke gate *TRIAC* maka arus yang diberikan ke beban akan semakin besar. Untuk beban lampu yang besar *TRIAC* TR1 BT138 membutuhkan pendingin (heat sink) kecil untuk meredam panas yang timbul karena kerja *TRIAC* (saptiningsih ika, 2014).

Pada prinsipnya rangkaian dimmer ini mengatur tegangan yang diberikan untuk menyalakan lampu pijar menggunakan *TRIAC* sebagai komponen utama. Semakin besar tegangan gate *TRIAC* maka semakin kuat intensitas cahaya yang dihasilkan. Pengaturan tegangan bias *TRIAC* dikendalikan oleh potensiometer. Rangkaian lampu dimmer dengan *TRIAC* ini bekerja dengan sumber tegangan AC 220 Volt yang berbahaya. Jangan menyentuh jalur rangkaian lampu dimmer pada saat rangkaian beroperasi (Suwito Budi, 2012).

2.4 *Motor Servo*

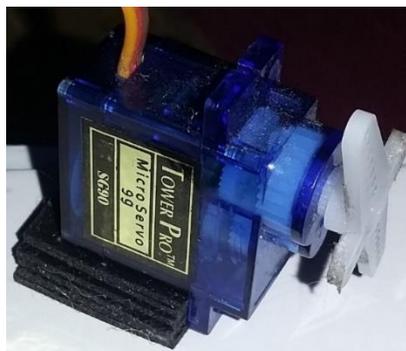
Menurut Darmanto (2014) mengatakan, *Motor servo* adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (*motor*) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (*servo*), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output motor*. *motor servo* merupakan perangkat yang terdiri dari *motor DC*, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros *motor DC* akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi *motor servo*, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat *motor* berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros *motor servo*.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada *motor servo* berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros *motor servo*. Penjelasan sederhananya, posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop

tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Ada dua jenis *motor servo*, yaitu *motor servo* AC dan DC. *Motor servo* AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan *motor servo* DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis *motor servo* yang terdapat di pasaran, yaitu *motor servo rotation 180°* dan *servo rotation continuous*.

- *Motor servo standard (servo rotation 180°)* adalah jenis yang paling umum dari *motor servo*, dimana putaran poros *output* terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°.
- *Motor servo rotation continuous* merupakan jenis *motor servo* yang sebenarnya sama dengan jenis *servo standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.



Gambar 2.6 *Motor Servo*

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros *motor servo*. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros *motor servo* ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros *motor servo* akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros *motor servo* akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka *motor servo* akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating torsi servo*). Namun *motor servo* tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros *motor servo* tetap bertahan pada posisinya (darmanto, 2014).

2.5 *Motor Stepper*

Dalam artikelnya Himawan (2013) mengatakan, *Motor stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. *Motor stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada *motor*. Karena itu, untuk menggerakkannya

diperlukan pengendali *motor stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan *motor stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan *motor* DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah

- Sudut rotasi *motor* proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- *Motor* dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
- Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, berhenti dan berbalik (perputaran)
- Sangat *realibel* karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan *rotor* seperti pada *motor* DC
- Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
- Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

Motor stepper merupakan perangkat pengendali yang mengkonversikan bit-bit masukan menjadi posisi *rotor*. Bit-bit tersebut berasal dari terminal-terminal *input* yang ada pada *motor stepper* yang menjadi kutub-kutub magnet dalam *motor*. Bila salah satu terminal diberi sumber tegangan, terminal tersebut akan mengaktifkan kutub di dalam magnet sebagai kutub utara dan kutub yang tidak diberi tegangan sebagai kutub selatan. Dengan terdapatnya dua kutub di dalam *motor* ini, *rotor* di dalam *motor* yang memiliki kutub magnet permanen akan mengarah sesuai dengan kutub-kutub *input*. Kutub utara *rotor* akan

mengarah ke kutub selatan *stator* sedangkan kutub selatan *rotor* akan mengarah ke kutub utara *stator*.



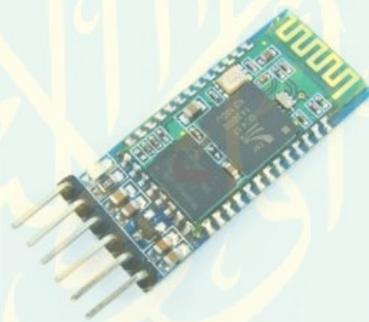
Gambar 2.7 Motor Stepper

Prinsip kerja *motor stepper* mirip dengan *motor DC*, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila *motor DC* memiliki magnet tetap pada *stator*, *motor stepper* mempunyai magnet tetap pada *rotor*. Adapun spesifikasi dari *motor stepper* adalah banyaknya fasa, besarnya nilai derajat per step, besarnya volt tegangan catu untuk setiap lilitan, dan besarnya arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan.

Motor stepper tidak dapat bergerak sendiri secara kontinyu, tetapi bergerak secara diskrit per-step sesuai dengan spesifikasinya. Untuk bergerak dari satu step ke step berikutnya diperlukan waktu dan menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Salah satu karakteristik *motor stepper* yang penting yaitu adanya torsi penahan, yang memungkinkan *motor stepper* menahan posisinya yang berguna untuk aplikasi *motor stepper* dalam yang memerlukan keadaan start dan stop.

2.6 Modul Bluetooth HC-05

Menurut Mario Johanes dalam jurnalnya menjelaskan bawasannya, Modul *bluetooth HC-05* merupakan module komunikasi nirkabel pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan koneksi bisa sebagai slave, ataupun sebagai master. Sangat mudah digunakan dengan mikrokontroler untuk membuat aplikasi wireless. *Interface* yang digunakan adalah serial RXD, TXD, VCC dan GND. Built in LED sebagai indikator koneksi *bluetooth*. Modul *Bluetooth HC-05* memiliki kemampuan berkomunikasi secara serial dengan protokol standar *Bluetooth* versi 2.0. Papan Inti *HC-05* (menggunakan chipset CSR BC417) sudah dipasangkan dengan adapter koneksi (*back-plane break-out board*) sehingga mudah untuk digunakan, cukup menghubungkan modul ini dengan kabel koneksi.



Gambar 2.8 Modul *Bluetooth HC-05*

Modul *HC-05* memiliki dua modus kerja: modus eksekusi manual (merespons saat diperintahkan) dan modus koneksi otomatis. Modul koneksi ini dapat dipilih lewat PIN (PIO.11) pada papan inti, yang mana pada modul ini sudah diset ke mode eksekusi manual. Pada moda eksekusi manual, modul ini dioperasikan lewat perintah AT (AT commands) yang dikirimkan secara serial. Koneksi secara default diset di kecepatan 9,600 bps (bisa dikustomisasi antara 1200 bps hingga 1,35 Mbps). Berbeda dengan *HC-06* 4-pin yang hanya bisa

berperan sebagai *slave device*., *module HC-05/BO* dengan 6 pin I/O ini dapat berperan juga sebagai *bluetooth master device* (Harianto, 2009).

Tegangan *input* antara 3.6 ~ 6V, jangan menghubungkan dengan sumber daya lebih dari 7V. Arus saat unpaired sekitar 30mA, dan saat paired (terhubung) sebesar 10mA. 4 pin *interface* 3.3V dapat langsung dihubungkan ke berbagai macam mikrokontroler (khusus Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM, MSP430, etc.). Jarak efektif jangkauan sebesar 10 meter, meskipun dapat mencapai lebih dari 10 meter, namun kualitas koneksi makin berkurang. Catu daya untuk modul ini sebesar 3v3 (untuk pengguna Arduino, Anda bisa meyambungkan keluaran 3v3 ke pin Vcc pada modul ini). Besar arus yang digunakan antara 8 mA (saat komunikasi) hingga 30 mA saat proses pairing (Rofiq Muhammad, 2014).

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus / tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A / AC 220 V) dengan memakai arus / tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A / 12 Volt DC). Penemu *relay* pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835.



Gambar 2.9 Modul Relay

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet *relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama *relay* elektro mekanik adalah sebagai berikut.

- Kumparan elektromagnet
- Saklar atau kontaktor
- Swing Armatur
- Spring (Pegas)

Pada saat elektromagnet tidak diberikan sumber tegangan maka tidak ada medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar *relay* tetap terhubung ke terminal NC (Normally Close) seperti terlihat pada gambar konstruksi diatas. Kemudian pada saat elektromagnet diberikan sumber tegangan maka terdapat medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar *relay* terhubung ke terminal NO (Normally Open)

2.8 Logika Fuzzy

2.8.1 Pengertian Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded sistem, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Sri Kusuma Dewi dkk, 2004).

Menurut suparman dalam bukunya “Komputer Masa Depan Pengenalan Artificial Intelligence”, Logika *fuzzy* atau Logika samar merupakan suatu sistem yang disusun oleh pakar matematika dan komputer yang bernama Lotfi Zadeh. Dalam metode ini, serangkaian bilangan mendapatkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1 untuk mengukur suatu keadaan seperti ketinggian, kecantikan, umur dan elemen-elemen lain yang sulit dipastikan. Jadi, di sini kita mempunyai himpunan yang tiap anggotanya mempunyai derajat keanggotaan tertentu

2.8.2 Himpunan *Fuzzy*

Dalam jurnalnya, Aryanto Hartoyo (2010) mengatakan Himpunan *fuzzy* adalah pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (linguistik variable), yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan, dalam semesta U . Keanggotaan suatu nilai pada himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya antara 0.0 sampai 1.0. Himpunan *fuzzy* didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan *real* pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran. Dalam proses inferensi atau penalaran. Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai fire strength atau α -predikat.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*

Menurut muhlis, variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

2. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik

(bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

3. Domain himpunan *fuzzy*

Keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif

2.8.3 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Menurut Sri Kusuma Dewi dkk, (2004), fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel *input* yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. *Rule-rule* menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

1. Representasi linier

Pada representasi linear pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan *fuzzy* yang linear yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun

Pada linier naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

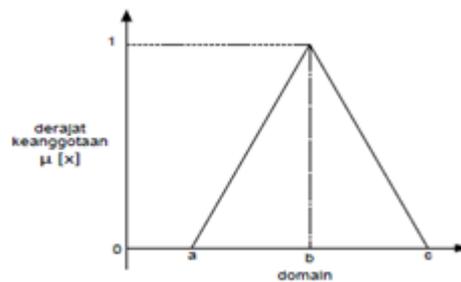


Gambar 2.10 Representasi Linier

2. Representasi kurva segitiga

Menurut ari dalam website nya informatika.web.id, fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya tiga parameter {a,b,c} yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis lurus. Adapun persamaan untuk bentuk segitiga ini adalah:

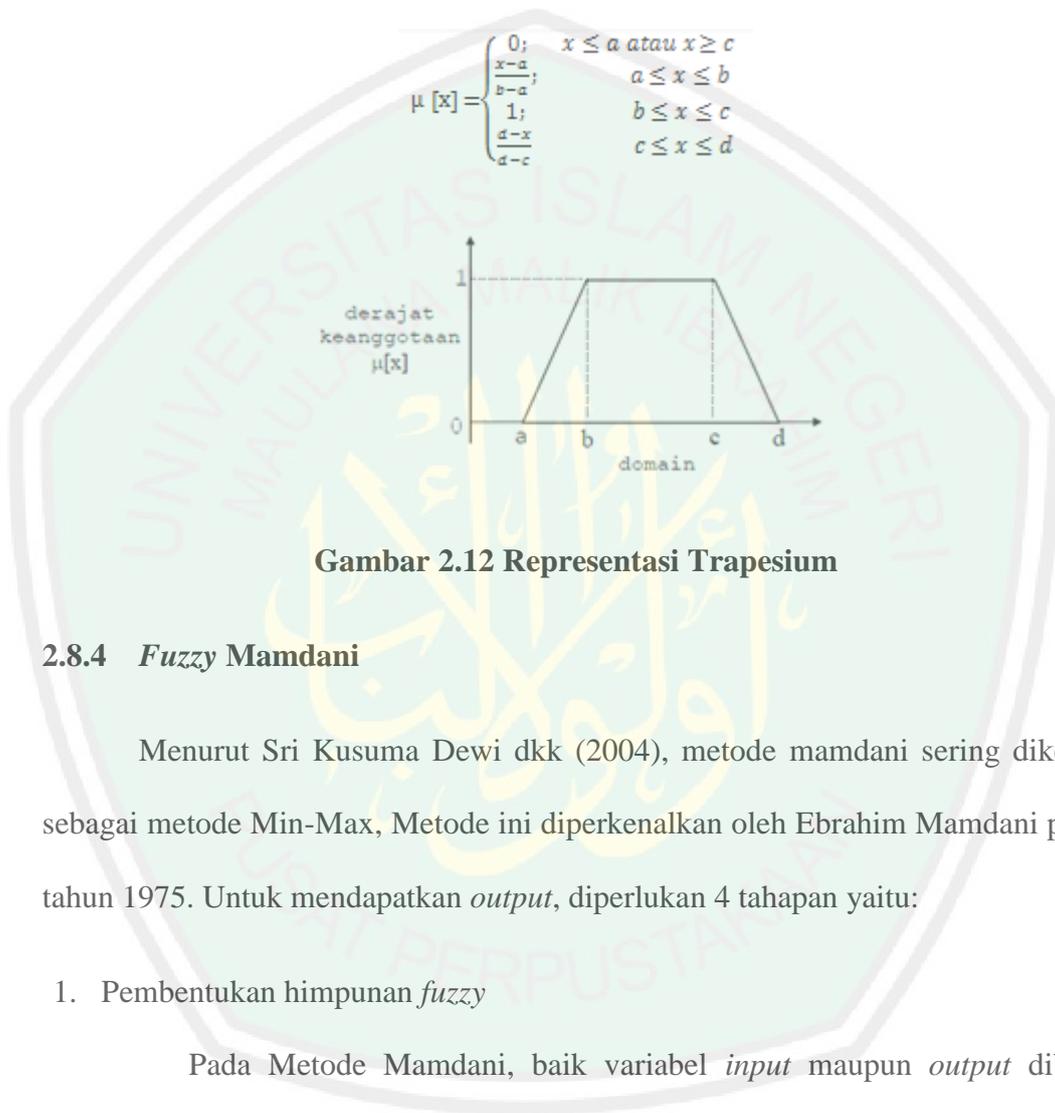
$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$



Gambar 2.11 Representasi Segitiga

3. Representasi kurva trapezium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1



Gambar 2.12 Representasi Trapezium

2.8.4 Fuzzy Mamdani

Menurut Sri Kusuma Dewi dkk (2004), metode mamdani sering dikenal sebagai metode Min-Max, Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan yaitu:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel *input* maupun *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Mengaplikasikan metode implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi aturan

- a. Metode Max

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

Dengan: $\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut :

- [R1] IF biaya produksi RENDAH and permintaan NAIK THEN produksi barang BERTAMBAH.
- [R2] IF biaya produksi STANDAR THEN produksi barang NORMAL.
- [R3] IF biaya produksi RENDAH and permintaan TURUN THEN produksi barang BERKURANG.

b. Metode additive (SUM)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i])$$

Dengan: $\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

c. Metode probabilistic

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow (\mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i]) - (\mu_{sf}[X_i] * \mu_{kf}[X_i])$$

dengan:

- $\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i
- $\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i
-

4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Input dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output*.

