

**PERANCANGAN KIPAS ANGIN PENGATUR SUHU DAN
KELEMBAPAN RUANGAN DENGAN METODE FUZZY
SUGENO BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

Oleh :

**AFIF ALGIFARI
NIM. 12650060**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALI IBRAHIM
MALANG
2018**

**PERANCANGAN KIPAS ANGIN PENGATUR SUHU DAN
KELEMBAPAN RUANGAN DENGAN METODE FUZZY
SUGENO BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh:

**AFIF ALGIFARI
NIM. 12650060**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALI IBRAHIM
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

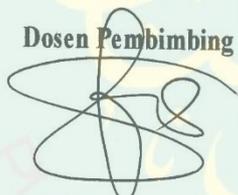
**PERANCANGAN KIPAS ANGIN PENGATUR SUHU DAN
KELEMBAPAN RUANGAN DENGAN METODE FUZZY
SUGENO BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

Oleh:
AFIF ALGIFARI
NIM. 12650060

Telah diperiksa dan disetujui untuk untuk diuji
Tanggal: 09 Mei 2018

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

Dosen Pembimbing II,



Khadijah F H Holle, M. Kom
NIDT. 19900626 20160801 2 077

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang**



Dr. Cahyo Crvsdian
NIP. 19740424 200901 1 008

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN KIPAS ANGIN PENGATUR SUHU DAN
KELEMBAPAN RUANGAN DENGAN METODE FUZZY
SUGENO BERBASIS ARDUINO

SKRIPSI

Oleh:

AFIF ALGIFARI
NIM. 12650060

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal 30 Mei 2018

Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008
2. Ketua : Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616201101 0 004
3. Sekretaris : Dr.Ir.M.Amin Hariyadi,M.T
NIP. 19670118200501 1 001
4. Anggota : Khadijah F.H. Holle, M.Kom
NIDT. 19900626 20160801 2 077

Tanda Tangan



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AFIF ALGIFARI

NIM : 12650060

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : PERANCANGAN KIPAS ANGIN PENGATUR
SUHU DAN KELEMBAPAN RUANGAN
DENGAN METODE FUZZY SUGENO
BERBASIS ARDUINO

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 09 Mei 2018

Yang membuat
pernyataan



NIM. 12650060

MOTTO

لَا تَحْتَقِرْ مَنْ دُونِكَ فَلِكُلِّ شَيْءٍ مَزِيَّةٌ

“Jangan menghina seseorang yang lebih rendah daripada kamu, karena segala sesuatu itu mempunyai kelebihan.”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puja dan puji selalu tercurahkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan serta kelancaran serta kelancaran sehingga akhirnya saya dapat menyelesaikan kuliah S1 di kampus UIN Maulana Malik Ibrahim Malang ini. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa risalah kebenaran sebagai petunjuk hidup kita di dunia ini.

Terimakasih kepada orang tua saya, Bapak dan ibu saya, adik-adik yang telah mencurahkan segala apa yang mereka miliki untuk kebutuhan saya semasa kuliah, baik dalam bentuk pikiran, motifasi, kekuatan, materi dan perasaan yang mereka berikan.

Terimakasih kepada para dosen, yang telah memberikan ilmunya dengan sabar dan telaten, terutama pada wali dosen saya, bapak Dr. M. Amin hariyadi,M.T sekaligus pembimbing satu saya dan terima kasih juga pada ibu Khadijah F.H. Holle, M.Kom yang telah memberikan motivasi dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini

Terimakasih kepada Syaf, Zauhar, Nijar,Fahrudin, Muamar, yang dalam enam tahun ini saling merasakan asam manisnya lingkungan perkuliahan dan seluruh teman-teman TI yang selalu mengajak dan mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini, dan terkhusus kepada saudara saya yang ada diasrama, yang selalu memberikan supportnya, pengertiannya, selalu memotivasi saya, dan mendorong saya untuk segera merampungkan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karunia-nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan fuzzy sugeno pada sistem arduino” 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 lilalamin*.

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

1. Bapak Dr. M. Amin Hariyadi, M.T, selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, dan mengarah dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
2. Ibu Khadijah F.H. Holle, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberi masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ayah, Ibu serta keluarga besar tercinta yang selalu memberi dukungan yang tak terhingga serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.

4. Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku ketua jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang sudah memberi banyak pengetahuan, inspirasi dan pengalaman yang berharga.
5. Segenap Dosen Tehnik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuaan kepada penulis selama masa studi.
6. Teman-teman seperjuangan Tehnik Informatika angkatan 2012.
7. Teman-teman Asrama Mahasiswa Bima malang.
8. Para peneliti yang telah mengembangkan sistem pengatur suhu dan kelembapan yang telah menjadi acuan penulis dalam pembuatan skripsi ini, serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih.

Berbagi 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. Amin. *Wassalamualaikum Wr.Wb.*

Malang, 01 Mei 2018

Penulis

Afif Algifari

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I.....	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
STUDI PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Iklim.....	8
2.2.2 Iklim Tropis	8
2.2.3 Suhu	9
2.2.4 Kelembaban Udara	10
2.2.5 Logika Fuzzy	11
2.2.6 Struktur Dasar Logika Fuzzy.....	12

2.2.7 Metode Sugeno	14
BAB III	15
DESAIN DAN IMPLEMENTASI.....	15
3.1 Kebutuhan Sistem.....	15
3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	15
3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak.....	22
3.2. Desain Diagram Block Proses inferensi Fuzzy Sistem	23
3.3 Disain Interface Monitoring pada Android	25
3.4 Flowchart Program Fuzzy Pada Sistem Otomasi Rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan pada sistem arduino.....	26
3.5 Implementasi Metode Fuzzy Sugeno	29
3.5.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy	29
3.5.2 Pembentukan basis pengetahuan <i>fuzzy</i> (aturan).....	31
3.5.3 Mesin inferensi	33
3.5.4 Defuzzyfikasi	33
3.6 Flowchart Sistem Pada Sistem Otomasi Rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan pada sistem arduino	33
3.7 Implementasi Desain System	35
3.7.1 Implementasi Hadware	35
3.7.2 Implemestasi Software.....	36
3.7.3 Implementasi <i>Fuzzy Sugeno</i>	37
BAB IV	43
UJI COBA DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Langkah Uji Coba	43
4.2 Uji Coba Rule	44
4.2.1 Data Uji Coba Rule.....	45
4.2.2 Data Hasil Uji Coba Rule	47
4.3 Uji Coba Sistem.....	48
4.3.1 Data Uji Coba Sistem	50
4.3.2 Hasil Uji Coba Sistem.....	50
4.4 Integrasi Dalam Islam	52
BAB V.....	55

KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Dasar logika Fuzzy.....	12
Gambar 3.2 Bluetooth HC-05	17
Gambar3.3 Sensor DHT11	18
Gambar 3.4 Motor Servo.....	18
Gambar 3.5 Pompa air.....	19
Gambar 3.6 Kipas.....	19
Gambar 3.7 Relay 2 chanel	20
Gambar 3.8 Peltier	21
Gambar 3.9 Water block	21
Gambar 3.10 Selenoid Valve	22
Gambar 3.11 Diagram Block Proses Fuzzy Sistem	23
Gambar 3.12 Interface spalsh screen dan menu utama	25
Gambar 3.13 Scan bluetooth dan Monitoring	26
Gambar 3.14 Flowchart Fuzzy sugeno	28
Gambar 3.15 Derajat Keanggotaan Suhu	30
Gambar 3.16 Derajat Keanggotaan Kelembapan.....	30
Gambar 3.17 Keanggotaan Output Kipas	31
Gambar 3.18 Flowchart Sistem.....	34
Gambar 3.19 Implementasi Hardware	36
Gambar 3.20 Implementasi Software	37
Gambar 3.21 Pengambilan Data	38
Gambar 3. 22 Tahap Fuzzyfikasi	39
Gambar 3.23 Tahap Implementasi Proses Mesin Inferensi	41
Gambar 3.24 Tahap Defuzzyfikasi	42
Gambar 4.1 Proses Pengamatan Uji Coba Rule.....	48
Gambar 4.2 Proses Pengamatan Uji Coba Sistem	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Uji Coba Rule	46
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Coba Rule.....	47
Tabel 4.3 Data Uji Coba Sistem.....	50
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Coba Sistem	51



ABSTRAK

Afif algifari, afif 2018, Sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan metode fuzzy sugeno pada sistem arduino. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing (I) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T (II) Khadijah F.H. Holle, M.Kom

Kata kunci : *Fuzzy Sugeno*, Pengatur Suhu Dan Kelembapan

Indonesia adalah negara tropis dimana sinar matahari terjadi sepanjang tahun, pemaparan matahari secara terus-menerus dapat menyebabkan kenaikan suhu dan kelembapan. Apabila hal ini terjadi pada suatu ruangan yang memiliki ventilasi yang buruk, dapat menyebabkan ruangan akan cepat panas dan akan terasa pengap, maka perlu adanya suatu sistem pengatur suhu dan kelembapan yang mampu bekerja secara otomatis. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan metode *fuzzy sugeno* pada sistem arduino, dan mengamati respon sistem yang dihasilkan teknik kendali yang diterapkan adalah *fuzzy sugeno*. Hal ini disebabkan metode *fuzzy* relatif mudah dan *fleksibel*, dirancang dengan tidak melibatkan model matematis yang rumit. Struktur dasar pengendali *fuzzy* terdiri dari empat komponen utama, yaitu Fuzzifikasi, Basis Pengetahuan, mekanisme penalaran *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Dari hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan akurasi metode *fuzzy sugeno* untuk menentukan tingkah laku sistem pengatur suhu dan kelembapan pada sistem arduino adalah 85%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kurun waktu singkat perkembangan teknologi melaju dengan sangat pesat. Perkembangan teknologi ini merupakan hasil kerja keras dari rasa ingin tahu manusia terhadap suatu hal yang pada akhirnya diharapkan akan mempermudah manusia, dengan pesatnya laju perkembangan teknologi tersebut banyak bermunculan alat-alat yang canggih yang dapat bekerja secara otomatis.

Indonesia adalah negara tropis dimana sinar matahari terjadi sepanjang tahun, pemaparan matahari secara terus-menerus dapat menyebabkan kenaikan suhu dan temperatur. Apabila hal ini terjadi pada suatu ruangan yang memiliki ventilasi yang buruk, dapat menyebabkan ruangan akan cepat panas dan akan terasa pengap. Kenaikan suhu tidak saja dikarenakan pemaparan sinar matahari, dapat juga berasal dari objek panas yang berada di dalam ruangan tersebut, apalagi seperti yang kita ketahui banyaknya polusi udara dari kendaraan bermotor merupakan faktor tambahan yang menyebabkan udara menjadi bertambah panas.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan betapa pentingnya udara untuk kelangsungan hidup makhluk hidup seperti yang tertera dalam Al-Qur'an yakni :

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيحَ مُبَشِّرَاتٍ وَلِيُذِيقَكُمْ مِنْ رَحْمَتِهِ
وَلِتَجْرِيَ الْفُلُكُ بِأَمْرِهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya adalah bahwa Dia mengirimkan angin sebagai pembawa berita gembira dan untuk merasakan kepadamu sebagian dari rahmat-Nya dan supaya kapal dapat berlayar dengan perintah-Nya dan (juga) supaya kamu dapat mencari karunia-Nya; mudah-mudahan kamu bersyukur”. (QS. Arrum:46)

Dan diantara tanda-tanda kekuasaan-Nya yang menunjukkan akan kekuasaan Allah swt. ialah bahwa dia mengirimkan angin sebagai pembawa berita gembira, membawa berita gembira buat kalian mengenai akan turunnya hujan dan untuk merasakan kepada kalian melalui angin itu sebagian dari rahmat-Nya berupa hujan dan kesuburan sesudahnya dan supaya kapal dapat berlayar berkat adanya angin itu dengan perintah-Nya berdasarkan kehendak-Nya dan juga supaya kalian dapat mencari berupaya mencari karunia-Nya rezeki dari-Nya dengan cara berdagang melalui jalan laut mudah-mudahan kalian bersyukur atas adanya nikmat ini, hai penduduk Mekah, oleh karenanya kalian mengesakan-Nya. (Tafsir jalalain, 1997).

Untuk membuat udara didalam ruangan menjadi lebih sejuk adalah dengan mengatur sirkulasi udara didalam ruangan tersebut, bila udara didalam ruangan dapat diatur keluar-masuknya maka udara didalam ruangan akan terasa tidak pengap. Seperti yang kita ketahui sekarang peralatan-peralatan pengatur udara manual mulai digantikan dengan peralatan elektronik yang dapat bekerja secara

otomatis. Khususnya untuk mengatur sirkulasi udara. Awalnya pengaktifan alat berdasarkan kebutuhan manusia, namun seiring perkembangan teknologi dibidang elektronika, tugas manusia ini sudah dapat digantikan alat bantu tertentu yang dapat bekerja secara otomatis untuk mengaktifkan kipas tersebut.