Ada beberapa macam metode *defuzzyfikasi* yang bisa dipakai untuk aturan Mamdani, antara lain :

a. Metode *Centroid*

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \qquad z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

Z_p sedemikian hingga
$$\int_{q_1}^p \mu(z) dz = \int_p^{q_2} \mu(z) dz$$

c. Metode *Mean of Maximum*

Pada metode ini solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum*

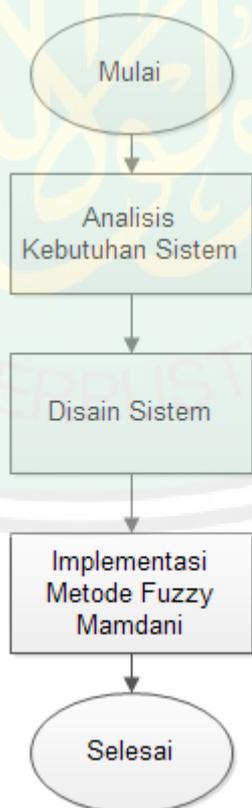
Pada metode ini solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum*

Pada metode ini solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai metodologi penelitian yang akan dilakukan, meliputi analisa kebutuhan sistem, disain sistem, prinsip kerja sistem dan implementasi metode *fuzzy* yang merupakan bagian dari skema sistem. Selain itu dalam bab ini pula akan dijelaskan tentang skenario pengguna serta desain *interface* android. Sistem yang dibangun merupakan sistem untuk pengendalian dan monitoring suhu dan cahaya pada ruangan secara otomatis. Adapun diagram blok prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah seperti yang tampak pada gambar 3.1. Sedangkan deskripsi masing-masing proses pada diagram blok akan dijelaskan pada sub bab komponen aplikasi.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.1. Analisa Kebutuhan Sistem

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti membutuhkan beberapa perangkat atau alat yang digunakan sebagai bahan penelitian. Kebutuhan tersebut meliputi kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

3.1.1. Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam penelitian ini, peneliti memerlukan perangkat keras (hardware) sebagai kebutuhan utama dalam membuat otomasi pengendali suhu dan cahaya.

Alat yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Mikro Kontroller Arduino mega 2560
2. Modul Dimmer
3. Modul *Bluetooth HC-05*
4. Sensor DS18B20
5. Sensor Cahaya LDR
6. *Motor Stepper*
7. *Motor Servo*
8. Lampu Pijar / dop
9. Kipas Blower
10. Kabel

3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak

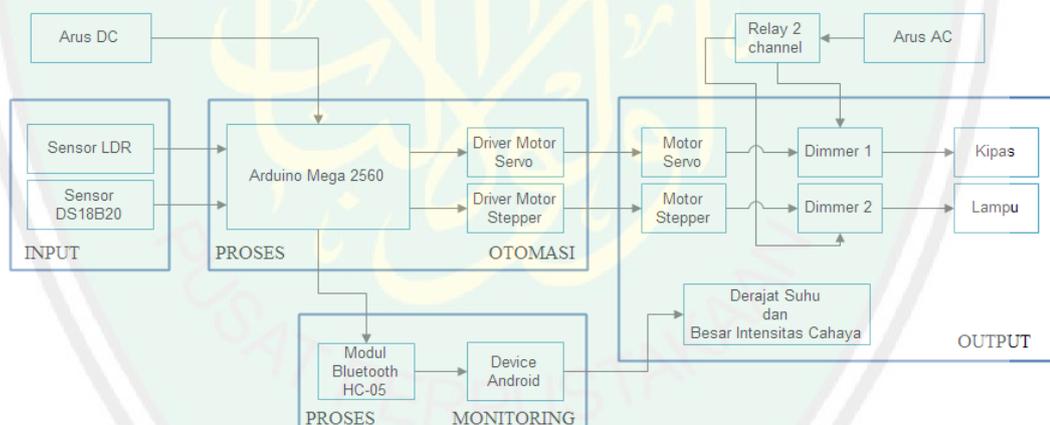
Untuk memrogram arduino serta membuat monitoring berbasis android, maka dibutuhkan software sebagai berikut:

1. IDE Arduino
2. Android Studio

3.2. Disain Sistem

Sistem otomasi dan monitoring ini merupakan sistem kendali cerdas yang mampu beradaptasi sesuai kondisi suatu ruangan. Pada sistem ini terdapat dua sensor yaitu sensor cahaya LDR dan sensor suhu DS18B20 yang digunakan untuk melihat kondisi ruangan tersebut. Kondisi yang dimaksud adalah kondisi suhu dan intensitas cahaya ruangan. Sensor tersebut dikendalikan oleh mikro kontroler arduino mega 2560. Didalam arduino dilakukan pengolahan data menggunakan logika *fuzzy* mamdani yang akan menentukan hasil kendali dari mikro kontroler arduino mega 2560 tersebut.

3.2.1. Diagram Blok

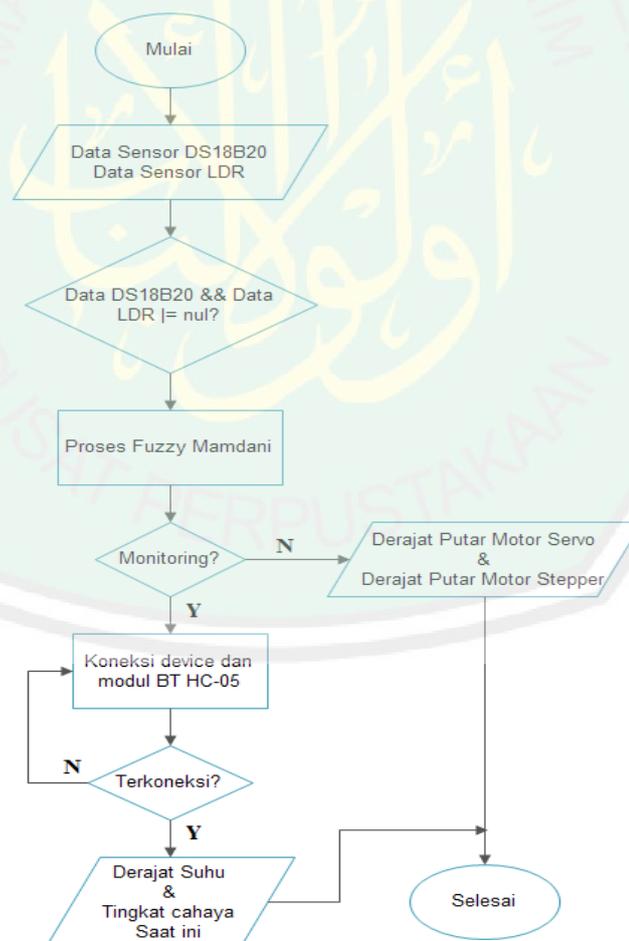


Gambar 3.2 Blok Diagram

Pada gambar 3.2, dapat kita lihat bawasannya pada sistem otomasi dan monitoring dikendalikan oleh mikro kontroler arduino mega 2560. Arus DC dari baterai digunakan sebagai sumber energi mikro kontroler. Sedangkan arus AC dari listrik tegangan tinggi digunakan sebagai sumber energi dimmer sebagai pengendali besar kecil arus yang dikeluarkan untuk mengendalikan kecepatan

kipas dan intensitas cahaya pada lampu. Sensor suhu DS18B20 akan menangkap kondisi suhu ruangan. Sensor cahaya LDR juga akan menangkap kondisi cahaya pada ruangan. Hasil yang diperoleh kedua sensor tersebut kirim pada arduino, oleh arduino diolah untuk menentukan kondisi ruangan serta menentukan respon yang diambil sesuai dengan kondisi ruang yang diterima. Melalui modul *Bluetooth HC-05* yang telah terhubung dengan device, mikro kontroler mengirimkan hasil kondisi suhu dan cahaya diruangan kepada device android sebagai monitoring keadaan ruangan tersebut.

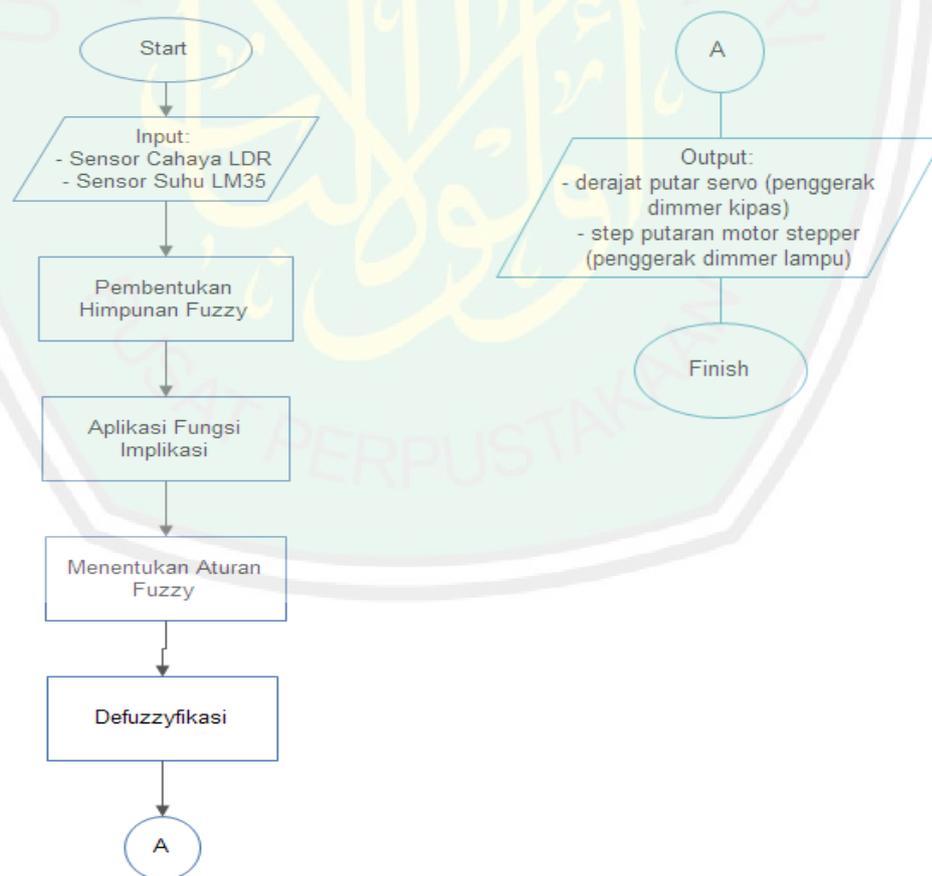
3.2.2. Alur Sistem Otomasi dan Monitoring



Gambar 3.3 Diagram Alur Sistem Otomasi dan Monitoring

Gambar 3.3 merupakan diagram alur sistem otomasi dan monitoring yang akan dibuat. *Inputan* sistem adalah data yang diambil oleh sensor cahaya dan sensor suhu. Setelah data diperoleh, data diproses menggunakan metode *fuzzy* mamdani. Pada proses *fuzzy* mamdani, *output* yang akan dihasilkan adalah tingkat besar kecil putaran *motor servo* dan *motor stepper* yang akan digunakan untuk memutar potensiometer pada modul dimmer. Dimmer akan menghasilkan tingkat kecerahan lampu dan tingkat kecepatan kipas. Untuk melakukan monitoring, device harus terkoneksi terlebih dahulu dengan sistem. Setelah terkoneksi, proses monitoring bisa dijalankan.

3.2.3. Proses *Fuzzy* Sistem Otomasi



Gambar 3.4 Proses *Fuzzy* Sistem Otomasi

Gambar 3.4 merupakan proses metode *fuzzy* yang terjadi dalam mikro kontroler arduino uno sebagai otak pengendali sistem. Data yang diperoleh dari kedua sensor akan dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy*. Setelah terbentuk himpunan *fuzzy*, akan dilakukan proses fungsi implikasi, pada tahap ini hasil dari himpunan *fuzzy* akan dicari nilai implikasi berdasarkan rules yang telah dibuat. Setelah nilai implikasi terpenuhi, dilakukanlah komposisi aturan *fuzzy* dengan fungsi max. setelah ketemu nilai max, dilakukan defuzzyfikasi menggunakan metode centroid.

3.2.4. Disain *Interface* Monitoring pada Android



Gambar 3.5 Menu Utama Monitoring Android

Gambar 3.5 adalah tampilan *interface* menu utama pada android. Terdapat tiga menu, yaitu *light*, *temperature* dan *about*. *Background* di buat menggunakan *tool* photoshop. Untuk *button*, di disain juga menggunakan *photoshop*. Pada implementasinya, menggunakan *button image* pada android studio



Gambar 3.6 Monitoring Cahaya



Gambar 3.7 Monitoring Suhu

Gambar 3.6 dan gambar 3.7 merupakan rancangan tampilan menu monitoring. Gambar 3.6 menampilkan monitoring cahaya. Dimana didalam menu ini, sistem akan menampilkan intensitas cahaya yang dibaca oleh sistem, beserta keadaan cahaya menurut sistem. Dalam penentuan kondisi, peneliti membuat satu metod khusus diluar metod *fuzzy* pada android. Sedangkan gambar 3.7, merupakan rancangan tampilan monitoring suhu. Sistem akan menampilkan derajat suhu yang dibaca, dan akan menampilkan kondisi dibawah derajat suhu yang dibaca. Kondisi- kondisi ini tidak diambil dari android, melainkan ada metod sendiri didalam android. Untuk menampilkan data yang dikirim arduino pada android, sistem ini menggunakan *text view* sebagai media penampung untuk menampilkan data pada pengguna.

3.3. Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani*

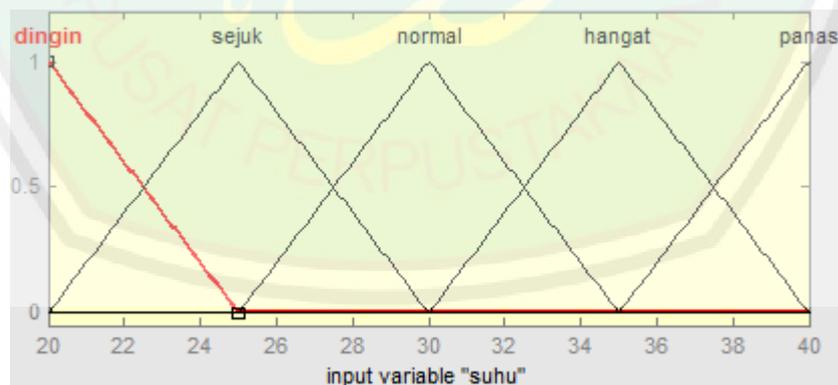
Sistem otomasi dan monitoring suhu dan cahaya akan dikendalikan langsung oleh mikrokontroller. Dalam pengambilan keputusan terhadap kondisi suatu ruangan, mikrokontroller menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Untuk mengetahui kondisi tertentu suatu ruangan, digunakanlah sensor suhu sebagai pengukur derajat suhu, dan sensor cahaya untuk mengukur intensitas cahaya dalam ruangan.

Adapun langkah pengambilan keputusan menggunakan metode *fuzzy mamdani* sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

- Derajat suhu

Variabel kondisi suhu dalam ruangan dibagi menjadi enam bagian, yaitu: dingin, sejuk, normal, hangat, panas.



Gambar 3.8 Derajat Keanggotaan Suhu

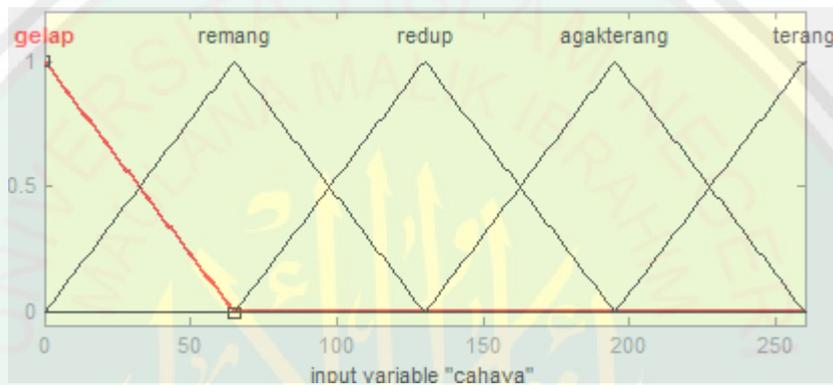
Tabel 3.1 Derajat Keanggotaan Suhu

No	Kondisi	Derajat
1	Dingin	0 – 20
2	Sejuk	20 – 30

3	Normal	25 – 35
4	Hangat	30 – 40
5	Panas	35 – 40

- **Intensitas cahaya**

Variabel kondisi cahaya ruangan dibagi menjadi lima pembagian, yaitu: gelap, remang, redup, agak terang dan terang.



Gambar 3.9 Derajat Keanggotaan Cahaya

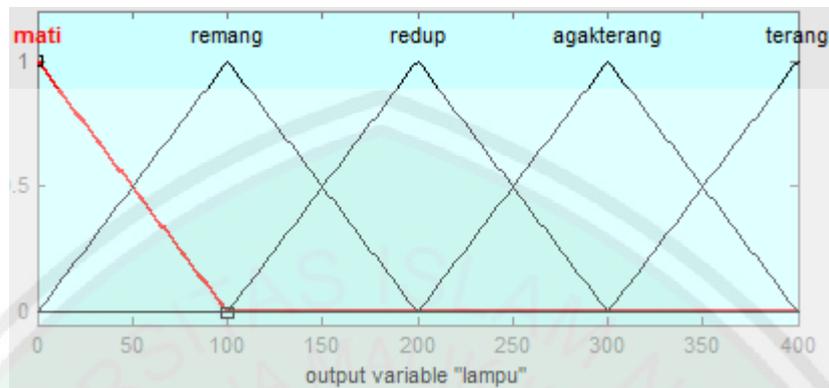
Tabel 3.2 Derajat Keanggotaan cahaya

No	Kondisi	Derajat
1	Gelap	0 – 65
2	Remang	0 – 130
3	Redup	65 – 195
4	Agak Terang	130 – 260
5	Terang	195 – 260

- **Derajat keanggotaan *output* lampu**

Derajat keanggotaan *output* lampu dibagi menjadi lima bagian, yaitu lampu mati, remang, redup, agak terang, dan terang. Dalam pengendalian lampu menjadi lima golongan ini, diperlukan modul dimer potensio. Potensiometer

dikendalikan menggunakan *motor stepper*. *Motor stepper* memerlukan 400 step untuk mengendalikan potensio dari sudut 0 hingga 300 derajat.



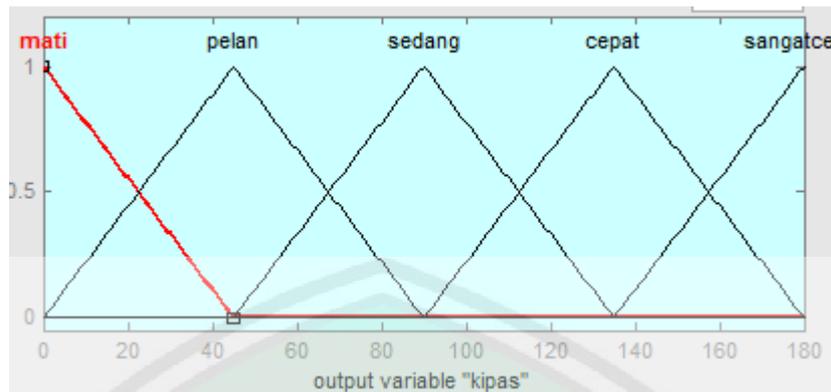
Gambar 3.10 Keanggotaan Output Motor Stepper

Tabel 3.3 Derajat Keanggotaan output motor stepper

No	Kategori	Nilai
1	Mati	0 – 100
2	Remang	0 – 200
3	Redup	100 – 300
4	Agak Terang	200 – 400
5	Terang	300 – 400

- Derajat keanggotaan output kipas

Derajat keanggotaan output kipas dibagi menjadi lima bagian, yaitu kipas mati, pelan, sedang, cepat, dan sangat cepat. Untuk mengendalikan kipas menjadi lima golongan tersebut, digunakan dimmer potensio. Ada kelemahan pada dimmer potensio pada kipas ini, dimana dimmer hanya berfungsi mulai dari posisi potensio 90 derajat. Oleh karenanya, digunakan modul *servo*. Modul *servo* bergerak hanya 180 derajat.



Gambar 3.11 Keanggotaan *Output Motor Servo*

Tabel 3.4 Derajat Keanggotaan *output motor servo*

No	Kategori	Nilai
1	Mati	0 – 45
2	Remang	0 – 90
3	Redup	45 – 135
4	Agak Terang	90 – 180
5	Terang	135 – 180

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah

IF x is A AND y is B THEN z is C

Pada perhitungan menggunakan MIN (minimum). Fungsi ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*. Rule atau aturan pada sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Jika *suhu dingin* dan *cahaya gelap* maka *kipas mati* dan *lampu terang*
2. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya gelap* maka *kipas pelan* dan *lampu terang*
3. Jika *suhu normal* dan *cahaya gelap* maka *kipas sedang* dan *lampu terang*
4. Jika *suhu hangat* dan *cahaya gelap* maka *kipas cepat* dan *lampu terang*
5. Jika *suhu panas* dan *cahaya gelap* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu terang*
6. Jika *suhu dingin* dan *cahaya remang* maka *kipas mati* dan *lampu agak terang*
7. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya remang* maka *kipas pelan* dan *lampu agak terang*

8. Jika *suhu normal* dan *cahaya remang* maka *kipas sidang* dan *lampu agak terang*
9. Jika *suhu hangat* dan *cahaya remang* maka *kipas cepat* dan *lampu agak terang*
10. Jika *suhu panas* dan *cahaya remang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu agak terang*
11. Jika *suhu dingin* dan *cahaya redup* maka *kipas mati* dan *lampu redup*
12. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya redup* maka *kipas pelan* dan *lampu redup*
13. Jika *suhu normal* dan *cahaya redup* maka *kipas sedang* dan *lampu redup*
14. Jika *suhu hangat* dan *cahaya redup* maka *kipas cepat* dan *lampu redup*
15. Jika *suhu panas* dan *cahaya redup* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu redup*
16. Jika *suhu dingin* dan *cahaya agak terang* maka *kipas mati* dan *lampu remang*
17. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya agak terang* maka *kipas pelan* dan *lampu remang*
18. Jika *suhu normal* dan *cahaya agak terang* maka *kipas sedang* dan *lampu remang*
19. Jika *suhu hangat* dan *cahaya agak terang* maka *kipas cepat* dan *lampu remang*
20. Jika *suhu panas* dan *cahaya agak terang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu remang*
21. Jika *suhu dingin* dan *cahaya terang* maka *kipas mati* dan *lampu mati*
22. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya terang* maka *kipas pelan* dan *lampu mati*
23. Jika *suhu normal* dan *cahaya terang* maka *kipas sedang* dan *lampu mati*
24. Jika *suhu hangat* dan *cahaya terang* maka *kipas cepat* dan *lampu mati*
25. Jika *suhu panas* dan *cahaya terang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu mati*

Dari beberapa rule yang telah dipaparkan, akan dilakukan proses aplikasi fungsi implikasi pada data masukan sistem. Penulis memberikan contoh masukan suhu sebesar 21.81 derajat celcius, dan intensitas cahaya sebesar 95 lux. Menentukan nilai keanggotaan adalah langkah pertama yang dilakukan setelah *inputan* diketahui. Untuk menentukan nilai keanggotaan, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$G_Turun = (\text{NilaiMax} - \text{input}) / (\text{NilaiMax} - \text{NilaiMin});$$

$$G_Naik = (\text{input} - \text{NilaiMin}) / (\text{NilaiMax} - \text{NilaiMin});$$

Dapat dilihat dari derajat keanggotaan suhu, bawasannya *input* suhu 22.81 derajat terletak diantara derajat keanggotaan suhu dingin dan sejuk. Sedangkan intensitas cahaya 257 terletak diantara derajat keanggotaan agakterang dan terang.

Dikarenakan nilai 22.81 berada diantara dingin dan sejuk, maka perhitungan nilai keanggotaan suhu sebagai berikut:

- NilaiMax = 25
- NilaiMin = 20
- *Input* = 22.81
- G_Turun = dingin
- G_Naik = sejuk
- **Dingin = (25 – 22.81) / (25 - 20);**
 - **Dingin = 0.44**
- **Sejuk = (22.81 - 20) / (25 - 20);**
 - **Sejuk = 0.56**

- Karena nilai *input* 22.81 berada diantara dingin dan sejuk, maka nilai normal, hangat, dan panas adalah 0

Sedangkan untuk perhitungan intensitas cahaya yang memiliki nilai 257, yang terletak diantara derajat keanggotaan agak terang dan terang sebagai berikut:

- NilaiMax = 260
- NilaiMin = 195
- *Input* = 257
- G_Turun = agakterang
- G_Naik = terang
- **Agakterang = $(260 - 257) / (260 - 195)$;**
 - **Redup = 0.05**
- **AgakTerang = $(257 - 195) / (260 - 195)$**
 - **AgakTerang = 0.95**
- Karena *input* 257 berada diantara agakterang dan terang, maka untuk nilai gelap, remang, dan redup adalah 0

Setelah diketahui semua nilai keanggotaan dari suhu dan intensitas cahaya, maka proses selanjutnya adalah aplikasi fungsi implikasi menggunakan metode MIN dari masing-masing aturan.