Berdasarkan latar belakang dan kebutuhan tersebut maka judul proposal ini diusulkan “Rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan metode *fuzzy sugeno* berbasis arduino”, alat pengendali kecepatan putar motor kipas angin ini berfungsi untuk mengendalikan kecepatan putar kipas angin secara otomatis terhadap pengaruh suhu, dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor dalam suatu ruangan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka identifikasi masalahnya sebagai berikut, berapa tingkat akurasi dari sistem pengatur suhu dan kelembapan dengan menggunakan metode *fuzzy sugeno*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut, mengukur akurasi metode *fuzzy sugeno* pada sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini sebagai berikut,

1. Suhu yang dijadikan referensi untuk perhitungan adalah suhu hasil pembacaan dari sensor DHT11,

2. Sistem pengatur suhu dan kelembapan bisa bekerja berdasarkan suhu dan kelembapan ruangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain diharapkan alat ini dapat memberikan solusi alternatif kepada masyarakat untuk mengatasi keadaan suhu dan kelembapan ruangan (sirkulasi udara). sesuai dengan yang diharapkan.



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Beberapa usaha dan penelitian terkait dengan pengontrolan suhu sudah dilakukan, beberapa diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh :

Wahyu Herman Susila dkk(2013), yang berjudul penggunaan *fuzzy inference system* model sugeno pada pengendalian suhu dan ruangan, pada pengendalian suhu dalam kotak dengan ukuran (40 x 20 x 22)cm, di mana maksud dari penulis adalah membuat sebuah alat yang sejenis dengan alat penetas telur. Tujuan penelitian tersebut adalah membuat sebuah kendali *fuzzy* dan mengamati respon sistem yang dihasilkan. Masukan dari sistem kendali *fuzzy* ini adalah sinyal kesalahan dan perubahan nilai sinyal kesalahan, sedangkan keluarannya adalah hasil dari proses FIS (nilai *byte*) yang nantinya digunakan sebagai sinyal kontrol pada plant. Pengendalian pada plant adalah pengendalian suhu ruangan dalam kotak berbentuk balok yang dilengkapi dengan elemen pemanas dan sensor suhu. Dan terdapat beberapa saran dari penulis, bila diinginkan hasil respon sistem yang baik, maka dapat dicoba dengan mengubah dan mengatur basis aturan serta fungsi keanggotaan pada pengendali logika *fuzzy*, atau menggunakan ADC 12 bit yang memiliki resolusi lebih tinggi. Untuk mengetahui performansi kendali *fuzzy* pada sistem, maka dapat diuji misalnya untuk pengendalian suhu dan kelembaban, atau pengendalian kecepatan putaran motor.

Sunardi (2015). dengan judul penelitian penggunaan metode *fuzzy* Takagi-Sugeno di arduino uno untuk pengendalian pintu dan pompa air, adapun kelebihan dan kekurangan dari penelitian ini, pada fase penggabungan antara *hardware* maupun *software* dibutuhkan beberapa *driver* sehingga *software* dapat digunakan untuk memonitoring peralatan hardware khususnya Arduino UNO AT 328. Penggunaan *fuzzy* takagi-sugeno memudahkan untuk menentukan respon ketinggian pintu air terhadap ketinggian air. Antara perhitungan manual dan pengukuran otomatis di pintu air hampir sama karena rata-rata selisih masih di bawah 10%, hal ini dikarenakan pembuatan deteksi pintu yang belum presisi. Pada *prototype* sistem ini, sistem mampu mengendalikan aliran air sungai sesuai yang dibutuhkan. Pada tahap penerapan sistem informasi yang sesungguhnya maka perlu dikembangkan monitoring ketinggian air maupun kendali pintu dengan berbasis *wireless*, karena untuk menghindari resiko peralatan rusak lebih besar. Komputer sentral hanya digunakan untuk memantau kondisi sensor dari jarak jauh. Sistem monitoring berbasis grafis maupun sistem deteksi dini untuk peringatan ketinggian air yang terlalu tinggi dari rata-rata. Serta dapat digunakan pengembangan sistem untuk monitoring berbasis *web*, sehingga orang-orang yang membutuhkan dapat mengakses dari jarak jauh untuk mengetahui berapa ketinggian dari air sungai tersebut.

Saifulloh, Miftah (2013), dengan judul implementasi metode logika *fuzzy* model sugeno pada pengaturan suhu ruang penyimpanan berbasis *mikrokontroler*. Dalam perancangan dan penelitian ini penulis berusaha membangun perangkat lunak pengaturan suhu, dan membuat model alat kendali pada *box* yang berukuran (20x20)cm, bisa di bilang kulkas mini yang digunakan untuk mengatur suhu ruang

penyimpanan, sesuai besaran suhu yang diinginkan, serta dapat memantau perubahan suhu didalam *box*, dengan tujuan mempermudah pekerjaan secara otomatisasi dan terkomputerisasi. Dalam penelitian ini menerapkan metode logika *fuzzy* model sugeno, seiring perkembangan teknologi yang semakin canggih peneliti berusaha menerapkan alat kendali dengan *microcontroller*. Berdasarkan perancangan dan pengujian data yang telah dilaksanakan, kesimpulan dari penelitian ini yaitu, alat ini dapat diatur dengan suhu minimum 60C sampai suhu maksimum 550C, sensor suhu didalam *box* dapat dikalibrasi dengan suhu yang sebenarnya, dalam implementasi pengaturan suhu ruang dengan metode logika *fuzzy* model sugeno pada *microcontroller* bekerja secara optimal.

Penerapan langsung logika *fuzzy* pada alat pengontrol suhu telah dilakukan oleh P. Singhala(2014) dengan judul *temperature control using fuzzy logic*. model untuk *smart electric fan* dengan penggunaan logika fuzzy telah ditulis oleh. Tarun Kumar Das(dkk) (2013). Pada penelitian-penelitian yang telah disebutkan banyak penelitian tentang AC atau *air conditioner*. Sebagian konsumen beranggapan bahwa *air conditioner* memiliki harga mahal sehingga memilih alternative lain sebagai penyejuk udara pada ruangan mereka, seperti *air cooler*. *air cooler* berbeda dengan *air conditioner*, walaupun sama-sama berfungsi sebagai pendingin atau penyejuk ruangan. *air conditioner* mampu menurunkan suhu ruangan hingga sampai suhu yang diinginkan, tetapi memilih harga yang mahal, memakan konsumsi listrik yang besar, sulit untuk dirawat dan mengeluarkan udara yang kering. Jika dibandingkan dengan *air conditioner*, *air cooler* memiliki harga yang lebih murah, mengkonsumsi listrik yang kecil, mudah untuk dirawat, mengeluarkan udara yang lembab, hemat tempat tetapi hanya bisa menurunkan

suhu 3-5 derajat *celcius*, membutuhkan air untuk pendinginan dan bekerja kurang efisien pada kelembapan tinggi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Iklim

Iklim (Lippsmeier, 1994) dibedakan menurut iklim makro dan mikro. Iklim makro adalah keseluruhan kejadian meteorologis khusus di atmosfer. Iklim makro dipengaruhi oleh kondisi topografis bumi dan perubahan peradaban di permukaannya. Iklim makro berhubungan dengan ruang yang besar seperti benua, negara dan lautan. Sedangkan iklim mikro berhubungan dengan ruang terbatas, yaitu ruang dalam, kota, jalan dan taman kecil.

2.2.2 Iklim Tropis

Menurut Georg Lippsmeier (1994) dalam buku bangunan tropis, daerah disekitar khatulistiwa sampai sekitar 15° utara dan selatan merupakan iklim tropis lembab dan Indonesia berada dalam daerah tropis lembab ini, dengan ciri-ciri, yaitu :

1. Temperatur udara yang relatif panas sepanjang tahun dan kelembapan udara yang tinggi. Kelembapan udara rata-rata 80% dan mencapai maksimum sekitar pukul 6 pagi dan minimum pukul 2 siang. Kelembaban ini sama bagi dataran rendah, temperatur rata-ratanya adalah sekitar 32°C. Semakin tinggi letak suatu tempat terhadap permukaan laut, maka suhu udara akan berkurang rata-rata sekitar 0,6° C untuk kenaikan 100 m.

2. Curah hujan tinggi dengan rata-rata 1500-2500 mm/tahun.
3. Radiasi matahari rata-rata adalah 400 watt/m² sehari dan tidak banyak berbeda sepanjang tahun.
4. Keadaan langit selalu berawan

2.2.3 Suhu

Suhu adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Panas dinginnya suatu benda berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya, makin besar temperaturnya. Ada beberapa yang dapat digunakan untuk menentukan suhu mutlak T. Satuan dari T adalah kelvin, yang memiliki simbol K. Suhu udara atau temperatur cukup mudah diukur dengan termometer ruangan yang tersedia di toko yang menjualnya. termometer murah, meskipun kurang akurat dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Termometer jenis itu disebut termometer bola kering (*dry bulb termometer*). Termometer bola basah (*wet bulb termometer*) adalah *termometer* yang dilengkapi dengan bahan basah/lembab (dari sepon atau kapas) di bolanya. Jika bahan basah ini dihembus angin (dengan cara memutar termometer tersebut atau memberikan kipas untuk memberinya aliran angin) maka akan terjadi penguapan. Kecepatan menguap ini dipengaruhi oleh kelembaban udara. Oleh karena itu suhu yang di catat oleh kedua termometer tersebut dapat digunakan untuk mengukur kelembaban udara dengan melihat diagram *psikometri*. Memperkirakan temperatur atau suhu udara dengan cara kira-kira cukup sulit karena kemampuan adaptasi tubuh. Setelah melakukan pengamatan bertahun-tahun untuk kondisi Yogya. Orang mulai mengeluh apabila suhu di atas 29°C. Mereka merasa cukup nyaman di suhu 27°C. Apabila mulai banyak yang memakai jaket atau *sweater*,

biasanya suhu turun hingga 24°C, sebaliknya ketika melakukan pengamatan di Selandia baru, ketika orang mulai memakai celana pendek, rupanya suhu mulai diatas 15°C, bagi orang Yogya tentu cukup dingin. Angin juga sering menipu persepsi kita tentang suhu udara. Ketika banyak angin, kita merasakan lebih nyaman dan sejuk, walau suhu udaranya sama. (Satwiko, 2008).

2.2.4 Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan.

Kelembaban relatif udara (RH) dapat diukur langsung dengan menggunakan *hygrometer* (selain dengan membandingkan suhu *termometer* bola kering dan bola basah). Alat tersebut cukup mudah didapat dan murah, biasanya menjadi satu dengan *termometer* dan namanya menjadi *thermo-hygrometer*, untuk memperkirakan kelembaban relatif udara tanpa alat tersebut cukup sulit. Namun sesuai pengalaman, apabila kita merasakan kulit kita lengket, maka RH sudah diatas 80%. Bila kulit terasa lengket sekali dan udara pengap (terasa berat menekan), maka RH di atas 90%. Persis perasaan kita di kamar mandi sehabis mandi dengan air hangat. Bila kita merasa nyaman dan kulit kering wajar, RH sekitar 50-60%. Turun di bawah 40% kita mulai merasakan kering yang tidak wajar. Kulit mulai terasa sangat kering dan cenderung bersisik, bibir mulai kering dan mata pedas, kertas foto yang tergantung bebas akan mulai melengkung. Bila kelembaban dikurangi terus, maka akan terjadi gejala elektrostatik berupa loncatan listrik statis dari suatu objek ke objek lain. Meskipun tidak berbahaya,

gejala ini sering mengejutkan karena tiba-tiba ada locatan listrik antara kursi logam dan tubuh kita. (Satwiko, 2008).

2.2.5 Logika Fuzzy

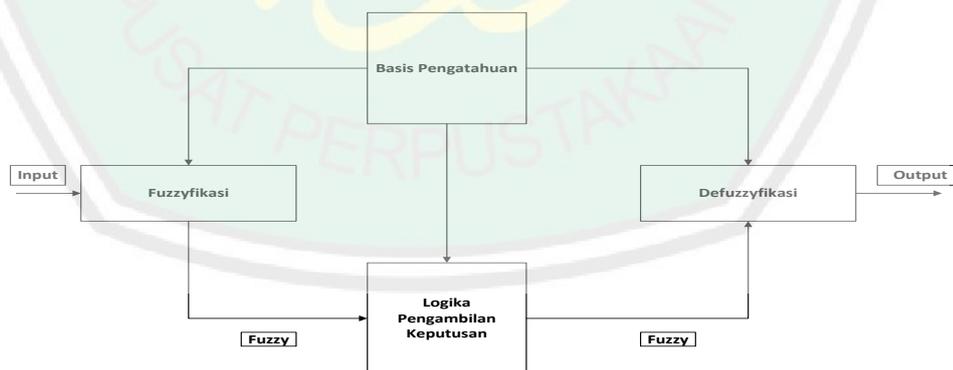
Logika *fuzzy* adalah: “Sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam fuzzy logic memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia” (A.Naba,2009). Mengenai logika *fuzzy* pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya, daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan *fuzzy* atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika *fuzzy*, sebagai berikut dibawah ini:

1. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
2. Himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu himpunana yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
3. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
4. Variabel *linguistic* yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
5. Operasi dasar himpunan *fuzzy* merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan *fuzzy*.
6. Aturan (*rule*) *if-then fuzzy* merupakan suatu pernyataan *if-then*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Dalam proses pemanfaatan logika *fuzzy*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi output melalui sistem inferensi *fuzzy*. Metode inferensi *fuzzy* atau cara merumuskan pemetaan. Dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *if-then*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan FIS (*Fuzzy Inferensi System*). Dalam logika *fuzzy* tersedia beberapa jenis FIS diantaranya adalah mamdani, sugeno, dan tsukamoto.

2.2.6 Struktur Dasar Logika Fuzzy

Struktur dasar logika *fuzzy* dalam buku kecerdasan buatan (T.Sutojo dkk,2011):, pada dasarnya logika *fuzzy* mendefinisikan pemetaan nonlinear dari vektor data input menjadi skalar output. Proses pemetaan melibatkan *input/output*, fungsi keanggotaan, operator-operator *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, agregasi dari himpunan output dan *defuzzification*, terdapat beberapa tahapan, gambar dibawah menunjukkan struktur dasar pengendalian *fuzzy*.



gambar 2.1 Struktur Dasar logika Fuzzy

Berdasarkan Gambar 2.1, dalam sistem logika *fuzzy* terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi (T.Sutojo dkk,2011):

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah suatu proses perubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.

2. Penalaran (*Inference Machine*)

Mesin penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran *maxmin*. Dalam penalaran ini, proses pertama yang dilakukan adalah melakukan operasi *min* sinyal keluaran lapisan *fuzzifikasi*, yang diteruskan dengan operasi *max* untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan dilakukan, *defuzzifikasikan* sebagai bentuk keluaran.

3. Aturan Dasar (*Rule Based*)

Aturan dasar (*rule based*) pada control logika *fuzzy* merupakan suatu bentuk aturan relasi “Jika-Maka” atau “*if-then*” seperti berikut ini: *if x is A then y is B* dimana A dan B adalah *linguistic values* yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “*x is A*” disebut *antecedent* atau premis. Pernyataan “*y is B*” disebut *consequent* atau kesimpulan.

4. Defuzzifikasi

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan

suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

2.2.7 Metode Sugeno

Fuzzy metode sugeno merupakan metode *inferensi fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *if-then*, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (A.Naba, 2009). Metode ini diperkenalkan oleh takagi-sugeno kang pada tahun 1985. Model sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Untuk orde 0 dengan rumus :

$$IF (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) THEN z = k,$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai *antaseden* (alasan), \circ adalah operator *fuzzy* (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai *konsekuen* (kesimpulan), sedangkan rumus orde 1 adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai *antaseden*, \circ adalah operator *fuzzy* (AND atau OR), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam *konsekuen*.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai metodologi penelitian yang akan dilakukan, meliputi 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 kelembapan pada ruangan secara otomatis.

3.1 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 kelembapan. Alat yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Mikro Kontroller Arduino uno

Menurut Abdul Kadir (2013 : 16), Arduino uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung *mikrokontroler* ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional

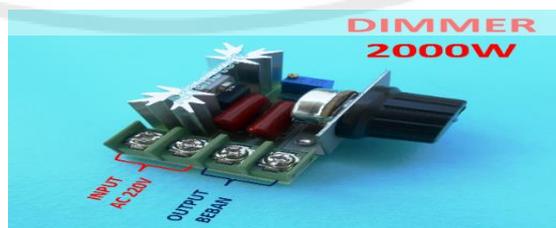
bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian *LED* hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.



Gambar 3.1 Arduino Uno

2. Modul Dimmer

Adalah alat atau module yang berfungsi mengatur arus / tegangan AC dengan *system PWM Controller* mulai dari 0V hingga 220V. Dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik, kecerahan cahaya lampu, pemanas / *heater*, setrika, kompor listrik dan lain sebagainya, bentuk dari modul *dimmer* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Modul Dimmer

3. Bluetooth

Bluetooth module 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*, bentuk dari *bluetooth HC-05* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.2 Bluetooth HC-05

4. Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban udara, DHT11 memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. *mikrokontroler* terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Bentuk dari sensor DHT11 seperti yang dapat dilihat pada Gambar

3.5



Gambar3.3 Sensor DHT11

5. Motor Servo

Motor *servo* dapat dimanfaatkan pada pembuatan robot, salah satunya sebagai penggerak kaki robot. Motor *servo* dipilih sebagai penggerak pada kaki robot karena motor *servo* memiliki tenaga atau torsi yang besar, sehingga dapat menggerakkan kaki robot dengan beban yang cukup berat. Pada umumnya motor servo yang digunakan sebagai penggerak pada robot adalah motor *servo* 180° bentuk dari motor *servo* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.4 Motor Servo

6. Pompa air

Pompa air yang digunakan adalah pompa air yang sering orang gunakan pada *aqua rium* yang memiliki tegangan 12V, bentuk pompa air seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.5 Pompa air

7. Kipas

Kipas yang akan digunakan dalam pembuatan kipas pengatur suhu dan kelembapan ruangan adalah kipas PC (personal komputer) 12v, adapun bentuk dari kipas seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.8



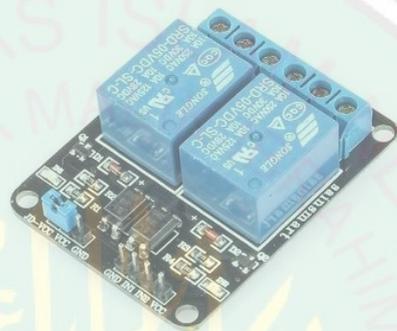
© Bhinneka.Com

Gambar 3.6 Kipas

8. Relay 2 chanel

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *elektromagnet* (Coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*Switch*), bentuk dari relay 2 *chanel* seperti yang dapat dilihat pada Gambar

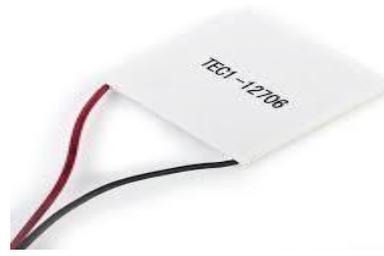
3.9



Gambar 3. 7 Relay 2 chanel

9. Peltier

Peltier pada prinsip kerjanya akan menghasilkan panas dan dingin pada kedua sisinya jika dialiri dengan arus listrik. Tetapi seiring dengan majunya dunia pengetahuan, telah banyak orang yang mengutak atik dan menjadikan peltier ini sebagai salah satu solusi untuk proses pendinginan CPU pada PC karena peltier pada saat disupply tegangan DC 12 Volt maka salah satu sisi akan menjadi panas, sementara sisi lainnya akan dingin. bentuk dari peltier seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.10



Gambar 3.8 Peltier

10. Water block

Water block adalah sebuah *block* berongga yang dapat dialiri oleh air. *water block* terbuat dari logam yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi sehingga dapat membuang atau menyerap kalor dengan baik. *water block* dapat digunakan sebagai sistem pendingin, bentuk dari *water block* yang dapat dilihat pada Gambar 3.11



Gambar 3.9 Water block

11. Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui *solenoida*, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *piston* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* pneumatic atau katup (*valve*) *solenoid* mempunyai lubang keluaran, lubang

masukan dan lubang *exhaust*, bentuk dari *solenoid valve* seperti yang terlihat pada Gambar 3.12



Gambar 3.10 Solenoid Valve

3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak

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

1. IDE Arduino

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java.

2. Android Studio

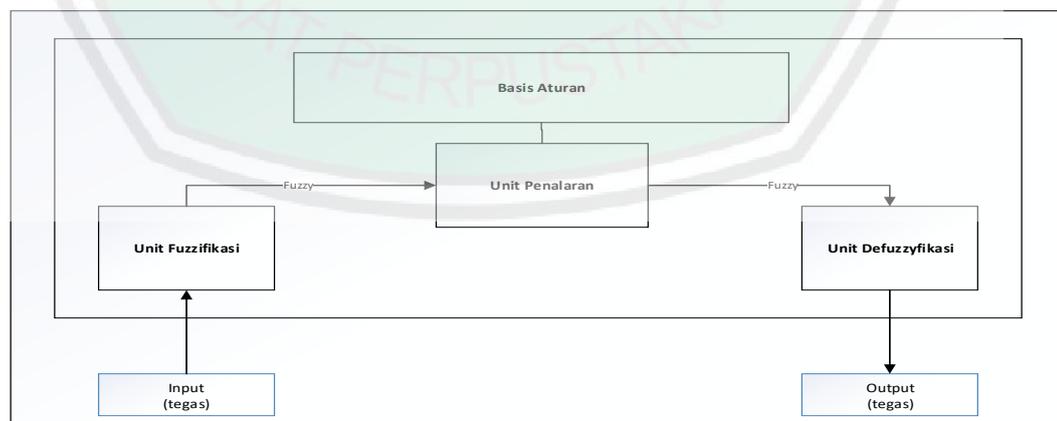
Android studio adalah sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) untuk platform android. Android studio tersedia bagi pengembang untuk mencoba secara gratis. Android studio berada di awal tahap *preview access* mulai dari *versi* 0.1 pada Mei 2013, kemudian memasuki tahap beta mulai dari *versi* 0.8 yang

dirilis pada bulan Juni 2014. Berdasarkan *software JetBrains 'IntelliJ IDEA*, Android studio dirancang khusus untuk pengembangan android.

Sistem otomasi dan monitoring ini merupakan sistem kendali cerdas yang mampu beradaptasi sesuai kondisi suatu ruangan. Pada sistem ini terdapat dua sensor yaitu sensor suhu dan sensor kelembapan yang digunakan untuk melihat kondisi ruangan tersebut. Kondisi yang dimaksud adalah kondisi suhu dan kondisi kelembapan ruangan. Sensor tersebut dikendalikan oleh *mikrokontroler arduino uno*. Didalam arduino dilakukan pengolahan data menggunakan logika *fuzzy sugeno* yang akan menentukan hasil kendali dari *mikrokontroler arduino uno* tersebut. Dan udara yang akan dihembuskan oleh kipas yang memiliki hawa yang dingin yang dihasilkan oleh *peltier* yang dipasang pada bagian bawah kipas.

3.2. Desain Diagram Block Proses inferensi Fuzzy Sistem

Proses *inferensi* berdasarkan logika *fuzzy* digambarkan pada Gambar 3.11, desain *diagram block* proses *inferensi fuzzy* sistem, dimana dari gambar ini menjelaskan langkah-langkah proses *fuzzy* yang terjadi dalam sistem.



Gambar 3.11 Diagram Block Proses Fuzzy Sistem

Penjelasan dari gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. Unit Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) nilai yang didapat dari sensor menjadi *fuzzy* (*variabel linguistik*), yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* yang dibagi menjadi 3 variabel, suhu, kelembapan, dan kecepatan kipas. dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.

2. Basis Pengetahuan

terdiri dari basis data dan basis aturan, basis data mendefinisikan himpunan *fuzzy* atas ruang-ruang masukan dan keluaran. Basis aturan berisi aturan (*rule*) pengendalian proses.