1. Jika *suhu dingin* dan *cahaya gelap* maka *kipas mati* dan *lampu terang*
MIN (0.44 ; 0) = 0
2. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya gelap* maka *kipas pelan* dan *lampu terang*
MIN (0.56 ; 0) = 0
3. Jika *suhu normal* dan *cahaya gelap* maka *kipas sedang* dan *lampu terang*

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

4. Jika *suhu hangat* dan *cahaya gelap* maka *kipas cepat* dan *lampu terang*

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

5. Jika *suhu panas* dan *cahaya gelap* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu terang*

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

6. Jika *suhu dingin* dan *cahaya remang* maka *kipas mati* dan *lampu agak terang*

$$\text{MIN} (0.44 ; 0) = 0$$

7. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya remang* maka *kipas pelan* dan *lampu agak terang*

$$\text{MIN} (0.56 ; 0) = 0$$

8. Jika *suhu normal* dan *cahaya remang* maka *kipas sedang* dan *lampu agak terang*

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

9. Jika *suhu hangat* dan *cahaya remang* maka *kipas cepat* dan *lampu agak terang*

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

10. Jika *suhu panas* dan *cahaya remang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu agak terang*

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

11. Jika *suhu dingin* dan *cahaya redup* maka *kipas mati* dan *lampu redup*

$$\text{MIN} (0.44 ; 0) = 0$$

12. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya redup* maka *kipas pelan* dan *lampu redup*

$$\text{MIN} (0.56 ; 0) = 0$$

13. Jika *suhu normal* dan *cahaya redup* maka *kipas sedang* dan *lampu redup*

$$\text{MIN} (0 ; 0) = 0,6$$

14. Jika *suhu hangat* dan *cahaya redup* maka *kipas cepat* dan *lampu redup*
 $\text{MIN}(0 ; 0) = 0,4$
15. Jika *suhu panas* dan *cahaya redup* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu redup*
 $\text{MIN}(0 ; 0) = 0$
16. Jika *suhu dingin* dan *cahaya agak terang* maka *kipas mati* dan *lampu remang*
 $\text{MIN}(0,44 ; 0,05) = 0,05$
17. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya agak terang* maka *kipas pelan* dan *lampu remang*
 $\text{MIN}(0,56 ; 0,05) = 0,05$
18. Jika *suhu normal* dan *cahaya agak terang* maka *kipas sedang* dan *lampu remang*
 $\text{MIN}(0 ; 0,05) = 0$
19. Jika *suhu hangat* dan *cahaya agak terang* maka *kipas cepat* dan *lampu remang*
 $\text{MIN}(0 ; 0,05) = 0$
20. Jika *suhu panas* dan *cahaya agak terang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu remang*
 $\text{MIN}(0 ; 0,05) = 0$
21. Jika *suhu dingin* dan *cahaya terang* maka *kipas mati* dan *lampu mati*
 $\text{MIN}(0,44 ; 0,95) = 0,44$
22. Jika *suhu sejuk* dan *cahaya terang* maka *kipas pelan* dan *lampu mati*
 $\text{MIN}(0,56 ; 0,95) = 0,56$
23. Jika *suhu normal* dan *cahaya terang* maka *kipas sedang* dan *lampu mati*
 $\text{MIN}(0,6 ; 0,95) = 0$
24. Jika *suhu hangat* dan *cahaya terang* maka *kipas cepat* dan *lampu mati*

$$\text{MIN}(0,4 ; 0,95) = 0$$

25. Jika *suhu panas* dan *cahaya terang* maka *kipas sangat cepat* dan *lampu mati*

$$\text{MIN}(0 ; 0,95) = 0$$

Setelah diketahui semua nilai implikasi, selanjutnya adalah melakukan komposisi aturan dengan metode MAX sebagai berikut

- *Output* cahaya lampu

- Max Lampu Mati = MAX (aturan 21, 22, 23, 24, 25)
= MAX (0.44 ; 0.56 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0.56
- Max Lampu Remang = MAX (aturan 16 ; 17 ; 18 ; 19 ;
20)
= MAX (0.05 ; 0.05 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0.05
- Max Lampu Redup = MAX (aturan 11 ; 12 ; 13 ; 14 ;
15)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0
- Max Lampu AgakTerang = MAX (aturan 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0
- Max Lampu Terang = MAX (aturan 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0

- *Output* suhu kipas

- Max Kipas Mati = MAX (aturan 1 ; 6 ; 11 ; 16 ; 21)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0.05 ; 0.44)
= 0.44
- Max Kipas Pelan = MAX (aturan 2 ; 7 ; 12 ; 17 ; 22)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0.05 ; 0.56)
= 0.56
- Max Kipas Sedang = MAX (aturan 3 ; 8 ; 13 ; 18 ; 23)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0
- Max Kipas Cepat = MAX (aturan 4 ; 9 ; 14 ; 19 ; 24)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0
- Max Kipas SangatCepat = MAX (aturan 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25)
= MAX (0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0)
= 0

Nilai max dari masing-masing *output* telah diketahui, selanjutnya mencari nilai batas area pola dari komposisi aturan yang memiliki nilai lebih dari 0, dengan rumus:

- $(b1 - outputMin)/(OutputMax - OutputMin) = MaxKomposisi$
- $(b2 - outputMin)/(OutputMax - OutputMin = MaxKomposisi$

Sebelumnya, harus diperhatikan, apakah maxkomposisi1 lebih besar dari komposisi2 atau sebaliknya. Dalam kasus diatas, untuk lampu, max lampu mati

lebih besar daripada max lampu remang. Sedangkan max kipas mati lebih kecil daripada max kipas pelan

➤ Batas Area Lampu Mati

$$\begin{aligned} \circ \text{ LmpMati1} &= ((\text{max Mati} * 100) - 100) / -1 \\ &= ((0.56 * 100) - 100) / -1 \\ &= 44 \end{aligned}$$

- Batas Area Lampu Remang

$$\begin{aligned} \circ \text{ LmpRemang1} &= ((\text{maxRemang} * 100) - 100) / -1 \\ &= ((0.05 * 100) - 100) / -1 \\ &= 95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ LmpRemang2} &= ((\text{maxRemang} * 100) - 300) / -1 \\ &= ((0.05 * 100) - 200) / -1 \\ &= 195 \end{aligned}$$

➤ Batas Area Kipas Mati

$$\begin{aligned} \circ \text{ KipasMati1} &= ((\text{maxKpsMati} * 45) + 0) \\ &= ((0.44 * 45) + 0) \\ &= 19.8 \end{aligned}$$

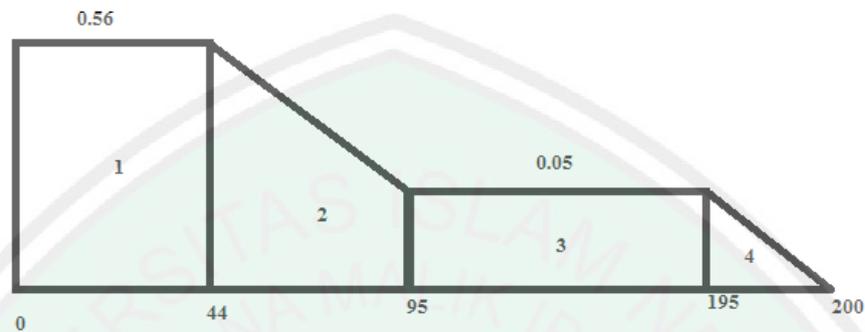
- Batas Area Kipas Pelan

$$\begin{aligned} \circ \text{ KipasPelan1} &= ((\text{maxKpsPelan} * 45) + 0) \\ &= ((0.56 * 45) + 0) \\ &= 25.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ KipasPelan2} &= ((\text{maxKpsPelan} * 45) - 90) / -1 \\ &= ((0.56 * 45) - 90) / -1 \\ &= 64.8 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan batas, barulah kita mengetahui pola seperti apakah yang terbentuk.

➤ Pola Lampu



Gambar 3.12 Pola Out *Fuzzy* pada Lampu

➤ Pola Kipas



Gambar 3.13 Pola *Output Fuzzy* pada Kipas

Selanjutnya adalah tahap *defuzzyfikasi* menggunakan metode centroid. Didalam metode centroid ini, kita akan mencari nilai momentum berdasarkan ruangbidang yang ada. Selain mencari momentum, kita akan mencari luas area juga.

➔ Menghitung Momentum Lampu

$$\begin{aligned} \circ M1 &= \int_0^{44} (0.56) z \, dz = \int_0^{44} 0.56z \, dz = \left[\frac{0.56}{2} z^2 \right]_0^{44} \\ &= 542.08 \end{aligned}$$

$$\circ M2 = \frac{1}{100} \int_{44}^{95} (100 - z) z \, dz = \frac{1}{100} \int_{44}^{95} 100 - z^2 \, dz$$

$$\begin{aligned}
 &= \left[\frac{1}{100} * \frac{100}{2} z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{44}^{95} = \left[\frac{1}{100} * 50z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{44}^{95} \\
 &= \frac{1}{100} \left((50(95)^2 - \frac{(95)^3}{3}) - (50(44)^2 - \frac{(44)^3}{3}) \right) \\
 &= \frac{1}{100} \left((451250 - 285791,667) - (96800 - 28394,667) \right) \\
 &= \frac{1}{100} (165458,333 - 68405,333)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{100} (97052) \\
 &= 970.52
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ M3} &= \int_{95}^{195} (0.05) z \, dz = \int_{95}^{195} 0.05z \, dz = \left[\frac{0.05}{2} z^2 \right]_{95}^{195} \\
 &= (0.025 * 195^2) - (0.025 * 95^2) = 950.625 - 225,625 \\
 &= 725
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ M4} &= \frac{1}{100} \int_{195}^{200} (200 - z) z \, dz = \frac{1}{100} \int_{195}^{200} 200z - z^2 \, dz \\
 &= \left[\frac{1}{100} * \frac{200}{2} z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{195}^{200} = \left[\frac{1}{100} * 100z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{195}^{200} \\
 &= \frac{1}{100} \left((100(200)^2 - \frac{(200)^3}{3}) - (100(195)^2 - \frac{(195)^3}{3}) \right) \\
 &= \frac{1}{100} \left((4000000 - 2666666,667) - (3802500 - 2471625) \right) \\
 &= \frac{1}{100} (1333333,333 - 1330875) \\
 &= 24.5833
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ Mtotal} &= 542.08 + 970.52 + 725 + 24.5833 \\
 &= 2262.183
 \end{aligned}$$

- Menghitung Luas Area Lampu

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ L1} &= (0.56 * 44) \\
 &= 24.64
 \end{aligned}$$

$$\circ \text{ L2} = (0.05+0.56)*51/2$$

$$= 15.555$$

$$\circ L3 = 100 * 0.05$$

$$= 5$$

$$\circ L4 = 0.05 * 5 / 2$$

$$= 0.124$$

$$\circ L_{total} = 24.64 + 15.555 + 5 + 0.124$$

$$= 45.35$$

❖ Hasil Centroid Lampu

$$\circ \text{Centroid} = \text{MomentumTotal} / \text{LuasTotal}$$

$$= 2262.183 / 45.35$$

$$= 49.88$$

→ Menghitung Momentum Kipas

$$\circ M1 = \int_0^{19.8} (0.44) z dz = \int_0^{19.8} 0.44z dz = \left[\frac{0.44}{2} z^2 \right]_0^{19.8}$$

$$= 86.2488$$

$$\circ M2 = \frac{1}{45} \int_{19.8}^{25.2} (z - 0) z dz = \frac{1}{45} \int_{19.8}^{25.2} z^2 - 0 dz$$

$$= \left[\frac{1}{45} * \frac{z^3}{3} \right]_{19.8}^{25.2}$$

$$= \frac{1}{45} \left(\left(\frac{(25.2)^3}{3} \right) - \left(\frac{(19.8)^3}{3} \right) \right)$$

$$= \frac{1}{45} (5334.336 - 2587.464)$$

$$= \frac{1}{45} (2746.872)$$

$$= 61.0416$$

$$\circ M3 = \int_{25.2}^{64.8} (0.56) z dz = \int_{25.2}^{64.8} 0.56z dz = \left[\frac{0.56}{2} z^2 \right]_{25.2}^{64.8}$$

$$= (0.28 * 64.8^2) - (0.28 * 25.2^2)$$

$$= 1175.7312 - 177.8112$$

$$= 997.92$$

$$\begin{aligned} \circ M_4 &= \frac{1}{45} \int_{64.8}^{90} (90 - z) z \, dz = \frac{1}{45} \int_{64.8}^{90} 90z - z^2 \, dz \\ &= \left[\frac{1}{45} * \frac{90}{2} z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{64.8}^{90} = \left[\frac{1}{45} * 45z^2 - \frac{z^3}{3} \right]_{64.8}^{90} \\ &= \frac{1}{45} \left((45(90)^2 - \frac{(90)^3}{3}) - (45(64.8)^2 - \frac{(64.8)^3}{3}) \right) \\ &= \frac{1}{45} \left((364500 - 243000) - (188956.8 - 90699.536) \right) \\ &= \frac{1}{45} (121500 - 98257.536) \\ &= 516.49 \\ \circ M_{total} &= 86.2488 + 61.0416 + 997.92 + 516.49 \\ &= 1661.7 \end{aligned}$$

→ Menghitung Luas Area Kipas

$$\begin{aligned} \circ L_1 &= 0.44 * 19.8 \\ &= 8.712 \\ \circ L_2 &= (0.44 + 0.56) * 5.4 / 2 \\ &= 2.7 \\ \circ L_3 &= (64.8 - 25.2) * 0.56 \\ &= 22.176 \\ \circ L_4 &= (90 - 64.8) * 0.56 / 2 \\ &= 7.056 \\ \circ L_{total} &= 8.1 + 21.6 + 16.2 + 2.7 \\ &= 40.644 \end{aligned}$$

❖ Hasil Centroid Kipas

$$\begin{aligned} \circ \text{Centroid} &= \text{MomentumTotal} / \text{LuasTotal} \\ &= 1661.7 / 40.644 \\ &= 40.8 \end{aligned}$$

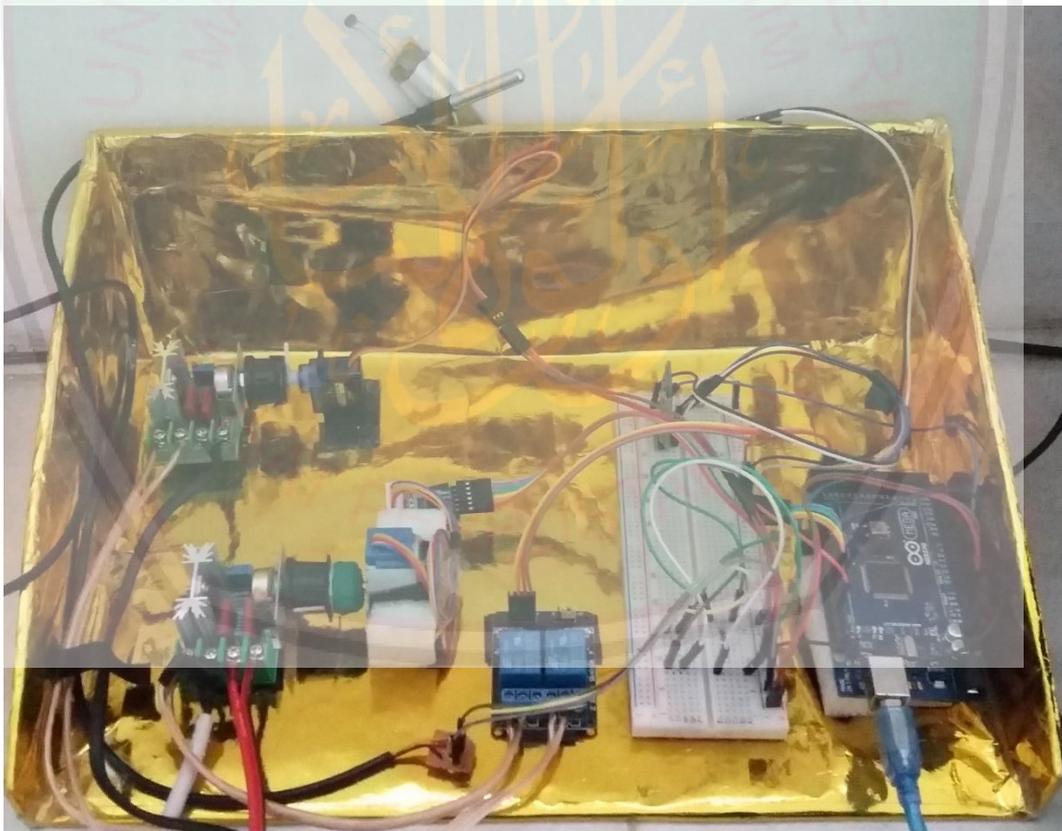
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Disain Sistem