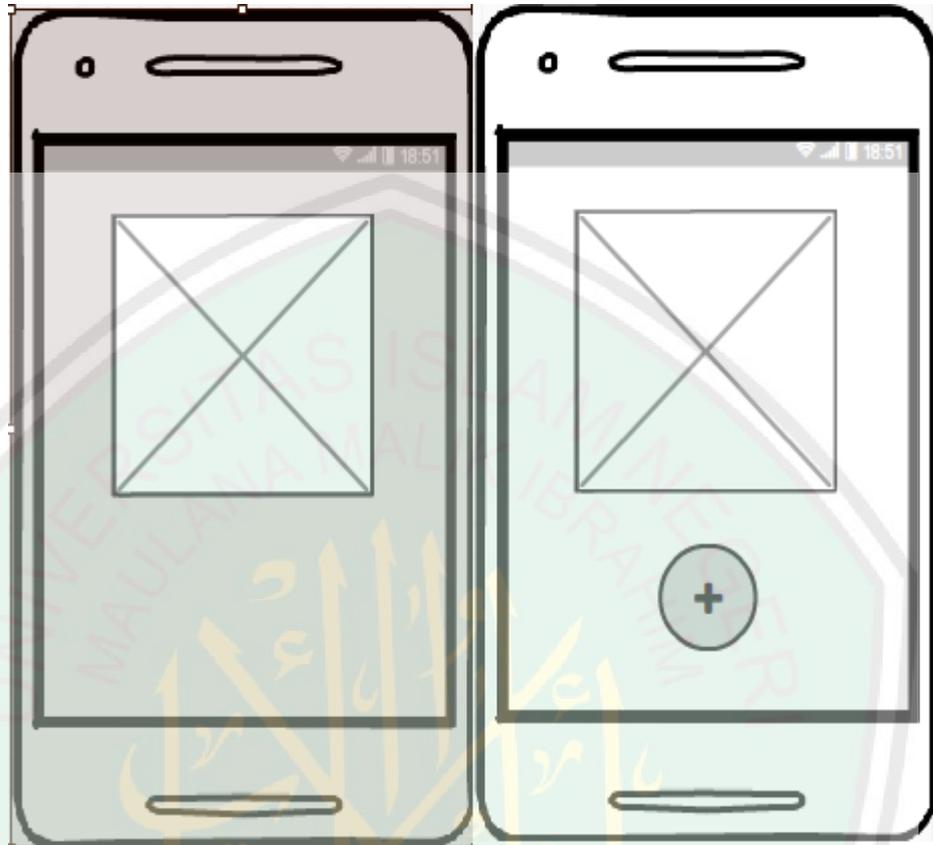
3. Unit Penalaran Fuzzy

Mekanisme penalaran *fuzzy* dipergunakan untuk mengolah variabel-variabel masukan berdasarkan basis aturan (*rule*) ke dalam suatu himpunan *fuzzy* keluaran dengan derajat keanggotaan yang telah ditetapkan.

4. Unit Defuzzifikasi

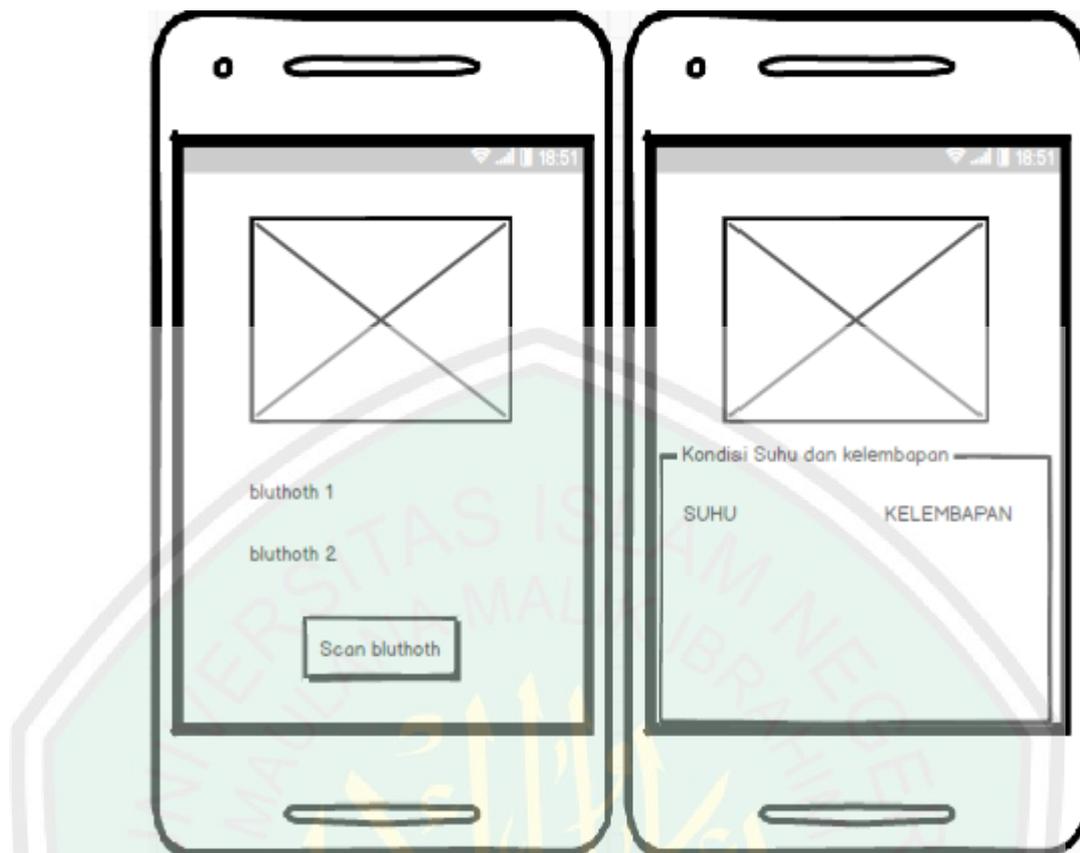
Defuzzifikasi atau FIS menggunakan model sugeno, yaitu mengkonversi himpunan *fuzzy* keluaran ke bentuk bilangan *crisp* dengan metode perhitungan rata-rata terbobot (*weighted average*), dari hasil *defuzzifikasi* inilah yang menjadi acuan seberapa cepat kipas harus berputar.

3.3 Disain Interface Monitoring pada Android



Gambar 3.12 Interface spalsh screen dan menu utama

Gambar 3.12 adalah tampilan *interface spalsh screen* dan menu utama pada android. Terdapat 2 item pada *background* menu utama yaitu gambar dan item *button*. Untuk *button*, pada implementasinya, menggunakan *button image* pada android studio.



Gambar 3.13 Scan bluetooth dan monitoring

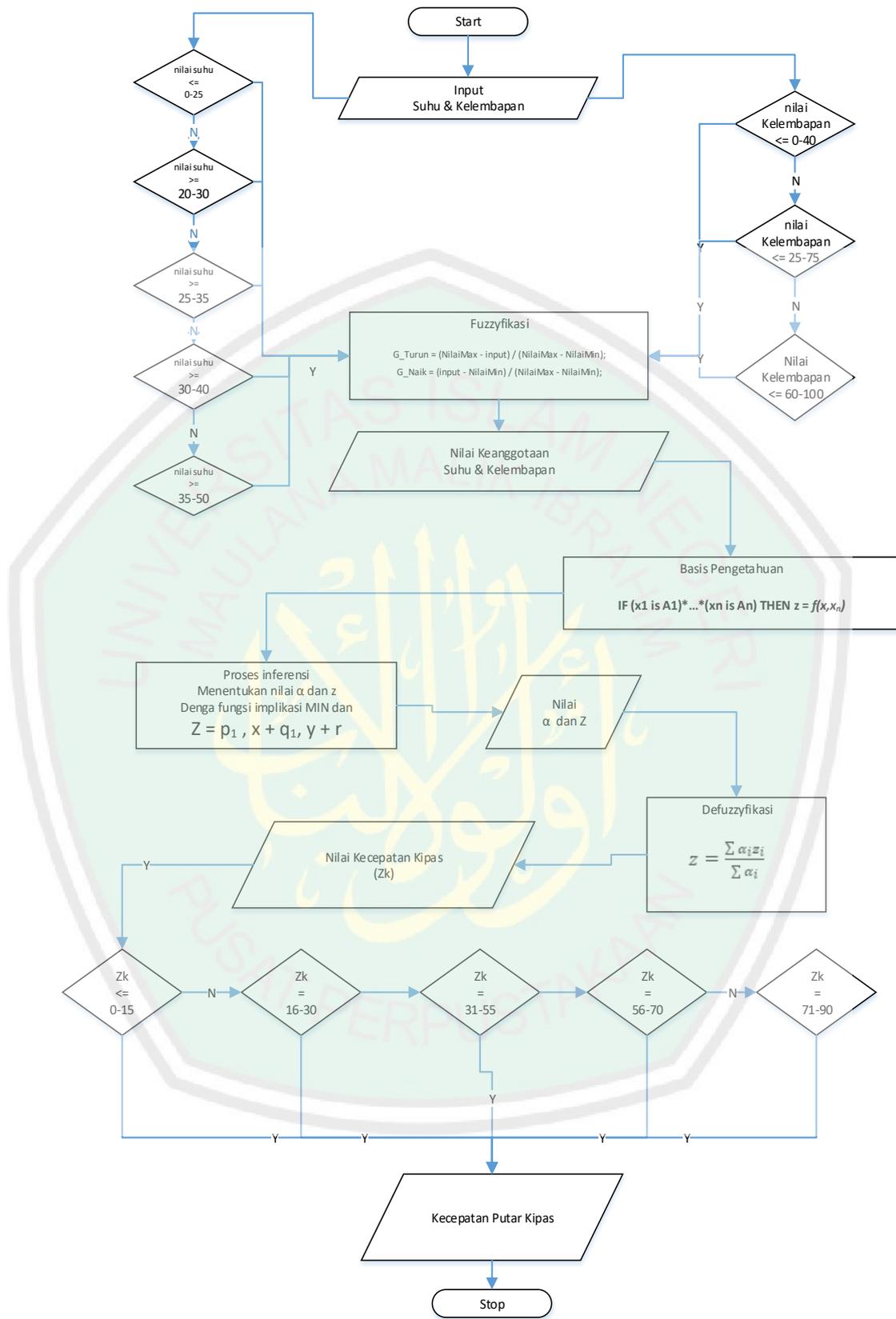
Gambar 3.13 merupakan *interface* menu untuk mendeteksi koneksi terhadap *bluetooth* dan monitoring keadaan suhu dan kelembapan. Dimana kelembapan ruangan dan suhu akan ditampilkan.

3.4 Flowchart Program Fuzzy Pada Sistem Otomasi Rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan pada sistem arduino

Sebelumnya telah dilakukan perhitungan secara manual, dan ditahap ini akan digambarkan proses *fuzzy* pada sistem otomatis rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan berbasis arduino yang digambarkan dalam bentuk *Flowchart program* yang merupakan proses metode *fuzzy* yang terjadi dalam *mikrokontroler* 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 min untuk mencari nilai predikat tiap-tiap *rule*. setelah ketemu dilakukan *defuzzyfikasi*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.14, *flowchart fuzzy sugeno* di bawah ini.





Gambar 3.14 Flowchart Fuzzy sugeno

3.5 Implementasi Metode Fuzzy Sugeno

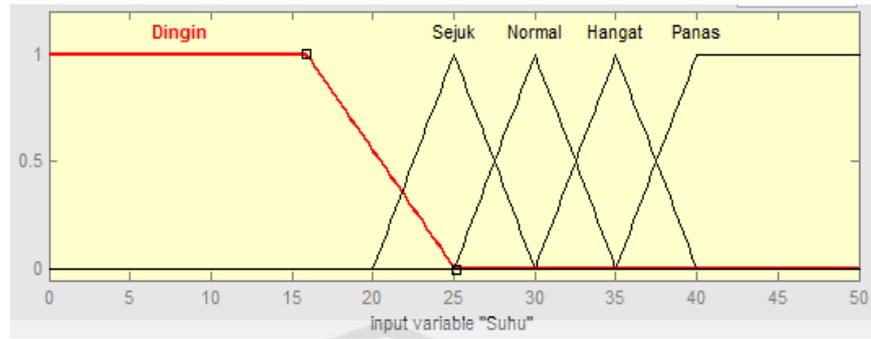
Sistem otomasi dan monitoring pengendali suhu dan kelembapan ini akan dikendalikan langsung oleh *microcontroller*. Untuk mengambil keputusan terhadap respon kondisi suatu ruangan, *microcontroller* ini menggunakan metode *fuzzy sugeno*. Adapun langkah pengambilan keputusan menggunakan metode *fuzzy sugeno* sebagai berikut:

Sebelum dilakukan pembentukan himpunan keanggotaan dari tiap variabel *fuzzy* yang pertama adalah, menentukan suatu kurva yang digunakan untuk menunjukkan pemetaan titik-titik input data dan nilai-nilai keanggotaannya (Kusumadewi:2006). Pada penerapan pembentukan nilai keanggotaan ini menggunakan representasi kurva bentuk bahu karena pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun, tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan .

3.5.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

1. Nilai Keanggotaan Derajat suhu

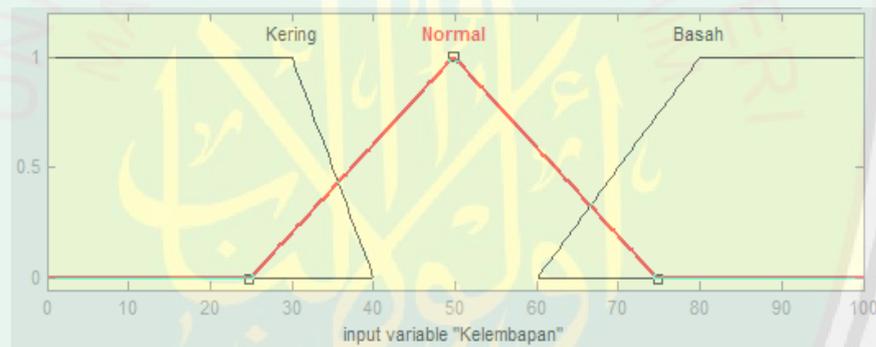
Variabel kondisi suhu dalam ruangan dibagi menjadi lima bagian berdasarkan penelitian sebelumnya, penerapan *inferensi fuzzy* untuk kendali suhu ruangan pada pendingin ruangan (AC) oleh Kartina Diah (2010), yaitu: dingin, sejuk, normal, hangat, panas. Dimana semesta pembicaraan pada model variable Suhu ruangan adalah 10° hingga 50° . Dengan domain himpunan *fuzzy* : Dingin (15° - 25°), Sejuk (20° - 30°), Normal (25° - 35°), Hangat (30° - 40°), Panas (35° - 50°).



Gambar 3.15 Derajat Keanggotaan Suhu

2. Nilai keanggotaan Intensitas kelembapan

Variabel kondisi kelembapan ruangan dibagi menjadi tiga pembagian, yaitu: kering (0% - 40%), normal (25% - 75%), basah (60% - 100%),

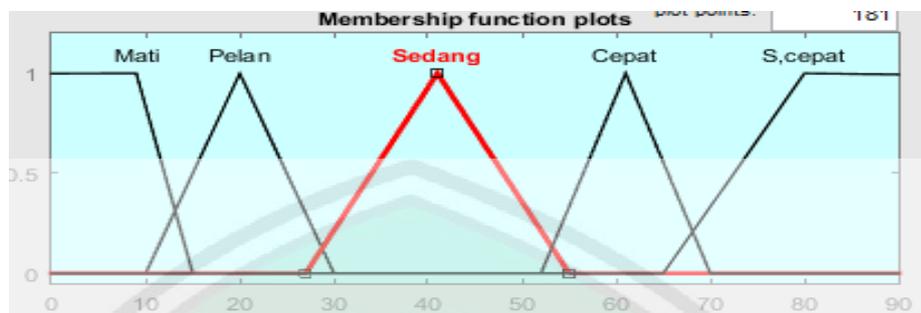


Gambar 3.16 Derajat Keanggotaan Kelembapan

3. Derajat keanggotaan kecepatan kipas

Derajat keanggotaan kecepatan kipas dibagi menjadi lima bagian, yaitu kipas mati, pelan, sedang, cepat, dan sangat cepat. Untuk mengendalikan kipas menjadi lima golongan tersebut, digunakan modul *servo* untuk memutar modul dimer untuk mengatur tegangan listrik. Modul *servo* bergerak hanya 180 derajat, dimana untuk putaran modul *servo* (0° - 15°) adalah kondisi kipas mati, putaran modul *servo* (10° - 30°) adalah kondisi kipas pelan, putaran modul *servo* (28° - 55°)

adalah kondisi kipas sedang, putaran modul *servo* (51° - 70°) adalah kondisi kipas cepat, putaran modul *servo* (65° - 90°) adalah kondisi kipas sangat cepat



Gambar 3.17 Keanggotaan Output Kipas

3.5.2 Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (aturan)

Secara umum bentuk model *fuzzy* sugeno adalah (T.Sutojo dkk,2011):

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) * \dots * (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = f(x, x_n)$$

Adapun basis pengetahuan yang telah dibuat sebagai berikut:

1. Jika suhu dingin dan kelembapan kering maka kipas = $0,4 * \text{suhu} + 0,15 * \text{kelembaban}$
2. Jika suhu sejuk dan kelembapan kering maka kipas = $0,8 * \text{suhu} + 0,15 * \text{kelembaban}$
3. Jika suhu normal dan kelembapan kering maka kipas = $1,4 * \text{suhu} + 0,15 * \text{kelembaban}$
4. Jika suhu hangat dan kelembapan kering maka kipas = $1,7 * \text{suhu} + 0,15 * \text{kelembaban}$
5. Jika suhu panas dan kelembapan kering maka kipas = $1,7 * \text{suhu} + 0,15 * \text{kelmbapan}$

6. Jika suhu dingin dan kelembapan normal maka kipas = $0,4 * \text{suhu} + 0,06 * \text{kelembapan}$
7. Jika suhu sejuk dan kelembapan normal maka kipas = $0,7 * \text{suhu} + 0,06 * \text{kelembapan}$
8. Jika suhu normal dan kelembapan normal maka kipas = $1,3 * \text{suhu} + 0,06 * \text{kelembapan}$
9. Jika suhu hangat dan kelembapan normal maka kipas = $1,5 * \text{suhu} + 0,06 * \text{kelembapan}$
10. Jika suhu panas dan kelembapan normal maka kipas = $1,6 * \text{suhu} + 0,06 * \text{kelembapan}$
11. Jika suhu dingin dan kelembapan basah maka kipas = $0,4 * \text{suhu} + 0,05 * \text{kelembapan}$
12. Jika suhu sejuk dan kelembapan basah maka kipas = $0,3 * \text{suhu} + 0,05 * \text{kelembapan}$
13. Jika suhu normal kelembapan basah maka kipas = $\text{suhu} + 0,05 * \text{kelembapan}$
14. Jika suhu hangat dan kelembapan basah maka kipas = $1,4 * \text{suhu} + 0,05 * \text{kelembapan}$
15. Jika suhu panas dan kelembapan basah maka kipas = $1,3 * \text{suhu} + 0,05 * \text{kelembapan}$

Dari beberapa *rule* diatas, akan dilakukan proses *fuzzyfikasi* pada data masukan sistem. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

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

Setelah diketahui nilai keanggotaan setiap inputan tahap selanjutnya adalah tahap mesin *inferensi*.

3.5.3 Mesin inferensi

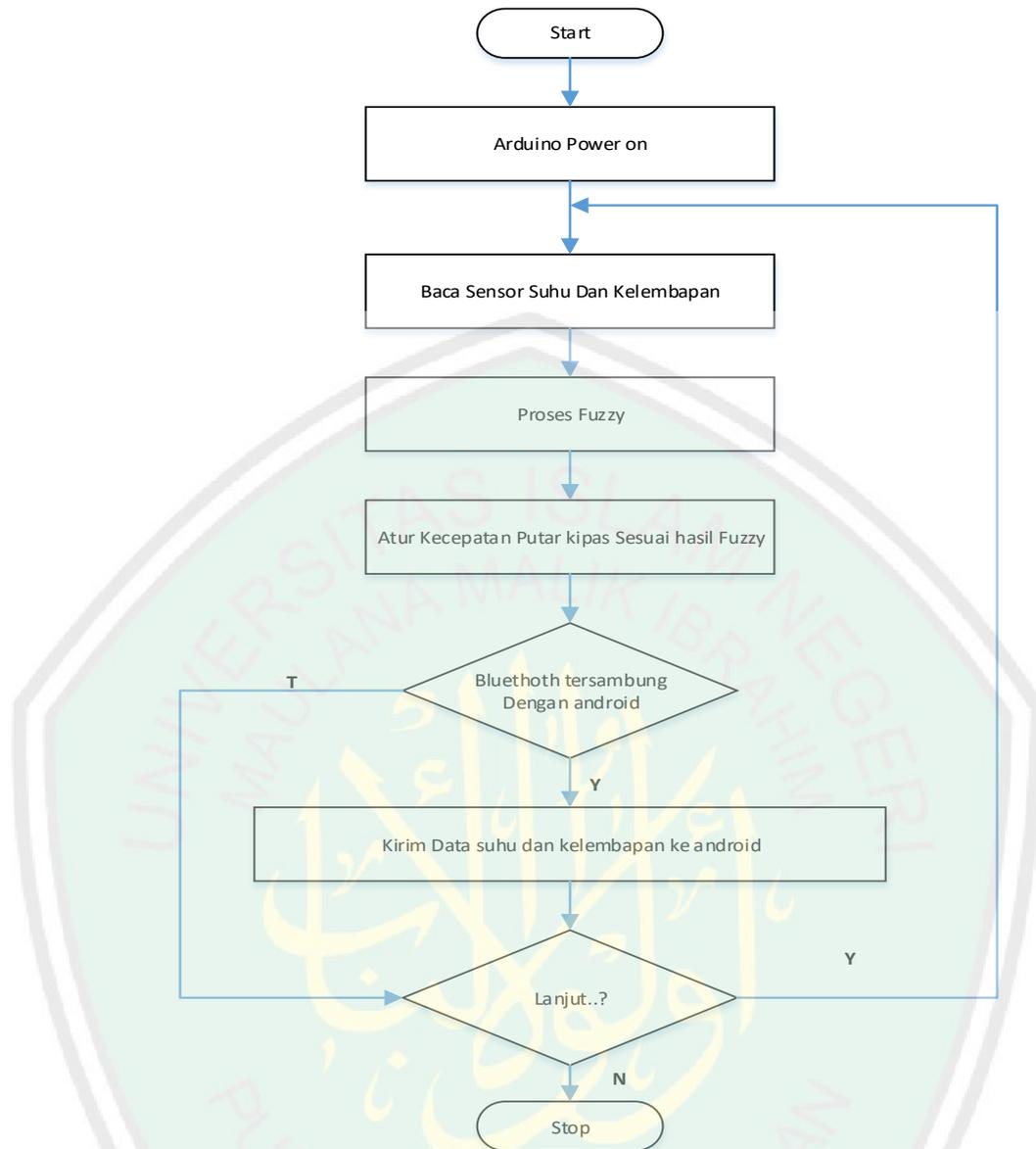
Setelah diketahui semua nilai keanggotaan dari inputan suhu dan kelembapan udara, maka proses selanjutnya adalah aplikasi fungsi implikasi menggunakan MIN (*minimum*) untuk menentukan nilai α dengan persamaan sebagai berikut $Z = p_1, x + q_1, y + r$ Sehingga memotong output himpunan *fuzzy*.

3.5.4 Defuzzyfikasi

Setelah diketahui semua nilai implikasi dari masing-masing *rule* untuk setiap nilai α dan z , selanjutnya menuju tahap *defuzzyfikasi*. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan menggunakan metode rata-rata dengan persamaan $z = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$ untuk mendapatkan nilai keluaran dari kipas (z_k).

3.6 Flowchart Sistem Pada Sistem Otomasi Rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan pada sistem arduino

Tahapan yang terjadi pada sistem otomatis rancang bangun pengatur suhu dan kelembapan ruangan pada arduino yang digambarkan dalam bentuk *flowchart sistem*.



Gambar 3.18 Flowchart Sistem

Dari Gambar 3.18 *flowchart sistem*, diatas dapat kita gambarkan bagaimana proses kerja dari alat sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan metode *fuzzy* sugeno pada sistem arduino, dimana langkah awal yang terjadi adalah arduino uno menyala, dengan menyalnya arduino uno ini otomatis sensor dht11 yang berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan akan mulai bekerja membaca suhu dan kelembapan ruangan dan selanjutnya masuk ke tahap

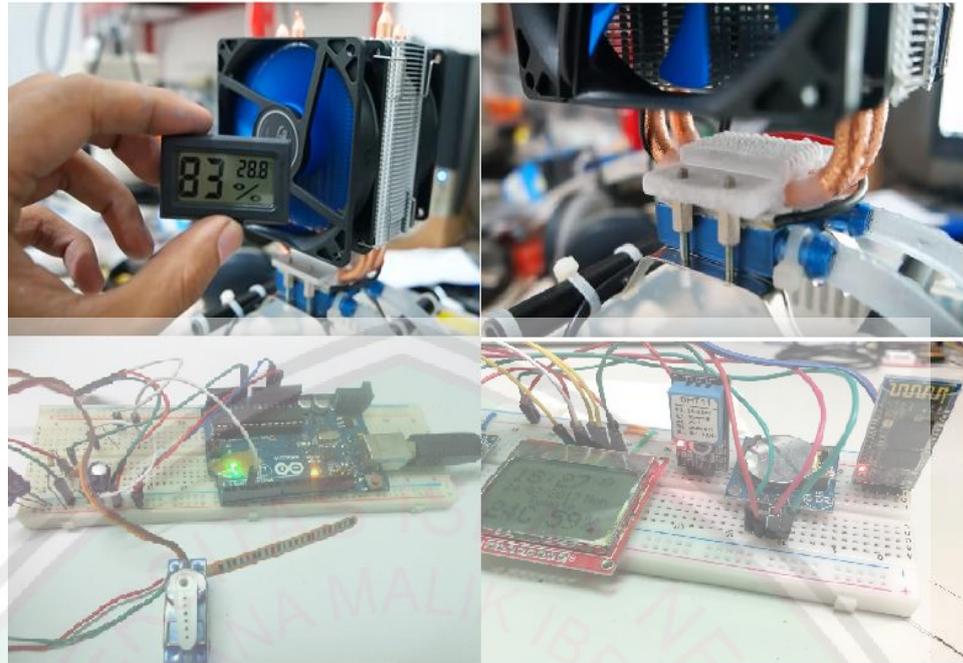
selanjutnya dimana proses *fuzzy* akan berlangsung, dari hasil proses *fuzzy* yang sudah berlangsung akan menghasilkan nilai output yang berfungsi menggerakkan kecepatan kipas, dan untuk melihat suhu dan kelembapan yang terbaca oleh sensor dht11 kita dapat menggunakan hp android yang sebelumnya sudah di instal aplikasi seperti pada desain yang dapat dilihat di halaman sebelumnya, yang akan terhubung dengan *bluetooth* yang secara otomatis akan mengirimkan data suhu dan kelembapan ke hp android.