Dalam bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan sistem yang telah dibuat. Sub bab yang akan dibahas didalamnya meliputi implementasi *hardware*, implementasi android, implementasi *fuzzy* mamdani, dan hasil ujicoba yang telah dilakukan penulis. Serta integrasi keterkaitan sistem yang telah dibuat terhadap kaidah-kaidah islamiyah

4.1.1 Implementasi Otomasi *Hardware*



Gambar 4.1 Sistem Otomasi

Gambar 4.1 merupakan tampilan implementasi komponen sistem otomasi. Terdiri dari arduino mega 2560 sebagai pusat control sistem, modul *Bluetooth*

HC-05 sebagai media komunikasi antara arduino dengan *device* android, *motor stepper* sebagai penggerak *dimmer* potensio lampu, sedangkan *motor servo* sebagai penggerak *dimmer* potensio kipas. Diantara *motor servo* dan *motor stepper* di beri perekat agar *motor* bisa memutar *dimmer* potensio. Sensor LDR sebagai *input* cahaya realtime dihubungkan pada arduino mega 2560 pada pin A0. Sensor DS18B20 sebagai suhu realtime dihubungkan melalui pin A1. Kedua sensor ini digunakan sebagai *input* mikro kontroler yang didalamnya terdapat serangkaian method fuzzy mamdani sebagai proses perhitungan pengambil tindakan terhadap lampu dan kipas yang menyesuaikan dengan keadaan suhu dan cahaya yang terjadi. Proses *fuzzy* mamdani ini akan menghasilkan besaran putar *motor servo* dan *motor stepper*. Besaran putar *motor stepper* mulai dari 0 step sampai 400 step. Sedangkan besar putaran *motor servo* mulai dari 0 sampai 180 derajat.

Motor stepper terhubung dengan arduino mega 2560 melalui pin 8, 9, 10, 11. Sedangkan *motor servo* terhubung melalui pin 12. *Motor stepper* akan memutar potensiometer pada *dimmer* dari putaran 0 sampai putaran penuh 300 derajat. Sedangkan *motor servo* hanya dapat memutar 180 derajat saja. Potensio pada *dimmer* kipas tidak dapat bekerja dengan optimal. *Range* 0 sampai 90 derajat, *dimmer* potensio belum bisa untuk menyalakan kipas. Kipas baru bisa berjalan apabila rotasi potensio lebih dari 90 derajat. Olehkarenanya penulis menggunakan *motor servo* sebagai pengendali atau penggerak potensio pada *dimmer*. Mulai dari *range* 90 hingga 270 derajat.

Dalam melakukan monitoring, arduino mega 2560 melakukan komunikasi melalui modul *Bluetooth HC-05*. *Range Bluetooth* ini tidak terlalu luas, yaitu hanya sampai 10 sampai 15 meter saja. Olehkarena itu, dalam monitoring ini dilakukan batasan yaitu hanya disekitar rumah saja. Data yang dikirim oleh arduino pada android berupa data suhu sekarang dan data intensitas cahaya sekarang.

Dalam penerapan sensor cahaya, sensor LDR diletakkan di dekat cendela. Fungsinya yaitu untuk mengukur cahya yang masuk dalam ruangan seperti yang tertera dalam gambar 4.2. Sedangkan sensor suhu DS18B20 terletak di sudut ruangan yang tidak terkena sinar matahari. Agar sinar matahari tidak mempengaruhi kinerja sensor suhu akibat terkena cahaya yang akan menjadikan panas pada sensor tersebut. Penerapannya pada gambar 4.3



Gambar 4.2 Sensor LDR diletakkan didekat cendela



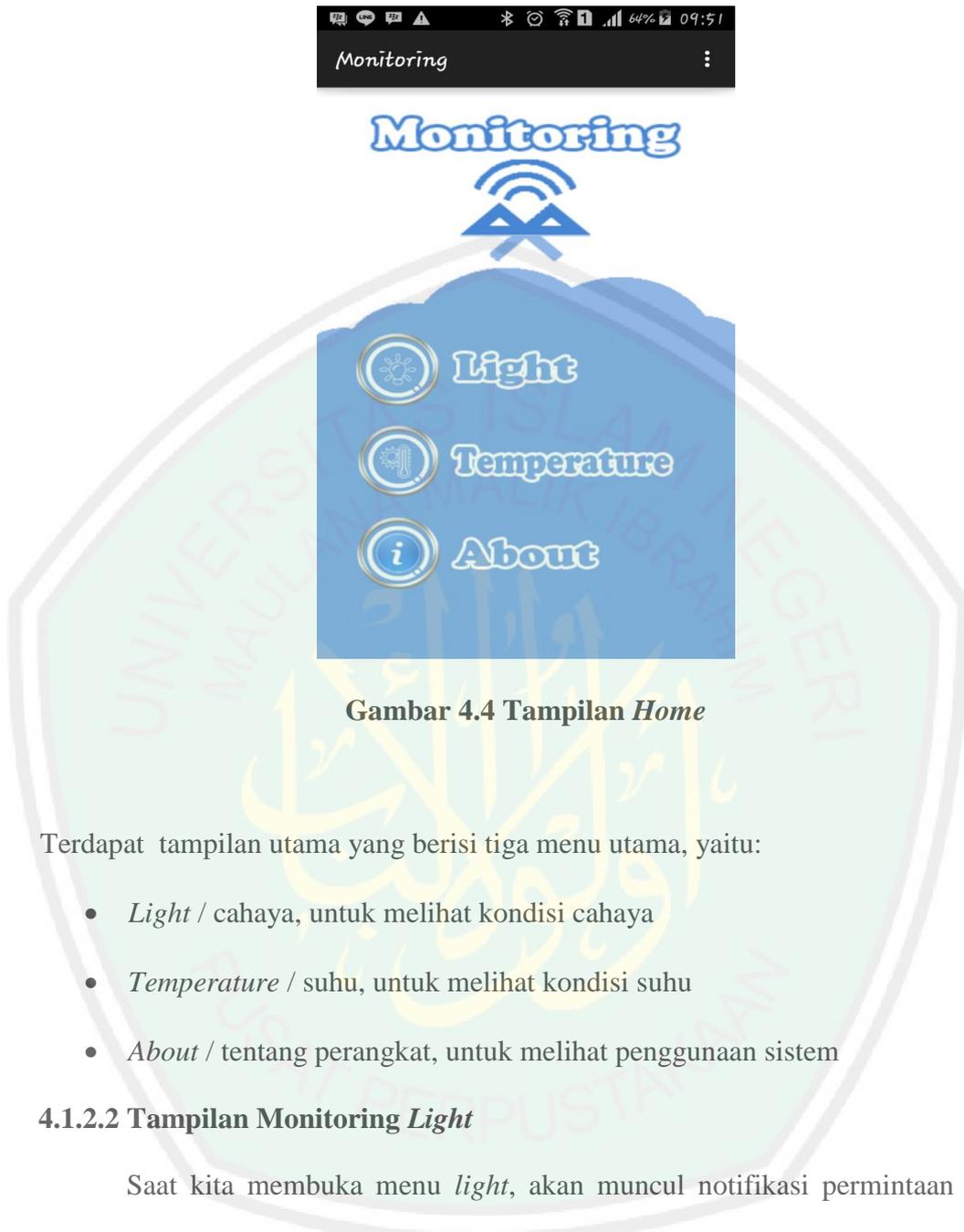
Gambar 4.3 Sensor DS18B20 diletakkan di sudut ruangan

4.1.2 Implementasi Monitoring Android

Dalam penerapannya, aplikasi monitoring memiliki empat tampilan utama. Yaitu *home*, *light*, *temperature* dan *about*. Saat membuka aplikasi, tampilan *home* akan keluar setelah *splash screen* selesai. Perangkat tidak akan langsung menghubungkan diri pada arduino saat pertama dibuka, perangkat akan mengoneksikan dengan arduino saat menekan *button light* dan *temperature*.

4.1.2.1 Tampilan Home

Dalam implementasi rancangan monitoring ruang menggunakan android, serial komunikasi sebagai media tranmisi pengiriman data menggunakan modul *Bluetooth HC-05*. Arduino mengirimkan data suhu saat ini dan data intensitas cahaya saat ini berupa float yang diubah menjadi data string. Dalam program android.



Gambar 4.4 Tampilan *Home*

Terdapat tampilan utama yang berisi tiga menu utama, yaitu:

- *Light* / cahaya, untuk melihat kondisi cahaya
- *Temperature* / suhu, untuk melihat kondisi suhu
- *About* / tentang perangkat, untuk melihat penggunaan sistem

4.1.2.2 Tampilan Monitoring *Light*

Saat kita membuka menu *light*, akan muncul notifikasi permintaan izin untuk menyalakan *Bluetooth*. Setelah *Bluetooth* nyala, maka secara otomatis *device* akan mengkoneksikan dengan modul *HC-05*. Setelah terkoneksi, maka tampilan yang akan muncul seperti gambar 4.5. Monitoring cahaya akan menampilkan berapa besar intensitas cahaya saat ini, serta dibawah nilai besaran intensitas terdapat kondisi gelap atau remang atau redup atau agak terang atau terang. Berikut beberapa potongan program didalam aplikasi monitoring ini.



Gambar 4.5 Tampilan Monitoring Cahaya

Kode 4.1 adalah permintaan izin pada user untuk menyalakan *Bluetooth* ketika *Bluetooth* belum diaktifkan. Kode tersebut terletak pada *AndroidManifest.xml*

```
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
```

Kode Sumber 4.1 Permintaan Izin Menyalakan *Bluetooth*

Disetiap layout monitoring, selalu diberi kode dibawah ini. Sebagai kode akses koneksi antara *device* dan arduino lewat modul bluetotth *HC-05*

```
// SPP UUID service
public static final UUID MY_UUID = UUID.fromString("00001101-0000-
1000-8000-00805F9B34FB");

// MAC-address of Bluetooth module (you must edit this line)
public static String address = "98:D3:31:40:63:31";
```

Kode Sumber 4.2 Alamat *Bluetooth HC-05*

Untuk menerima data yang dikirim dari arduino, *device* menggunakan proses thread untuk membuka socket komunikasi antara android dan arduino.

Untuk menampilkan data yang dikirim dari arduino, maka diperlukan konfersi dari byte ke String. Dan ditampilkakan ke textview pada layout android

```
byte[] readBuf = (byte[]) msg.obj;
String strIncom = new String(readBuf, 0, msg.arg1);
sb.append(strIncom);
sb1.append(strIncom);
int endOfLineIndex = sb.indexOf("\r\n");
int endOfLineIndex1 = sb1.indexOf("\r\n");
if (endOfLineIndex > 0) {

    String suhu = sb.substring(0, 5);
    //String lampune = sb1.substring(5, 8);
    sb.delete(0, sb.length());
    sb1.delete(0, sb1.length());
    suhu.setText(suhu);
    Log.e(TAG, "print " + suhu + "end index: " + endOfLineIndex);
}
```

Kode Sumber 4.3 Menampilkan data dari arduino ke android

4.1.2.3 Tampilan Monitoring *Temperature*

Gambar 4.6 merupakan tampilan android monitoring suhu. Sama halnya dengan monitoring cahaya, Monitoring suhu ini akan menampilkan berapa derajat suhu udara saat ini, serta dibawah nilai suhu terdapat deskripsi dingin, sejuk, normal, hangat atau panas.