3.7 Implementasi Desain System

Implementasi desain sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu implementasi *hardware* dan implementasi *software*. Implementasi ini merupakan penerapan dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

3.7.1 Implementasi Hardware

Implementasi *hardware* ini merupakan penerapan dari rancangan *hardware* yang direncanakan sebelumnya yang akan digunakan dalam penelitian menjadi sebuah alat pengatur suhu dan kelembapan ruangan. Terdapat masalah pada proses implementasi seperti penggunaan *hardware* yang tidak cocok seperti selang yang digunakan tidak sesuai dengan yang diharapkan, sehingga perlu dilakukan pergantian *hardware* setelah dilakukan pengujian, dan hasil akhir implementasinya dapat dilihat pada Gambar 3.19



Gambar 3.19 Implementasi Hardware

Gambar 3.19 merupakan tampilan dari desain alat pengatur suhu dan kelembapan ruangan dari komponen-komponen yang telah di sebutkan pada bab sebelumnya yaitu *mikrokontroler* arduino UNO sebagai pusat kontrol sistem, sensor suhu dan sensor kelembapan sebagai input, *power suplay* sebagai sumber tenaga dengan volt 220 volt, *breadboard*, kabel *jumper* sebagai penghubung yang terdiri dari kabel *male to male*, *female to female*, dan pompa sebagai pendorong air, dan komponen utama *peltier* yang digunakan sebagai penghasil uap dingin dan yang terakhir adalah dimmer yang mengatur putaran kecepatan kipas.

3.7.2 Implementasi Software

Implementasi *software* ini merupakan penerapan dari rancangan yang dibuat pada bab sebelumnya yang akan digunakan antaranya ide arduino digunakan untuk mengimplementasikan metedo *fuzzy* sugeno pada pemograman arduino, dan android studio digunakan untuk membuat *software* android. Dalam

penelitian ini ada beberapa kekurangan dari *software* ini dimana masih minimnya fitur yang digunakan dan desain tampilan yang masih belum maksimal seperti dapat dilihat pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Implementasi Software

Gambar 3.20 merupakan tampilan dari implementasi *software* yang telah di buat menggunakan *tools* android studio, dimana dari tampilan gambar 3.20 itu dapat kita lihat dari kiri kekanan yang mana gambar pertama adalah *spalsh* dari aplikasi ini, dan gambar kedua adalah menu utama yang apabila kita *klik* tombol *start* maka akan muncul seperti pada gambar ketiga, disini kita bisa melakukan pencarian *bluetooth* dan melakukan koneksi dan apa bila sudah terkoneksi maka akan muncul tampilan seperti gambar terakhir.

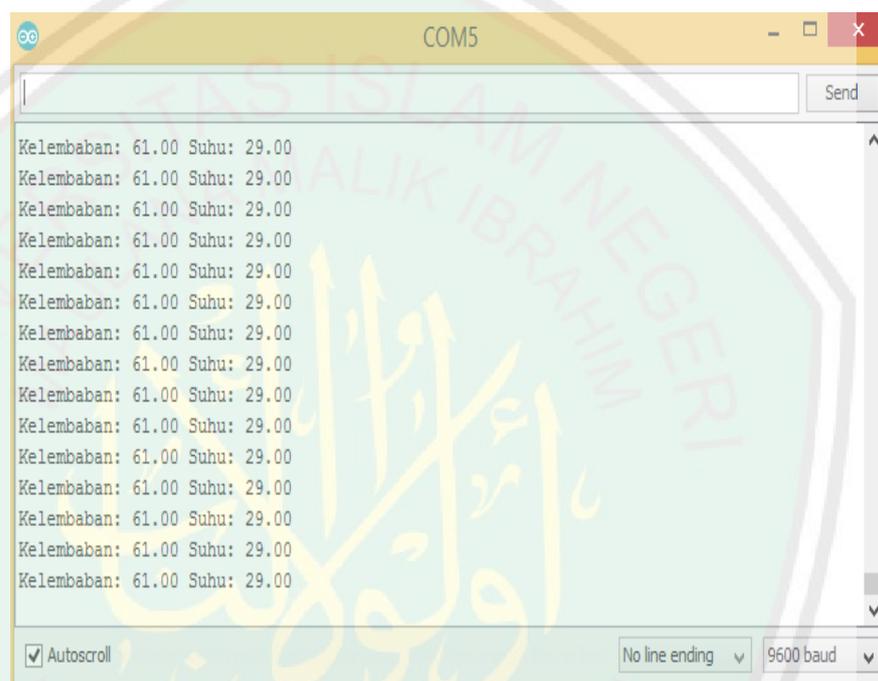
3.7.3 Implementasi *Fuzzy Sugeno*

Pada penelitian ini digunakan sebuah algoritma *fuzzy sugeno* untuk mengatasi permasalahan alat pengatur suhu dan kelembapan ruangan, pada metode ini ada 4 tahapan yang pertama adalah *fuzzyfikasi*, yang kedua adalah penalaran (*Inference Machine*), yang ketiga adalah aturan dasar (*Rule Base*), dan

yang ke empat adalah *defuzzifikasi*, sebelum proses *fuzzifikasi* ada tahapan awal yaitu tahap pengambilan data, berikut adalah *code* dari masing-masing tahapan.

1. pengambilan data

Pada tahap ini adalah tahap paling awal dimana proses pengambilan data dari sensor suhu dan kelembapan.



Gambar 3.21 Pengambilan Data

Pada Gambar 3.21, adalah proses pembacaan nilai input oleh sensor dan ditampilkan pada monitor dengan *tools serial monitor* pada arduino, disimpan dalam variabel celcius yang telah dikonversi sebelumnya. Setelah didapat nilai input selanjutnya adalah proses *fuzifikasi*.

2. Tahap fuzzyfikasi

Gambar 3.22 berikut adalah implementasi potongan *code* program untuk proses *fuzifikasi*.

```
float FuzzyfyMIN(float BB, float BA, float input)
{
    float u;
    if (input <= BB) { u = 1; }
    else if (input >= BA) { u = 0; }
    else { u = (BA - input) / (BA - BB); }
    return u;
}

float FuzzyfyMED(float BB, float BA, float BT, float input)
{
    float u;
    if (input <= BB || input >= BA) { u = 0; }
    else if (input == BT) { u = 1; }
    else if (input > BB && input < BT) { u = (input-BB)/(BT-BB); }
    else if (input > BT && input < BA) { u = (BA-input)/(BA-BT); }
    else { u = 1; }
    return u;
}

float FuzzyfyMAX(float BB, float BA, float input)
{
    float u;
    if (input <= BB) { u = 0; }
    else if (input >= BA) { u = 1; }
    else { u = (input - BB) / (BA - BB); }
    return u;
}
```

Gambar 3. 22 Tahap Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variabel *numerik*) menjadi variabel *fuzzy* (variabel *linguistik*). Setelah Proses *fuzifikasi* maka selanjutnya masuk pada proses fungsi implikasi (*min*).

3. Tahap Implementasi Proses Mesin Inferensi

Gambar 3.23 adalah tahap implementasi proses *inferensi* yang berfungsi untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*), masing-masing *rule*.

```

Serial.println( "suhu :"+String(suhu) + " kelembapan :"+String(kelembapan));
float alpha[jml_rule] ;
float z[jml_rule] ;
int index = 0;
int i = 0;
for (i=0;i<jml_rule;i++) {
    alpha[i] = 0;
    z[i] = 0;
}
if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}
index = 1;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 0.8 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}
index = 2;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 1.4 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}
index = 3;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 1.7 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}
index = 4;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 2.1 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}
index = 5;
if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}
index = 6;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 0.7 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

}
index = 7;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_NORMAL);
  z[index] =( 1.3 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

index = 8;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_NORMAL);
  z[index] =( 1.5 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}
index = 9;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_NORMAL);
  z[index] =( 1.6 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

index = 10;
if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_BASAH);
  z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}
index = 11;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_BASAH);
  z[index] =( 0.3 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}
index = 12;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_BASAH);
  z[index] =( 1 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}
index = 13;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_BASAH);
  z[index] =( 1.4 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}
index = 14;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
  alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_BASAH);
  z[index] =( 1.3 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

Gambar 3.23 Tahap Implementasi Proses Mesin Inferensi

Pada tahap proses implikasi ini akan dilakukan proses perhitungan pada setiap *rule* untuk mencari nilai α dan z yang nantinya berfungsi untuk memotong output himpunan *fuzzy*, setelah didapat nilai α dan z maka selanjutnya masuk pada tahap terakhir proses *defuzzyfikasi*.

4. Tahap Defuzzyfikasi

Tahap *defuzzyfikasi* adalah tahap terakhir dari proses *fuzzy sugeno* implementasi *code* program dapat dilihat pada Gambar 3.24

```
float sumAZ=0,sumA=0,Z = 0 ;
for (i=0;i<jml_rule;i++) {
    sumAZ += alpha[i] * z[i];
    sumA += alpha[i] ;
    Serial.println( "alpha-"+String(i) + " = "+String(alpha[i]));
    Serial.println( "z-"+String(i) + " = "+String(z[i]));
}
Z= sumAZ/sumA;
Serial.println("");
Serial.println("Z :"+String((int)Z));
Serial.println("-----");
return Z;
```

Gambar 3.24 Tahap Defuzzyfikasi

Pada Gambar 3.24 adalah tahap *defuzzyfikasi* proses perubahan data-data *fuzzy* tersebut menjadi data-data numerik yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian, yang akan menjadi acuan seberapa cepat kipas harus berputar.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan dari sistem yang telah dibuat pada penelitian ini. Beberapa hal yang akan dibahas diantaranya adalah proses uji coba dan hasil uji coba, yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari perangkat keras dan perangkat lunak sistem apakah dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau yang telah direncanakan serta integrasi keterkaitan sistem yang telah dibuat terhadap kaidah kaidah islamiyah.

4.1 Langkah Uji Coba

Langkah uji coba dilakukan untuk mengetahui hasil dari implementasi *hardware* dan *software* apakah dapat berjalan sesuai yang diharapkan atau sebaliknya. Terdapat dua tahap uji coba yang dilakukan yakni uji coba terhadap *rule-rule* untuk mengetahui tingkat akurasi, dan uji coba terhadap kinerja sistemnya, agar mengetahui apakah sistem bisa bekerja sesuai yang diharapkan atau sebaliknya, adapun tahapan uji coba yang dilakukan adalah, yang pertama adalah berusaha menghasilkan suhu dan kelembapan ruangan sesuai yang telah ditentukan, dan data suhu dan kelembapan yang dijadikan acuan pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1, untuk menghasilkan suhu dan kelembapan sesuai yang diharapkan ini, maka dimanfaatkan pencatok rambut sebagai penghasil hawa panas, agar suhu dapat diatur naik dan turunnya, dan percikan air sebagai penghasil uap air agar kelembapan bisa diatur. Memanipulasi suhu dan

kelembapan bertujuan memudahkan proses uji coba dan pengamatan terhadap kinerja *rule* dan sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan yang telah dibuat.

4.2 Uji Coba Rule

Tahap uji coba *rule* adalah bertujuan memastikan *rule-rule* yang telah dibuat bisa sesuai yang diharapkan, dengan mengamati output yang dihasil dari proses *fuzzy* yang dilakukan oleh sistem dan dapat diamati dengan memanfaatkan *tools* yang ada pada arduino ide, pengamatan yang akan dilakukan seperti pada Gambar 4.1.



```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
alpha-10 = 0.00
z-10 = 0.00
alpha-11 = 0.45
z-11 = 11.25
alpha-12 = 0.20
z-12 = 29.45
alpha-13 = 0.00
z-13 = 0.00
alpha-14 = 0.00
z-14 = 0.00

Z :21
-----
Humidity (%): 69.00
Temperature (°C): 26.00
  
```

Gambar 4. 1 Proses Pengamatan uji coba rule

Dari Gambar 4.1 diatas dapat kita amati output yang dihasilkan dari proses *fuzzy* yang dilakukan pada sistem arduino, dimana suhu dan kelembapan terdeteksi, dan menghasilkan kecepatan kipas yang dimana pada gambar diatas digunakan variabel z, untuk kecepatan kipasnya. data pengamatan yang digunakan untuk pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

4.2.1 Data Uji Coba Rule

Data uji coba *rule*, adapun data uji coba yang digunakan adalah data yang berdasarkan pada penelitian sebelumnya sistem pengukuran data suhu, kelembapan, dan tekanan udara dengan telemetri berbasis *frekuensi* radio, oleh Rafdito Harisuryo (2015), data ini digunakan untuk mengamati sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan menggunakan metode *fuzzy* sugeno berbasis arduino, apakah dapat bekerja secara optimal, pada kondisi suhu dan kelembapan ruangan, agar dapat menguji setiap *rule* yang sudah dibuat, adapun data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.



Tabel 4.1 Data uji coba rule

Rule	input	
	Suhu	Kelembapan
1	15 (dingin)	35 (kering)
2	22 (sejuk)	34 (kering)
3	27 (normal)	34 (kering)
4	34 (hangat)	23 (kering)
5	41 (panas)	22 (kering)
6	17 (dingin)	41 (normal)
7	27 (sejuk)	32 (normal)
8	30 (normal)	51 (normal)
9	32 (hangat)	57 (normal)
10	41 (panas)	52 (normal)
11	16 (dingin)	75 (basah)
12	29 (sejuk)	72 (basah)
13	26 (normal)	67 (basah)
14	32 (hangat)	65 (basah)
15	39 (panas)	76 (basah)

4.2.2 Data Hasil Uji Coba Rule

Adapun hasil dari uji coba *rule* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini

Tabel 4.2 hasil uji coba rule

no	Rule		Diharapkan	Kenyataan	Keterangan
	Suhu	Kelembapan			
1	15 Dingin)	35 (Kering)	Mati	Mati	Sesuai
2	22 (Sejuk)	34 (Kering)	Pelan	Pelan	Sesuai
3	27 Normal)	34 (Kering)	Sedang	Sedang	Sesuai
4	34 Hangat)	23 (Kering)	Cepat	Cepat	Sesuai
5	41 (Panas)	22 (Kering)	S.cepat	S.Cepat	Tidak sesuai
6	17 Dingin)	41 (Normal)	Mati	Mati	Sesuai
7	27 (Sejuk)	32 (Normal)	Pelan	Pelan	Sesuai
8	30 Normal)	51 (Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
9	32 Hangat)	57 (Normal)	Cepat	Cepat	Sesuai
10	41 (Panas)	52 (Normal)	S.cepat	S.Cepat	Tidak sesuai
11	16 Dingin)	75 (Basah)	Mati	Mati	Sesuai
12	29 (Sejuk)	72 (Basah)	Mati	Mati	Sesuai
13	26 Normal)	67 (Basah)	Pelan	Pelan	Sesuai
14	32 Hangat)	65 (Basah)	Sedang	Sedang	Sesuai
15	39 (Panas)	76 (Basah)	Cepat	Cepat	Sesuai

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan bertujuan menguji *rule-rule* yang sudah dibuat pada sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan menggunakan metode *fuzzy* sugeno berbasis arduino, dan telah dilakukan analisa data, hasil yang didapat *rule-rule* yang dibuat mampu bekerja dengan akurasi 85%, adapun masalah yang terjadi selama dilakukan percobaan seperti kurangnya akurasi sistem dalam menjalankan *rule-rule* yang diberikan merupakan kendala dari komponen-komponen hardware pendukung seperti *servo* yang kadang tidak mau bergerak dan masih banyak kendala *hardware* lainnya menyebabkan tingkat akurasi berkurang dan hal itu dapat diatasi dengan mengganti komponen ataupun hanya sekedar menggerak-gerakannya, adapun kendala lain adalah kendala mengatur atau memanipulasi suhu dan kelembapan agar menghasilkan suhu dan kelembapan sesuai dengan yang diharapkan, dengan peralatan yang seadanya cukup susah, dan memiliki banyak kekurangan diantaranya adalah suhu dan kelembapan yang dideteksi oleh sensor DHT11, cenderung tidak stabil dikarenakan perubahan suhu dan kelembapan yang perubahannya sangat cepat sehingga kinerja sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan menggunakan metode *fuzzy* sugeno berbasis arduino cenderung tidak stabil.

4.3 Uji Coba Sistem

Uji coba sistem ini dilakukan untuk memastikan komponen-komponen hardware yang sudah dirangkai, dapat berjalan dan bekerja dengan baik pada *prototype* sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dan untuk memastikan *rule-rule* yang telah dibuat bisa bekerja sesuai yang diharapkan pada *prototype* sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan, adapun cara pengujiannya adalah dengan mengamati pergerakan *servo motor* memutar *dimmer* sehingga

menghasilkan kecepatan sesuai yang diharapkan contoh pengamatan yang akan dilakukan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Proses Pengamatan Uji Coba Sistem

Dari Gambar 4.2 diatas dapat kita amati pergerakan servo memutar dimmer sebagai acuan apakah kondisi kipas dalam keadaan mati, pelan, sedang, cepat, atau sangat cepat. Dimana pengujian ini dilakukan selama 3 hari dalam ruangan yang berukuran 3x3 meter.

4.3.1 Data Uji Coba Sistem

Data pada Tabel 4.3 adalah beberapa data yang dipilih dan diambil sebagai data pengamatan yang dimana pengamatan dilakukan selama 3 hari.

Tabel 4.3 Data Uji Coba Sistem

Tgl	Jam	Suhu	Kelembapan
1/01/2018	11:00	26 (Normal)	53 (Normal)
	12:00	26 (Normal)	52 (Normal)
	13:25	28 (Normal)	61 (Normal)
3/01/2018	11:00	29 (Normal)	59 (Normal)
	13:00	29 (Normal)	60 (Normal)
	16:00	26 (Normal)	70 (Normal)
4/01/2018	9:00	26 (Normal)	56 (Normal)
	12:30	29 (Normal)	68 (Normal)
	14:40	29 (Normal)	40 (Normal)

4.3.2 Hasil Uji Coba Sistem

Percobaan dan analisa dilakukan selama 3 hari adapun hasil pengamatan yang sudah dilakukan selama 3 hari dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Sistem

Hari	Jam	Suhu	Kelembapan	Diharapkan	Kenyataan	Keterangan
1/03/2018	11:00	26(normal)	53(normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	12:30	26(Normal)	20(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	14:00	28(Normal)	41(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
1/03/2018	12:00	29(Normal)	61(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	13:00	29(Normal)	60(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	16:30	26(Normal)	71(Basah)	Pelan	Pelan	Sesuai
1/03/2018	11:00	26(Normal)	56(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	13:00	29(Normal)	68(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai
	15:00	28(Normal)	40(Normal)	Sedang	Sedang	Sesuai

Dari hasil uji coba yang dilakukan selama 3 hari diambil beberapa data yang seperti terlihat pada Tabel 4.4, dimana dari tabel tersebut dapat dilihat hasilnya sesuai semua, dari hasil yang didapat ini terdapat beberapa faktor yang membuat kinerja sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan menggunakan metode *fuzzy* sugeno berbasis arduino dapat bekerja secara optimal, yang dimana diantaranya adalah faktor suhu dan kelembapan selama 3 hari tersebut yang cenderung stabil antar suhu 26°C - 30°C dan kelembapan 41% - 71% sehingga pergerakan *servo* yang menjadi acuan kecepatan kipas hanya bergerak pada posisi sedang.

4.4 Integrasi Dalam Islam

Tujuan awal dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah rancangan atau prototype sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan yang bertujuan untuk membantu masyarakat untuk menangani masalah sirkulasi udara yang ada dalam ruangan yang dimana diindonesia rata-rata suhu udara dalam ruang cenderung terasa panas dan gerah.

Dimana fungsi alat ini adalah untuk memberikan udara yang nyaman kepada penggunanya, dengan adanya udara yang nyaman yang dihasilkan oleh sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan ini, masyarakat khususnya pengguna sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dapat terjaga dan merasa nyaman berada dalam suatu ruangan, sesuai hadits rasulullah.

عَنْ سَعْدِ بْنِ أَبِي وَقَّاصٍ عَنِ ابْنِ أَبِي النَّبِيِّ طَلَّ اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ اللَّهَ طَيِّبٌ يُحِبُّ
الطَّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكِرَامَ جَوَادٌ فَتَنَظَّفُوا أَفْنِيَّتَكُمْ

“Sesungguhnya Allah itu baik. Dia menyukai kebaikan. Allah itu bersih dan Dia menyukai kebersihan. Allah itu mulia dan ia menyukai kemuliaan. Allah itu dermawan dan menyukai kedermawanan, maka bersihkanlah olehmu tempat-tempatmu.”(HR. Tirmidzi).

Dimana dengan terciptanya lingkungan yang nyaman dapat memberikan efek yang nyaman terhadap tiap individu dan hal ini berdampak pada meningkatnya tingkat produktivitas dalam bekerja maupun aktivitas lainnya.

Semoga dengan sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan yang dibuat oleh penulis ini dapat benar-benar diterapkan dan dimanfaatkan oleh masyarakat umum, sehingga apa yang telah dibuat oleh penulis dapat sesuai harapan dan dapat bernilai ibadah sesuai firman Allah swt.

انْ أَحْسَنْتُمْ أَحْسَنْتُمْ لِأَنْفُسِكُمْ وَإِنْ أَسَأْتُمْ فَلَهَا فَإِذَا جَاءَ وَعْدُ الْآخِرَةِ

لِيَسْؤُوا وَجُوهُكُمْ وَ لِيَدْخُلُوا الْمَسْجِدَ كَمَا دَخَلُوهُ أَوَّلَ مَرَّةٍ وَلِيُتَبِّرُوا مَا

عَلَوْا تَنْبِيْرًا

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat, maka (kejahatan) itu bagi dirimu sendiri, dan apabila datang saat hukuman bagi (kejahatan) yang kedua, (Kami datangkan orang-orang lain) untuk menyuramkan muka-muka kamu dan mereka masuk ke dalam mesjid, sebagaimana musuh-musuhmu memasukinya pada kali pertama dan untuk membinasakan sehabis-habisnya apa saja yang mereka kuasai”.(QS.Al-Isra:7)

Dari ayat diatas adapun tafsir dari al-jalalain adalah sebagai berikut kemudian kami katakan (Jika kalian berbuat baik) dengan mengerjakan ketaatan (berarti kalian berbuat baik bagi diri kalian sendiri) karena sesungguhnya pahala kebaikan itu untuk diri kalian sendiri (dan jika kalian berbuat jahat) dengan menimbulkan kerusakan (maka kejahatan itu bagi diri kalian sendiri) sebagai pembalasan atas kejahatan kalian. (Dan apabila datang saat hukuman) bagi

kejahatan yang (kedua) maka Kami kembali mengutus mereka (untuk menyuramkan muka-muka kalian) untuk membuat kalian sedih karena terbunuh dan tertawan hingga pengaruh kesedihan itu dapat terbaca dari roman muka kalian yakni Baitulmakdis untuk menghancurkannya (sebagaimana musuh-musuh kalian memasukinya) dan menghancurkannya (pada kali pertama dan untuk menghancurkan) untuk mengadakan pembinasaan (terhadap apa saja yang mereka kuasai) yang dapat mereka kalahkan (dengan penghancuran habis-habisan) dengan pembinasaan yang sehabis-habisnya. Ternyata mereka melakukan kerusakan untuk kedua kalinya, yaitu dengan membunuh Nabi Yahya. Maka Allah mengiriskan untuk membinasakan mereka Raja Bukhtanashar. Raja Bukhtanashar akhirnya membunuh ribuan orang dari kalangan mereka dan menahan anak cucu mereka serta memporak-porandakan Baitulmakdis.

Dari tafsir diatas ada beberapa kesimpulan yang diambil, hidup didunia ini memiliki sebuah tujuan, sebagaimana setiap agama ajarkan. Sehingga jika kita tidak memiliki sebuah tujuan maka hidup yang kita lakukan tidak akan berguna. Salah satu tujuan yang paling besar dalam kehidupan ini adalah berbuat baik kepada sesama, jika kita bisa memberi kepada orang lain berupa sebuah makanan saja, tentu perbuatan baik itu akan membuat hati terasa tenang. Perbuatan baik bisa dilakukan dalam bentuk apa saja, tergantung rasa ikhlas yang memberi. Perbuatan baik itu ditujukan agar perasaan, tubuh, pikiran dan perbuatan terasa tenang. Coba saja jika kamu memberi makanan kepada orang lain, apa manfaat yang bisa didapatkan setelah kita memberi makanan tersebut, perbuatan buruk dan baik yang kita lakukan tidak akan merugikan atau menguntungkan Allah dan perlu dicamkan hasilnya kembali kepada diri kita sendiri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan dengan metode *fuzzy sugeno* pada sistem arduino yang telah dilakukan uji coba menunjukkan bahwa komponen yang digunakan untuk menghasilkan udara yang sejuk sangat *efektif* digunakan dan dapat bekerja sesuai yang diharapkan, dan metode *fuzzy sugeno* yang diterapkan pada arduino sebagai otak sistem dapat berkerja sesuai dengan yang diharapkan dan memiliki tingkat akurasi sebesar 85%.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih bannyak sekali kekurangan yang mana tujuan awal dari penelitian ini adalah perancangan sebuah alat yang mampu mengontrol suhu dan kelembapan ruangan ,untuk mewujudkan hal tersebut tidak cukup hanya menggunakan beberapa komponen seperti sensor DHT11, *arduino*, *servo*, *dimmer*, *peltier*, dll, perlu adanya sensor yang lebih akurat dalam membaca suhu dan kelembapan agar pembacaan suhu dan kelembapan ruangan bisa lebih akurat, perlu adanya penambahan peltier tidak cukup hanya menggunakan 1 peltier agar udara sejuk dapat dihasilkan lebih cepat, dan perlu adanya kipas yang lebih besar agar udara yang dihembuskan dapat lebih optimal mengubah suhu dan kelembapan ruangan dan perlu adanya uji coba berkelanjutan terhadap *rule-rule* yang sudah dibuat mengingat pengujian yang sudah dilakukan masih banyak kekurangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Jalaludin al-Mahali dan Jalaludin as-Suyuti, *Tafsir Jalalain*, Toha Putra, Semarang, 1997, hal: 567
- Kusumadewi, Sri dan Purnomo Hari. 2010, “*Aplikasi Logika Fuzzy*”, Cetakan Pertama, Graham Ilmu, Yogyakarta.
- Kartinah Diah, Zulfa Noviarda 2010, “*Penerapan Inferensi Fuzzy Untuk Kendali Suhu Ruangan Pada Pendingin Ruangan (AC)*” ,22 Mei 2010 ISSN:1979-2338
- Kadir, Abdul. 2013. “*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*”. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Lippsmeier, Georg (1994), *Tropenbau Building in the Tropics, Bangunan Tropis (terj.)*, Jakarta: Erlangga.
- Naba, Agus. (2009). *Belajar Cepat FUZZY Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Rafdito, Sumardi, dan Budi (2015). *Sistem Pengukuran Data Suhu, Kelembapan, Dan Tekanan Udara Dengan Telemetry Berbasis Frekuensi Radio*, Transient, Vol.4, N0.3, September 2015, ISSN: 2302-9927, 652
- P. Singhala , D. N. Shah, B. Patel, “*Temperature Control using Fuzzy Logic*,” *International Journal of Instrumentation and Control Systems (IJICS)* Vol.4, No.1, January 2014.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., Suhartono, & Vincent. (2011). *Kecerdasan Buatan* Yogyakarta: ANDI.

Satwiko. (2009). *Pengertian Kenyamanan Dalam Suatu Bangunan*. Yogyakarta: Wignjosuebrotu.

Sunardi, 2015, *Aplikasi Metode Fuzzy Sugeno untuk Sistem Informasi Ketinggian Air dan Ketinggian Pintu Air Suatu Bendungan*, *Dinamik*, Vol 19, 2, 2014.

Saifulloh, Miftah (2013) *implementasi metode logika fuzzy model sugeno pada pengaturan suhu ruang penyimpanan berbasis mikrokontroler*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.

Tutorial Elektronika. *Apa dan Bagaimana Karakteristik Sensor*. <http://tutorialelektronika.blogspot.com/2009/02/apa-dan-bagaimanakarakteristik-sensor.html> Tanggal akses: Diakses 15 Februari 2017.

Tarun Kumar Das, Yudhajit Das, “*Design of A Room Temperature And Humidity Controller Using Fuzzy Logic*”. Research paper. American Journal of Engineering Research (AJER), 2013, e-ISSN : 2320-0847 p-ISSN : 2320-0936 Volume-02, Issue11, pp-86-97.

Wahyu herman susila, wahyudi, iwan setiawan (2012). *Penggunaan fuzzy Inference System Model Sugeno Pada Pengendalian Suhu Dan Ruangan* . Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.

LAMPIRAN

A. Code program fuzzy sugeno pada arduino