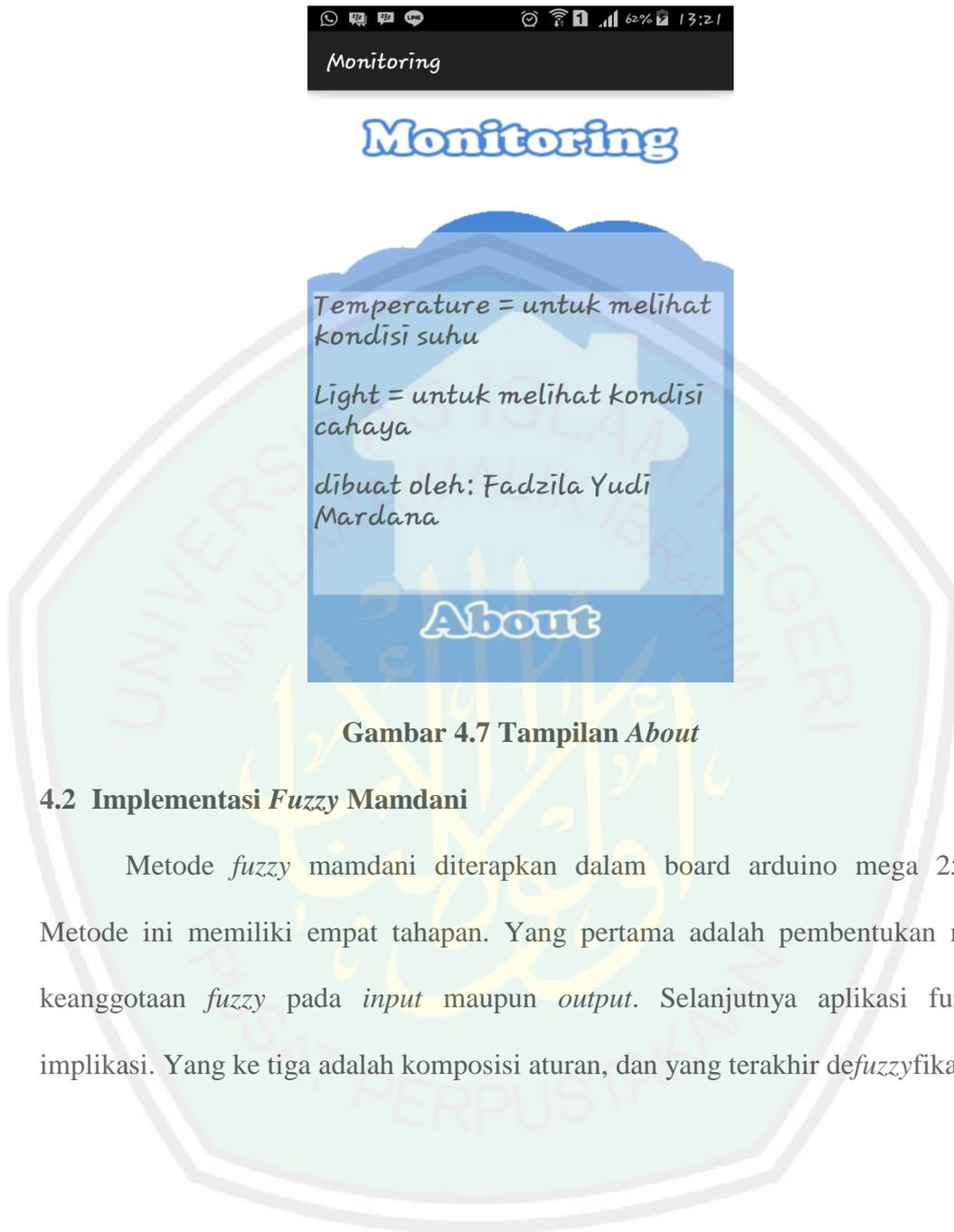


Gambar 4.6 Tampilan Monitoring Suhu

Saat user memilih menu *temperature*, secara otomatis android akan meminta izin untuk menyalakan *Bluetooth* apabila *Bluetooth* android masih belum aktif. Setelah aktif, dengan otomatis android akan menghubungkan *device* android dengan arduino melalui alamat *Bluetooth HC-05* yang telah di setup didalam android. Secara umum kode dari monitoring suhu sama dengan monitoring cahaya.

4.1.2.4 Tampilan *about*

Gambar 4.7 merupakan *screen shoot* tampilan menu *About*. Pada menu ini, terdapat informasi tentang menu yang tersedia dalam aplikasi. Selain itu, terdapat informasi nama peneliti. Informasi – informasi tersebut ditampilkan menggunakan *text view* biasa pada android



Gambar 4.7 Tampilan About

4.2 Implementasi Fuzzy Mamdani

Metode *fuzzy* mamdani diterapkan dalam board arduino mega 2560. Metode ini memiliki empat tahapan. Yang pertama adalah pembentukan nilai keanggotaan *fuzzy* pada *input* maupun *output*. Selanjutnya aplikasi fungsi implikasi. Yang ke tiga adalah komposisi aturan, dan yang terakhir defuzzifikasi

4.2.1 Input

Input yang dipakai sebagai data realtime adalah data yang diambil oleh sensor suhu DS18B20 dan sensor cahaya LDR. Penerapan kode untuk pengambilan data sebagai berikut:

```
float ambilSuhu()
{
  sensorSuhu.requestTemperatures();
  float suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
  return suhu;
}
cahaya = analogRead(pinCahaya);
```

Kode Sumber 4.4 Mengambil Data Suhu Oleh Sensor DS 18B20 dan Data Intensitas Cahaya Oleh Sensor LDR

4.2.2 Nilai Keanggotaan

Setelah nilai *input* didapat, proses selanjutnya adalah mencari nilai keanggotaan dari masing – masing *inputan*.

4.2.2.1 Keanggotaan Cahaya

Sebelum mencari nilai keanggotaan dari masing – masing nilai *inputan* yang telah dibaca, himpunan *fuzzy output* harus sudah terbentuk terlebih dahulu.

```
float inten_Minimal = 0;           //Segitiga Siku2
float inten_Median_Satu = 65;      //Segitiga Sama sisi
float inten_Median_Dua = 130;     //Segitiga Sama sisi
float inten_Median_Tiga = 195;    //Segitiga Sama sisi
float inten_Maximal = 260;        //Segitiga Siku2
```

Kode Sumber 4.5 Keanggotaan Fuzzy Intensitas Cahaya

Perhitungan pencarian nilai keanggotaan sebagai berikut:

```
void IntensitasLux(float nilai_intensitas){

    if (nilai_intensitas < inten_Median_Satu) {
        if (nilai_intensitas <= inten_Minimal) {
            Gelap = 1; Remang = 0; Redup = 0; AgakTerang = 0; Terang = 0;
        } else {

Gelap = (inten_Median_Satu - nilai_intensitas) / (inten_Median_Satu -
inten_Minimal);
            Remang = (nilai_intensitas - inten_Minimal) / (inten_Median_Satu -
inten_Minimal);
            Redup = 0; AgakTerang = 0; Terang = 0;
        } else if (nilai_intensitas == inten_Median_Satu) {
            Remang = 1; Redup = 0; Gelap = 0; AgakTerang = 0; Terang = 0;
        } else if (nilai_intensitas > inten_Median_Satu && nilai_intensitas <
inten_Median_Dua) {
            Remang = (inten_Median_Dua - nilai_intensitas) / (inten_Median_Dua -
inten_Median_Satu);

Redup = (nilai_intensitas - inten_Median_Satu) / (inten_Median_Dua -
inten_Median_Satu);
            Gelap = 0; AgakTerang = 0; Terang = 0;
        } else if (nilai_intensitas == inten_Median_Dua) {
            Redup = 1; Gelap = 0; Redup = 0; AgakTerang = 0; Terang = 0;

        }else if (nilai_intensitas > inten_Median_Dua && nilai_intensitas <
inten_Median_Tiga){
            Redup = (inten_Median_Tiga - nilai_intensitas) / (inten_Median_Tiga -
inten_Median_Dua);
```



Kode Sumber 4.6 Proses Pencarian Keanggotaan *Fuzzy* dari *Input* yang Diperoleh Sensor LDR

Output yang dihasilkan dari proses himpunan *fuzzy* ini, adalah nilai keanggotaan dari masing masing kategori cahaya. Didalam sistem ini, cahaya dibagi menjadi lima kategori. Yaitu gelap, remang, redup, agak terang, dan terang. Masing masing akan mendapat nilai sesuai perhitungan yang telah diterapkan

4.2.2.2 Keanggotaan Suhu

Sebelum mencari nilai keanggotaan dari *input* yang dibaca oleh sensor DS18B20, himpunan *fuzzy* dari suhu harus sudah diterapkan. Dalam sistem ini, suhu dibagi menjadi lima kategori. Pertama suhu dingin, suhu sejuk, suhu normal,

```
float suhu_Minimal = 20;           //Segitiga Siku2
float suhu_Median_Satu = 25;      //Segitiga Sama sisi
float suhu_Median_Dua = 30;      //Segitiga Sama sisi
```

suhu hangat dan suhu panas. Pembentukan himpunan *fuzzy* menggunakan kurva segitiga pada kategori dingin dan panas, dan kurva segitiga sama kaki pada kategori sejuk, normal, hangat.

Kode Sumber 4.7 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Suhu

Perhitungan pencarian nilai keanggotaan sebagai berikut:

```
void DerajatSuhu(float nilai){ // awal method
    if ( nilai< suhu_Median_Satu) {
        if (nilai <= suhu_Minimal) {
            dingin = 1; sejuk = 0; normal = 0; hangat = 0; panas = 0;
        } else if(nilai>suhu_Minimal&&nilai<suhu_Median_Satu){
            dingin = ((suhu_Median_Satu - nilai) / (suhu_Median_Satu -
suhu_Minimal));
            sejuk = ((nilai - suhu_Minimal) / (suhu_Median_Satu - suhu_Minimal));
            normal = 0; hangat = 0; panas = 0;
        }
    } else if (nilai == suhu_Median_Satu) {
        sejuk = 1; normal = 0; hangat = 0; panas = 0; dingin = 0;
    } else if (nilai > suhu_Median_Satu && nilai < suhu_Median_Dua) {
        sejuk = (suhu_Median_Dua - nilai) / (suhu_Median_Dua -
suhu_Median_Satu);
        normal = (nilai - suhu_Median_Satu) / (suhu_Median_Dua -
suhu_Median_Satu);
        dingin = 0; hangat = 0; panas = 0;
    } else if (nilai == suhu_Median_Dua) {
        normal = 1; dingin = 1; sejuk = 0; hangat = 0; panas = 0;
    } else if (nilai > suhu_Median_Dua && nilai < suhu_median_Tiga) {
        normal = (suhu_median_Tiga - nilai) / (suhu_median_Tiga -
suhu_Median_Dua);
        hangat = (nilai - suhu_Median_Dua) / (suhu_median_Tiga -
suhu_Median_Dua);
        dingin = 0; sejuk = 0; panas = 0;
    } else if (nilai == suhu_median_Tiga) {
        hangat = 1; dingin = 0; sejuk = 0; normal = 0; panas = 0;
    }
}
```

```
else if (nilai > suhu_median_Tiga) {
    if (nilai >= suhu_Maximal) {
        panas = 1; dingin = 0; sejuk = 0; normal = 0; hangat = 0;
    } else {
        hangat = (suhu_Maximal - nilai) / (suhu_Maximal - suhu_median_Tiga);
        panas = (nilai - suhu_median_Tiga) / (suhu_Maximal -
suhu_median_Tiga);
        dingin = 0; sejuk = 0; normal = 0;
    }
}

Serial.println("Suhu nya : ");
Serial.println (dingin);
Serial.println(sejuk);
Serial.println(normal);
Serial.println(hangat);
Serial.println(panas);
}
```

Kode Sumber 4.8 Proses Pencarian Keanggotaan *Fuzzy* dari *Input* yang Diperoleh Sensor DS18B20

Pada method ini, nilai *input* yang dibaca akan di cari nilai keanggotaannya. Apakah memiliki satu nilai keanggotaan, ataukah memiliki dua nilai keanggotaan. Setelah diketahui nilai tersebut berada dalam keanggotaan mana, proses selanjutnya adalah mencari nilai fungsi implikasi dari nilai keanggotaan

4.2.3 Fungsi Implikasi

Pada fungsi implikasi ini, hasil dari perhitungan di atas akan dimasukkan pada rule dan dicari nilai minimalnya

```
void Implikasi(){
    aturan[0] = min(Gelap, dingin);
    aturan[1] = min(Gelap, sejuk);
    aturan[2] = min(Gelap, normal);
    aturan[3] = min(Gelap, hangat);
    aturan[4] = min(Gelap, panas);

    aturan[5] = min(Remang, dingin);
    aturan[6] = min(Remang, sejuk);
    aturan[7] = min(Remang, normal);
    aturan[8] = min(Remang, hangat);
    aturan[9] = min(Remang, panas);
```

```
    aturan[10] = min(Redup, dingin);
    aturan[11] = min(Redup, sejuk);
    aturan[12] = min(Redup, normal);
    aturan[13] = min(Redup, hangat);
    aturan[14] = min(Redup, panas);

    aturan[15] = min(AgakTerang, dingin);
    aturan[16] = min(AgakTerang, sejuk);
    aturan[17] = min(AgakTerang, normal);
    aturan[18] = min(AgakTerang, hangat);

    aturan[19] = min(AgakTerang, panas);
    aturan[20] = min(Terang, dingin);
    aturan[21] = min(Terang, sejuk);
    aturan[22] = min(Terang, normal);
    aturan[23] = min(Terang, hangat);
    aturan[24] = min(Terang, panas);
```

Kode Sumber 4.9 Proses Fungsi Implikasi Menggunakan Metode Min

Dari perhitungan pada kode sumber 4.9, akan menghasilkan rules mana saja yang akan memiliki sebuah nilai. Dan nilai tersebut akan dihitung kembali pada komposisi aturan untuk menentukan pola grafik yang akan terbentuk nantinya

4.2.4 Komposisi Aturan

Selanjutnya adalah perhitungan komposisi aturan menggunakan metode max. Pada perhitungan ini, aturan – aturan akan dikelompokkan sesuai dengan *outputan* yang telah di temukan. Untuk lampu ada lima *outputan*, yaitu terang, agak terang, redup, remang, dan mati. Sedangkan untuk kipas ada lima, yaitu mati, pelan, sedang, cepat, dan sangat cepat. Berikut list kodingnya

4.2.4.1 Lampu

```
//===== LAMPU =====
float lmTerang[5] = {aturan[0],aturan[1],aturan[2],aturan[3],aturan[4]};
float lmAgakTerang[5] = {aturan[5],aturan[6],aturan[7],aturan[8],aturan[9]};
float lmRedup[5] = {aturan[10],aturan[11],aturan[12],aturan[13],aturan[14]};
float
    lmRemang[5]
    =
{aturan[15],aturan[16],aturan[17],aturan[18],aturan[19]};
float lmMati[5] = {aturan[20],aturan[21],aturan[22],aturan[23],aturan[24]};
```

```
maxTerang = lmTerang[0];
for(int s = 0; s<=4; s++){
    if(lmTerang[s] > maxTerang){
        maxTerang = lmTerang[s];
    }
}
```

```
maxAgakTerang = lmAgakTerang[0];
for(int s = 0; s<=4; s++){
    if(lmAgakTerang[s] > maxAgakTerang){
        maxAgakTerang = lmAgakTerang[s];
    }
}
```

```
maxRedup = lmRedup[0];
for(int s = 0; s<=4; s++){
    if(lmRedup[s] > maxRedup){
        maxRedup = lmRedup[s];
    }
}
```

```
maxRemang = lmRemang[0];
for(int s = 0; s<=4; s++){
    if(lmRemang[s] > maxRemang){
```