```
#include "fuzzy.h"
#define jml_rule 15

#include <Wire.h>
#include <dht.h>
#include <Servo.h>

#include <SoftwareSerial.h>

#define BT_TX 11
#define BT_RX 10

int relay1Pin = 5;
int relay2Pin = 6;

SoftwareSerial Bluetooth(BT_RX, BT_TX);

Servo myservo;
#define DHT11PIN 7
dht1 wire DHT(DHT11PIN, dht::DHT11);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);

  Bluetooth.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```

myservo.attach(9);
myservo.write(0);

pinMode(relay1Pin, OUTPUT);
pinMode(relay2Pin, OUTPUT);

}

float FuzzyfyMIN(float BB, float BA, float input)
{
    float u;
    if (input <= BB) { u = 1; }
    else if (input >= BA) { u = 0; }
    else { u = (BA - input) / (BA - BB); }
    return u;
}

float FuzzyfyMED(float BB, float BA, float BT, float input)
{
    float u;
    if (input <= BB || input >= BA) { u = 0; }
    else if (input == BT) { u = 1; }
    else if (input > BB && input < BT) { u = (input - BB) / (BT - BB); }
    else if (input > BT && input < BA) { u = (BA - input) / (BA - BT); }
    else { u = 1; }
    return u;
}

float FuzzyfyMAX(float BB, float BA, float input)
{

```

```
float u;  
if (input <= BB) { u = 0; }  
else if (input >= BA) { u = 1; }  
else { u = (input - BB) / (BA - BB); }  
return u;  
}
```

```
float MF_Suhu_dingin(float suhu) {  
    return FuzzyfyMIN(15,25,suhu);  
}
```

```
float MF_Suhu_sejuk(float suhu) {  
    return FuzzyfyMED(20, 30, 25, suhu);  
}
```

```
float MF_Suhu_Normal(float suhu) {  
    return FuzzyfyMED(25, 35, 30, suhu);  
}
```

```
float MF_Suhu_Hangat(float suhu) {  
    return FuzzyfyMED(30, 40, 35, suhu);  
}
```

```
float MF_Suhu_Panas(float suhu) {  
    return FuzzyfyMAX(35, 40, suhu);  
}
```

```
float MF_Kelembapan_kering(float kelembapan) {  
    return FuzzyfyMIN(0,40,kelembapan);  
}
```

```

float MF_Kelembapan_normal(float kelembapan) {
    return FuzzyfyMED(25, 75, 50, kelembapan);
}

float MF_Kelembapan_basah(float kelembapan) {
    return FuzzyfyMAX(60, 80, kelembapan);
}

float hitungFuzzy(float suhu, float kelembapan){
    float SUHU_DINGIN = MF_Suhu_dingin(suhu);
    float SUHU_SEJUK = MF_Suhu_sejuk(suhu);
    float SUHU_NORMAL = MF_Suhu_Normal(suhu);
    float SUHU_HANGAT = MF_Suhu_Hangat(suhu);
    float SUHU_PANAS = MF_Suhu_Panas(suhu);

    float LEMBAB_KERING = MF_Kelembapan_kering(kelembapan);
    float LEMBAB_NORMAL = MF_Kelembapan_normal(kelembapan);
    float LEMBAB_BASAH = MF_Kelembapan_basah(kelembapan);

    Serial.println( "suhu :"+String(suhu) + " kelembapan :"+String(kelembapan));
    float alpha[jml_rule] ;
    float z[jml_rule] ;
    int index = 0;
    int i = 0;
    for (i=0;i<jml_rule;i++) {
        alpha[i] = 0;
        z[i] = 0;
    }

    if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_KERING>0) {

```

```

alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_KERING);
z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}

index = 1;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 0.8 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}

index = 2;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 1.4 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}

index = 3;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 1.7 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}

index = 4;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_KERING>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_KERING);
    z[index] =( 2.1 * suhu )+ (0.15 * kelembapan);
}

```

```

index = 5;
if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

index = 6;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 0.7 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

index = 7;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 1.3 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

index = 8;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 1.5 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

index = 9;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_NORMAL>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_NORMAL);
    z[index] =( 1.6 * suhu )+ (0.06 * kelembapan);
}

```

```

index = 10;

```

```

if (SUHU_DINGIN>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_DINGIN,LEMBAB_BASAH);
    z[index] =( 0.4 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

```

index = 11;
if (SUHU_SEJUK>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_SEJUK,LEMBAB_BASAH);
    z[index] =( 0.3 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

```

index = 12;
if (SUHU_NORMAL>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_NORMAL,LEMBAB_BASAH);
    z[index] =( 1 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

```

index = 13;
if (SUHU_HANGAT>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_HANGAT,LEMBAB_BASAH);
    z[index] =( 1.4 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

```

index = 14;
if (SUHU_PANAS>0 && LEMBAB_BASAH>0) {
    alpha[index] = min(SUHU_PANAS,LEMBAB_BASAH);
    z[index] =( 1.3 * suhu )+ (0.05 * kelembapan);
}

```

```

Serial.println("");
Serial.println( "SUHU_DINGIN :"+String(SUHU_DINGIN));
Serial.println( "SUHU_SEJUK :"+String(SUHU_SEJUK));
Serial.println( "SUHU_NORMAL :"+String(SUHU_NORMAL));
Serial.println( "SUHU_HANGAT :"+String(SUHU_HANGAT));
Serial.println( "SUHU_PANAS :"+String(SUHU_PANAS));

Serial.println( "LEMBAB_KERING :"+String(LEMBAB_KERING));
Serial.println( "LEMBAB_NORMAL :"+String(LEMBAB_NORMAL));
Serial.println( "LEMBAB_BASAH :"+String(LEMBAB_BASAH));
Serial.println("");
float sumAZ=0,sumA=0,Z = 0 ;
for (i=0;i<jml_rule;i++) {
  sumAZ += alpha[i] * z[i];
  sumA += alpha[i] ;
  Serial.println( "alpha-"+String(i) + " = "+String(alpha[i]));
  Serial.println( "z-"+String(i) + " = "+String(z[i]));
}
Z= sumAZ/sumA;
Serial.println("");
Serial.println("Z :"+String((int)Z));
Serial.println("-----");
return Z;
}

float Last_suhu, Last_kelembapan,Last_servo;
void loop() {
  DHT.read();
  // put your main code here, to run repeatedly:
  float suhu = DHT.getTemperature()/10;

```

```

float kelembapan = DHT.getHumidity()/10;

if (suhu != Last_suhu || kelembapan!=Last_kelembapan) {
  Last_suhu =suhu ;
  Last_kelembapan = kelembapan;
  Last_servo = hitungFuzzy(suhu,kelembapan);
  /*
  myservo.write(Last_servo);

  if (suhu>40){

    digitalWrite(relay1Pin, LOW);
    digitalWrite(relay2Pin, LOW);
  }else {

    digitalWrite(relay1Pin, HIGH);
    digitalWrite(relay2Pin, HIGH);
  }
  */
}

Serial.print(F("Humidity (%): "));
Serial.println(kelembapan);

Serial.print(F("Temperature (°C): "));
Serial.println(suhu);

String Data = String("@"+String(suhu)+":"+String(kelembapan)+"###");
if ( Bluetooth.available() )

```

```
{  
  Serial.write( Bluetooth.read() );  
}  
char dataChar[Data.length()];  
Data.toCharArray(dataChar, Data.length());  
Bluetooth.println(dataChar);  
  
delay(5000);  
}
```