Kode Sumber 4.10 Komposisi Aturan Lampu Menggunakan Metode Max

4.2.4.2 Kipas

```
float kpsMati[4] = {aturan[0],aturan[5],aturan[10],aturan[15]};
float kpsPelan[4] = {aturan[1],aturan[6],aturan[11],aturan[16]};
float kpsSedang[4] = {aturan[2],aturan[7],aturan[12],aturan[17]};
float kpsCepat[4] = {aturan[3],aturan[8],aturan[13],aturan[18]};
float kpsSngtCepat[4] = {aturan[4],aturan[9],aturan[14],aturan[19]};
maxKpsMati = kpsMati[0];
for(int s = 0; s<=3; s++){
    if(kpsMati[s] > maxKpsMati){
        maxKpsMati = kpsMati[s];
    }
}
maxKpsPelan = kpsPelan[0];
for(int s = 0; s<=3; s++){
    if(kpsPelan[s] > maxKpsPelan){
        maxKpsPelan = kpsPelan[s];
    }
}
maxKpsSedang = kpsSedang[0];
for(int s = 0; s<=3; s++){
    if(kpsSedang[s] > maxKpsSedang){
        maxKpsSedang = kpsSedang[s];
    }
}
}
```

```
maxKpsCepat = kpsCepat[0];
for(int s = 0; s<=3; s++){
    if(kpsCepat[s] > maxKpsCepat){
        maxKpsCepat = kpsCepat[s];
    }
}
maxKpsSangatCepat = kpsSngtCepat[0];
for(int s = 0; s<=3; s++){
    if(kpsSngtCepat[s] > maxKpsSangatCepat){
        maxKpsSangatCepat = kpsSngtCepat[s];
    }
}
}
```


Kode Sumber 4.12 Menentukan Batas Area

Adapun untuk pola yang memiliki empat area, maka ada sedikit tambahan perhitungan.

```

if (maxMati > maxRemang)
{
    z1 = ((maxMati * 100) - 100)/ -1;
    z2 = ((maxRemang * 100) - 100)/ -1;
}else{
    z1 = (maxMati * 100)+0;
    z2 = (maxRemang * 100)+0;
}

```

Kode Sumber 4.13 Menentukan Batas Area

Kode sumber 4.13 adalah tambahan kode untuk grafik yang memiliki empat area. Selanjutnya yaitu perhitungan defuzzyfikasi menggunakan metode *centroid*

4.2.5 Defuzzyfikasi

Dalam defuzzyfikasi ada banyak metode yang bisa digunakan seperti *centroid*, *bisector*, *mean of maximum*, *largestt of maximum* dan *smallest of maximum*. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *centroid* untuk melakukan proses defuzzyfikasi. Secara umum, pola area yang terbentuk atau yang dihasilkan oleh proses implikasi ada dua macam, yaitu kotak dan segitiga. Adakalanya dimana pola tersebut menjadi 3 bagian dasar, yaitu kotak, segitiga, dan trapesium. Berikut ini adalah kode proses defuzzyfikasi menggunakan metode *centroid* yang memiliki tiga area dan memiliki tiga pola dasar yaitu segitiga, trapesium dan kotak.

```

void enam(double men, double a1, double a2, double a3, double mex, double
tinggi1, double tinggi2, double jarak, double naik, double turun){ //
segitiga kotak trapesium kotak
    double m3 = 0;
    double kiri = (double)1/jarak;
    double kanan = (double)men/jarak;
    double kiri1 = (double)kiri/3;
    double kanan1 = (double)kanan/2;
    double M1Per1a = (double)kiri1 * pow(a1, 3);
    double M1Per1b = (double)kanan1 *pow(a1, 2);
    double M1Per1 = (double)M1Per1a - M1Per1b;
    double M1Per2a = (double)kiri1 * pow(men, 3);
    double M1Per2b = (double)kanan1 * pow(men, 2);

```

```

m3 = (double)M1Per12 - M1Per22;
Serial.print("M3 = ");
Serial.println(m3);

}else{

    double kiri2 = (double)1/jarak;
    double kanan2 = (double)naik/jarak;
    double kiri12= (double)kiri2/3;
    double kanan12 = (double)kanan2/2;
    double M1Per1a2 = (double)kiri12* pow(a3, 3);
    double M1Per1b2= (double)kanan12 *pow(a3, 2);
    double M1Per12 = (double)M1Per1a2 - M1Per1b2;
    double M1Per2a2 = (double)kiri12* pow(a2, 3);
    double M1Per2b2= (double)kanan12* pow(a2, 2);
    double M1Per22= (double)M1Per2a2 - M1Per2b2;
    m3 = (double)M1Per12 - M1Per22;
    Serial.print("M3 = ");
    Serial.println(m3);

}
double per3 = (tinggi2/2) * (pow(mex, 2));
double per4 = (tinggi2/2) * (pow(a3, 2));
double m4 = per3 - per4;
Serial.print("M4 = ");
Serial.println(m4);

momentum = m1+m2+m3+m4;
Serial.println(momentum);

```

Kode Sumber 4.14 Mencari Nilai Momentum

Langkah pertama dalam perhitungan defuzzifikasi dengan metode centroid adalah menghitung nilai momentum disetiap area. setelah nilai atau hasil dari perhitungan momentum diketahui, selanjutnya adlah mencari nilai luas area dari masing – masing area yang terbentuk

Kode Sumber 4.15 Mencari Nilai Luas Area

Setelah momentum dan luas are diketahui, selanjutnya nilai centroid dicari

Kode Sumber 4.16 Mencari Nilai Centroid

4.3 Hasil Uji Coba

4.3.1 Uji Coba Pagi

Tabel 4.1 Uji Coba Pukul 05.20

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	24.31	136	44.59	187.50	Kipas: Pelan Lampu: Redup
2	24.00	102	43.99	244.41	Kipas: Pelan Lampu: Redup
3	23.75	116	43.67	226.01	Kipas: Pelan Lampu: Redup
4	23.56	107	43.16	237.85	Kipas: Pelan Lampu: Redup
5	23.37	122	42.76	217.4	Kipas: Pelan Lampu: Redup

Tabel 4.2 Uji Coba Pukul 05.45

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	21.81	96	40.68	251.85	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
2	21.81	95	40.59	253.08	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
3	21.75	101	40.63	245.67	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
4	21.81	108	39.94	237.32	Kipas: Pelan Lampu: Redup
5	21.81	112	39.94	232.92	Kipas: Pelan Lampu: Redup

Tabel 4.3 Uji Coba Pukul 06.12

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	22.25	228	39.97	86.95	Kipas: Pelan Lampu: Remang
2	22.31	229	39.82	84.75	Kipas: Pelan Lampu: Remang
3	22.31	230	39.75	82.73	Kipas: Pelan Lampu: Remang
4	22.31	233	39.75	79.96	Kipas: Pelan Lampu: Remang
5	22.37	232	39.72	81.79	Kipas: Pelan Lampu: Remang

Tabel 4.4 Uji Coba Pukul 06.30

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	22.81	255	40.93	51.13	Kipas: Pelan Lampu: Remang
2	22.81	257	40.93	46.57	Kipas: Pelan Lampu: Remang
3	22.87	259	41.17	40.77	Kipas: Pelan Lampu: Remang
4	22.87	260	41.17	36.44	Kipas: Pelan Lampu: Remang
5	22.81	264	40.93	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati

Tabel 4.5 Uji Coba Pukul 06.45

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	22.94	294	41.39	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati
2	22.94	301	41.39	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati

3	23.00	290	41.61	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati
4	23.00	294	41.61	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati
5	23.00	283	41.61	-	Kipas: Pelan Lampu: Mati

4.3.2 Uji Coba Siang

Tabel 4.6 Uji Coba Pukul 11.30

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	29.19	470	82.95	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
2	29.19	468	82.95	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
3	29.25	471	83.89	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
4	29.31	470	84.89	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
5	29.44	474	87.13	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati

Tabel 4.7 Uji Coba Pukul 12.25

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	29.25	397	81.47	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
2	29.31	387	82.08	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
3	29.37	679	82.71	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
4	29.31	633	82.08	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
5	29.25	625	81.47	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati

Tabel 4.8 Uji Coba Pukul 13.00

No	Input yang Terbaca	Output	Keterangan
----	--------------------	--------	------------

	oleh Sistem		<i>Servo</i>	<i>Stepper</i>	
	Suhu	Cahaya			
1	31.06	730	101.42	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
2	31.00	714	100.86	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
3	30.69	692	97.92	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
4	30.44	608	95.31	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
5	30.56	647	96.64	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati

Tabel 4.9 Uji Coba Pukul 13.40

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	<i>Suhu</i>	<i>Cahaya</i>	<i>Servo</i>	<i>Stepper</i>	
1	28.81	767	77.50	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
2	28.87	767	78.04	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
3	28.87	766	78.04	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
4	28.81	758	77.5	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
5	28.81	745	77.5	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati

4.3.3 Uji Coba Sore

Tabel 4.10 Uji Coba Pukul 16.25

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	<i>Suhu</i>	<i>Cahaya</i>	<i>Servo</i>	<i>Stepper</i>	
1	27.87	421	70.21	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
2	27.94	431	70.67	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
3	27.94	382	70.67	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
4	28.00	354	71.13	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati
5	28.00	355	71.13	-	Kipas: Sedang Lampu: Mati

Tabel 4.11 Uji Coba Pukul 17.00

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	27.44	239	67.05	75.74	Kipas: Pelan Lampu: Remang
2	27.44	237	67.05	77.80	Kipas: Pelan Lampu: Remang
3	27.56	254	67.95	54.96	Kipas: Pelan Lampu: Remang
4	27.62	225	68.40	86.50	Kipas: Pelan Lampu: Remang
5	27.56	222	67.95	66.39	Kipas: Pelan Lampu: Remang

Tabel 4.12 Uji Coba Pukul 17.35

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	27.25	121	65.70	221.16	Kipas: Pelan Lampu: Redup
	27.25	113	65.70	233.81	Kipas: Pelan Lampu: Redup
	27.25	106	65.70	241.63	Kipas: Pelan Lampu: Redup
	27.25	87	65.70	260.35	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
	27.25	82	65.70	266.19	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang

Tabel 4.13 Uji Coba Pukul 18.15

No	Input yang Terbaca oleh Sistem		Output		Keterangan
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	
1	27.44	48	67.55	303.92	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
	27.37	48	66.15	303.81	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang

	27.37	48	66.15	303.81	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
	27.25	48	65.70	303.75	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang
	27.25	76	65.70	275.22	Kipas: Pelan Lampu: Agak Terang

Dari hasil ujicoba diatas sistem dapat melakukan perhitungan *fuzzy* mamdani dengan sebaik mungkin. Scenario yang telah direncanakan berjalan dengan lancar. Pembacaan kondisi suhu dan cahaya oleh sistem berjalan dengan baik, sehingga menghasilkan *output* yang sesuai dengan rancangan scenario awal. Ketika pagi, suhu berada dikisaran 25 sampai 26. Dan itensitas cahaya yang dibaca sistem dibawah 100 sebelum pukul 6, dan di atas seratus ketika pukul 6. *Output* yang dihasilkan kipas pelan, dan lampu remang sampai redup. Ketika siang hari, ujicoba menunjukkan suhu yang dibaca sistem berkisar 30 derajat dan lambat laun turun hingga berkisar 29 derajat. Sedangkan itensitas cahaya yang dibaca sistem diatas 260, berkisar 400 hingga 800. *Output* yang dihasilkan kipas berputar sedang dan lampu mati. Pada kondisi sore, suhu yang dibaca sistem berkisar 26 hingga 27, sedangkan cahaya dibawah 100. Hal ini menyebabkan keluaran yang dihasilkan adalah lampu agak terang hingga terang, serta kipas berjalan pelan.

Untuk memastikan keakuratan perhitungan sistem yang telah dibuat, peneliti melakukan perbandingan perhitungan sistem dengan matlab. Dalam perbandingan perhitungan ini, akan dicari selisih perhitungan sistem dengan perhitungan pada matlab. Dari masing masing kategori pagi, siang dan sore hanya diambil dua tabel.

- Perbandingan Sistem dengan Matlab Pagi

Tabel 4.11 Pukul 05:45

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	21.81	96	40.68	251.85	37.1	252	3.78	0.15
2	21.81	95	40.59	253.08	36.9	253	3.69	0.08
3	21.75	101	40.63	245.67	36.4	246	4.23	0.33
4	21.81	108	39.94	237.32	35.4	237	4.54	0.32
5	21.81	112	39.94	232.92	35.4	233	4.54	0.08
Rata – Rata							4.156	0.192

- Tabel 4.12 Pukul 06:10

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	22.25	228	39.97	86.95	38.6	86.7	1.37	0.25
2	22.31	229	39.82	84.75	38.5	85.9	1.32	1.15
3	22.31	230	39.75	82.73	38.3	85	1.45	2.27
4	22.31	233	39.75	79.96	38.3	83.8	1.45	3.84
5	22.37	232	39.72	81.79	38.6	84.7	1.12	2.91
Rata – Rata							1.342	2.084

- Perbandingan Sistem dengan Matlab Siang

Tabel 4.13 Pukul 11:30

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	29.19	470	82.95	-	80.9	-	2.05	-
2	29.19	468	82.95	-	80.9	-	2.05	-
3	29.25	471	83.89	-	81.5	-	2.39	-
4	29.31	470	84.89	-	82.1	-	2.79	-
5	29.44	474	87.13	-	83.4	-	3.73	-
Rata – Rata							2.602	-

- Tabel 4.14 Pukul 13:00

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	31.06	730	101.42	-	101	-	0.42	-
2	31.00	714	100.86	-	101	-	0.14	-
3	30.69	692	97.92	-	97.9	-	0.02	-
4	30.44	608	95.31	-	95.3	-	0.01	-

	30.56	647	96.64	-	96.6	-	0.04	-
Rata – Rata							0.126	-

- Perbandingan Sistem dengan Matlab Sore

Tabel 4.15 Pukul 17:00

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	27.44	239	67.05	75.74	67.1	81.1	0.05	5.36
2	27.44	237	67.05	77.80	67.1	82.6	0.05	4.8
3	27.56	254	67.95	54.96	67.9	58.2	0.05	3.24
4	27.62	225	68.40	86.50	68.4	88.8	0	2.3
5	27.56	222	67.95	86.19	67.9	90.3	0.05	4.11
Rata – Rata							0.04	3.962

- Tabel 4.16 Pukul 17:30

No	Input		Output Sistem		Output Matlab		Jarak	
	Suhu	Cahaya	Servo	Stepper	Servo	Stepper	Servo	Stepper
1	27.25	121	65.70	221.16	65.7	221	0	0.16
2	27.25	113	65.70	233.81	65.7	234	0	0.19
3	27.25	106	65.70	241.63	65.7	242	0	0.37
4	27.25	87	65.70	260.35	65.7	260	0	0.35
5	27.25	82	65.70	266.19	65.7	266	0	0.19
Rata – Rata							0	0.252

Dari perbandingan diatas, dapat diketahui bahwasannya perhitungan sistem berjalan dengan baik. Selisih antara perhitungan sistem dengan hasil perhitungan matlab hanya terpaut sedikit. Hal ini menandakan perhitungan pada sistem bekerja dengan baik dan akurat.

4.4 Integrasi Islam

Sistem otomasi dan monitoring ruang berbasis android menggunakan metode *fuzzy* mamdani merupakan suatu sistem yang mampu mengendalikan suhu dan cahaya dalam ruangan yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan secara realtime. Suatu missal, saat kondisi gelap, maka secara otomatis lampu akan

menyala, begitupula sebaliknya ketika kondisi lingkungan cerah, maka lampu akan otomatis mati. Sedangkan ketika kondisi panas, maka sistem secara otomatis akan menyalakan kipas, jika suhu dingin kipas akan mati. Dalam keseharian, banyak kita jumpai bawasannya penerangan – penerangan rumah ataupun jalan menyala disaat matahari telah terbit, akibat dari kelalaian manusia. Tak jarang juga, di perusahaan atau di kantor – kantor besar tidak memperdulikan pemakaian lampu, AC dll. Membiarkan lampu, atau pendingin ruangan tetap menyala meskipun kondisi telah terang dan dingin. Hal ini sangat dilarang oleh agama dan Negara. Karena sikap tersebut merupakan sikap boros atau berlebih – lebihan.

Boros merupakan gaya hidup yang suka melakukan sesuatu secara berlebih-lebihan. Seperti menggunakan harta, uang maupun sumber daya yang ada demi kesenangan pribadi. Dengan terbiasa berbuat boros seseorang akan menjadi buta terhadap orang-orang yang membutuhkan bantuan di sekitarnya, dia akan sulit membedakan antara yang halal dan yang haram, mana yang boleh dan mana yang tidak boleh dilakukan, sikap tamak dan sombong akan selalu berada dalam dirinya.

Dalam satu hadist yang diriwayatkan oleh Imam Muslim dari Abu Hurairah, ia berkata bahwa Rasulullah shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda,

إِنَّ اللَّهَ يَرْضَى لَكُمْ ثَلَاثًا وَيَكْرَهُ لَكُمْ ثَلَاثًا فَيَرْضَى لَكُمْ أَنْ تَعْبُدُوهُ وَلَا

تُشْرِكُوا بِهِ شَيْئًا وَأَنْ تَعْتَصِمُوا بِحَبْلِ اللَّهِ جَمِيعًا وَلَا تَفَرَّقُوا وَيَكْرَهُ لَكُمْ قِيلَ وَقَالَ

وَكَثْرَةَ السُّؤَالِ وَإِضَاعَةَ الْمَالِ

Sesungguhnya Allah meridhai tiga hal bagi kalian dan murka apabila kalian melakukan tiga hal. Allah ridha jika kalian menyembah-Nya dan tidak mempersekutukan-Nya dengan sesuatu apapun, dan (Allah ridla) jika kalian berpegang pada tali Allah seluruhnya dan kalian saling menasehati terhadap para penguasa yang mengatur urusan kalian. Allah murka jika kalian sibuk dengan desas-desus, banyak mengemukakan pertanyaan yang tidak berguna serta membuang-buang harta.” (HR. Muslim no.1715)

Selain hadits diatas, Dalam Al-Qur'an surah al-an'am ayat 141 telah diterangkan bawasannya kita sebagai kaum muslim dilarang untuk berlebih lebihan dalam melakukan sesuatu.

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُ

وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مَتَشْبِهًا وَغَيْرَ مَتَشْبِهٍ ۚ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ يَوْمَ

حَصَادِهِ ۗ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (QS. Al-'An`am [6]: 141)”.

Perbuatan berlebih – lebih atau boros merupakan perbuatan yang dibenci Allah SWT. Didalam ayat yang lain, yaitu al-Isra' ayat 27, dijelaskan bahwasannya orang yang melakukan perbuatan boros merupakan sanak sodara dari syetan, dan syetan adalah mahluk yang ingkar kepada Allah.

إِنَّ الْمُبَدِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

Dalam tafsir Al-Jalain, surah al-Isra' ayat 27 memiliki arti “Sesungguhnya orang-orang pemboros itu adalah saudara-saudara setan” artinya berjalan pada jalan setan. “Dan setan itu adalah sangat ingkar kepada Rabbnya”. Sangat ingkar kepada nikmat-nikmat yang dilimpahkan oleh-Nya, maka demikian pula saudara setan yaitu orang yang pemboros.

Dari tafsir diatas, dapat kita tangkap penjelasannya bawasanya kita tidak boleh berbuat boros. Karena boros adalah perilaku dari syetan. Kita sebagai kaum muslimin dan muslimat haruslah ta'at pada perintah Allah SWT. Kita harus melakukan apa apa yang telah di ajarkan di dalam Al-Qur'an. Jangan sampai kita

hanya berfikir Al-Qur'an hanya bacaan saja. Kita harus benar benar memahami isi dari kalamullah. Jangan sampai kita berperilaku mengikuti perilaku syetan. Dalam surah al – fathir ayat 6 dijelaskan:

إِنَّ الشَّيْطَانَ لَكُمْ عَدُوٌّ فَاتَّخِذُوهُ عَدُوًّا ۗ إِنَّمَا يَدْعُو حِزْبَهُ لِيَكُونُوا مِنْ أَصْحَابِ السَّعِيرِ

Al-Jalain QS Fathir : 6. (Sesungguhnya setan itu adalah musuh bagi kalian, maka anggaplah ia musuh) dengan cara taat kepada Allah dan tidak menaati setan (karena sesungguhnya setan-setan itu hanya mengajak golongannya) yakni pengikut-pengikutnya yang sama-sama kafir dengannya (supaya menjadi penghuni neraka yang menyala-nyala) yakni neraka yang keras siksaannya.

Dari hadist dan petikan ayat Al-Qur'an diatas, dapat kita simpulkan bawasanya kita dilarang melakukan perbuatan boros dan berlebihan dalam segala hal. Kita dilarang boros terhadap harta, dan juga sumber energi. Sifat yang berlebih – lebih ini sangat tidak disukai Allah SWT. Sikap boros dan berlebihan merupakan sikap yang dimiliki oleh syetan, sikap yang disukai oleh syetan, sikap yang biasa dilakukan dalam keserian syetan. Orang yang melakukan pemborosan, berlebih lebihan sama halnya dengan mereka mengikuti jalan syetan. Mereka mengikuti jalan yang dialaknat Allah SWT. Sungguh celaka mereka orang – orang yang mengikuti syetaan, menjadikan syetan sebagai panutan, berjalan melakukan aktifitas tanpa dasar ilmu, tanpa memikir baik buruk bagi diri dan oranglain. Dan neraka jahannamlah tempat mereka kembali. Jadi dengan dibuatnya sistem ini, diharapkan mampu membantu dalam pengurangan

pemborosan energi serta pencegahan perilaku boros dalam menggunakan energi listrik.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, sistem otomasi dan monitoring suhu dan pencahayaan ruang menggunakan metode fuzzy mamdani yang telah dilakukan uji coba, dapat ditarik kesimpulan bahwasannya, metode fuzzy mamdani dapat diterapkan untuk menentukan tingkat putaran *motor servo* dan *motor stepper* sebagai penggerak *potensiometer* pada *dimmer*. Hasil yang diperoleh sesuai dengan skenario yang telah direncanakan. Lampu dan kipas dapat menyala sesuai dengan keadaan intensitas cahaya yang dibaca oleh sensor LDR dan suhu yang dibaca oleh sensor ds18b20. Perhitungan fuzzy mamdani dapat bekerja dengan akurat. Hal ini dapat dilihat dari hasil perbandingan perhitungan antara sistem dan matlab. Dalam perhitungan pencari keputusan kendali *servo*, diperoleh selisih rata – rata sebagai berikut:

- pagi hari, 2.748
- siang hari 1.364,
- sore hari 0.02

Untuk hasil perhitungan kendali *motor stepper*, selisih rata – rata antara perhitungan sistem dengan perhitungan matlab sebagai berikut:

- pagi hari 1.138,
- siang hari tidak ada perhitungan
- sore hari 2.107

5.2 Saran

Dalam pembuatan sistem otomasi dan monitoring suhu dan pencahayaan ruang menggunakan metode fuzzy mamdani masih terdapat beberapa kelemahan pada sistem ini. Olehkarenanya penulis berharap agar sistem ini dikembangkan. Komponen seperti *dimmer* potensio bisa di ganti dengan *dimmer* digital. Ataupun bisa menggunakan *dimer* potensio, tapi alat pemutar potensio seperti *motor stepper* dapat menyimpan data putaran terakhir. Sehingga *user* tidak perlu repot mencopot dan memasang sambungan antara *motor stepper* dan potensio pada *dimmer*. Bisa juga untuk monitoring ditambah pengendali perangkat lainnya. Agar sistem lebih kompleks dan sempurna, bisa dikembangkan menggunakan tranmisi lainnya dalam mengirim dan menerima data dari arduino ke android.

DAFTAR PUSTAKA

- Reida Pasgara Putra. 2013. "*Rancang Bangun Instalasi Listrik Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino*".
- Johanes Mario. "*Rancang Bangun Mobile Robot Pemantau Ruangan Menggunakan Bluetooth Dengan Mobile Phone Berbasis Android*". Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer. Ukrida
- Hariato. 2009. "*Rancang Bangun Sistem Otomasi Rumah Menggunakan Bluetooth Dan Sms Pada Mobile Device*". Stikom Surabaya.
- Muhammad Rofiq. 2014. "*Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Lampu Dengan Memanfaatkan Teknologi Bluetooth Pada Smartphone Android*". Stimik Asia Malang
- Rahminanti Paulin, Ginanjar Putra, Dkk. 2014. "*Implementasi Sistem Bluetooth Menggunakan Android Dan Arduino Untuk Kendali Peralatan Elektronik*". Jurnal Elkominka. Itenas Bandung
- Hamzah, 2008. "*Evaluasi Sistem Penerangan Jalan H.R. Soebrantas Kota Pekanbaru*" Jurnal Elektro. Univ Lancang Kuning
- Ariwibowo, Wisnu, Dkk. 2008. "*Robot Mobile Penjejak Arah Cahaya Dengan Kendali Logika Fuzzy*". Jurnal Elektro, Jilid 10, Nomor 3
- Novianti Keyza, Dkk. "*Perancangan Prototype Sistem Penerangan Otomatis Ruangan Berjendela Berdasarkan Intensitas Cahaya*". Seminar Nasional Teknologi Informasi. Universitas Tarumanegara
- Hildegardis Cornelia, 2012, "*Audit Performa Energi Pada Gedung Laboratorium Komputer & Kantor Yayasan Pendidikan Tinggi Nusa Nipa*". Univ Atma Jaya. Yogyakarta

- Astuti Yulia, 2010, "*Peranan Petugas Klinik Hemat Energi Dalam Memberikan Informasi Hemat Listrik Kepada Pelanggan PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Jaringan Bandung Utara*". Unikom Bandung
- Sugiarto, Yusro. "*Logika Fuzzy*" Presentasi Seminar Nasional
- Suparman, 2007. "*Komputer Masa Depan Pengenalan Artificial Intelligence*".
Yogyakarta: Andi Offset
- Aryanto hartoyo dkk. 2010. "*Lighting Control System in Buildings based on Fuzzy Logic*" Jurnal Nasional. DGHE (DIKTI) No: 51/Dikti/Kep/2010
- Suyadhi, Taufik Dwi Septian. 2011. "*Buku Pintar Robotika*". Yogyakarta: Andi Offset
- Widodo. B, 2010. "*Robotika Teori Dan Implementasi*". Yogyakarta: Andi Offset
- Kadir, Abdul. 2013. "*Penaduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroller Dan Pemrograman Menggunakan Arduino*". Yogyakarta: Cv Andi Offset
- Kuswandi son, 2007. "*Kendali Cerdas – Teori Dan Aplikasinya*". Yogyakarta: Andi Offset
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). "*Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*". Yogyakarta: Graha Ilmu
- Suwito, budi. 2012. "*Rangkaian Dimmer*" Tersedia pada Link: <http://www.rangkaianelektronika.org/rangkaian-dimmer.htm>. Diakses pada tanggal 16 Maret 2016.
- Saptiningsih, ika. 2014. "*Rangkaian Dimmer Lampu*". Tersedia pada link berikut <http://saptiningsihika.blogspot.co.id/2014/07/rangkaian-dimmer-lampu.html>. Diakses pada 16 Maret 2016
- Darmanto, 2014. "*Penjelasan dan Prinsip Kerja Motor Servo*". Tersedia pada link

<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>. Diakses pada 16 Maret 2016

Kusuma Wardana, 2016. "*Tutorial Meenggunakan Sensor suhu ds18b20 pada arduino*". <https://tutorkeren.com/artikel/tutorial-menggunakan-sensor-suhu-ds18b20-pada-arduino.htm>. Diakses pada 20 Juli 2016

Himawan, 2013. "*Dasar – dasar Motor Servo*" tersedia pada link: www.hima-one.com. Diakses pada 19 Juli 2016

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2015. "*Pemborosan Energi 80 Persen dari Manusia*" Tersedia pada Link: <http://www.esdm.go.id/berita/39-listrik/4448-pemborosan-energi-80-persen-faktor-manusia-.html>. Diakses pada 9 September 2016

Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, 2015. "*Tingkat Konsumsi Listrik Indonesia*" tersedia pada link: <http://ristekdikti.go.id/> diakses pada tanggal 10 september 2016

