



TUGAS AKHIR - TE141599

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR TEMPERATUR
KERJA PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN
KONTROL LOGIKA FUZZY DENGAN RASPBERRY PI**

**I Gusti Bagus Prasta Raditya
NRP 2212 100 136**

**Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Fajar Budiman, ST., M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - TE141599

**DESIGN OF WORKING TEMPERATURE CONTROL
SYSTEM IN AIR CONDITIONER USING FUZZY LOGIC
CONTROL IMPLEMENTED IN RASPBERRY PI**

**I Gusti Bagus Prasta Raditya
NRP 2212 100 136**

**Supervisor
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Fajar Budiman, ST., M.Sc.**

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul Rancang Bangun Sistem Pengatur Temperatur Kerja Pendingin Ruangan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy dengan Raspberry Pi adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2017

I Gusti Bagus Prasta Raditya
2212100136

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR TEMPERATUR
KERJA PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN KONTROL
LOGIKA FUZZY DENGAN RASPBERRY PI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Bidang Studi Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Muhammad Rival, ST., MT.
NIP: 196904261994031003

Fajar Budiman, ST., M.Sc.
NIP: 198607072014041001



RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR TEMPERATUR KERJA PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY DENGAN RASPBERRY PI

Nama : I Gusti Bagus Prasta Raditya
Pembimbing I : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Pembimbing II : Fajar Budiman, ST., MSc.

ABSTRAK

Aktivitas kehidupan di kota-kota besar baik di perkantoran, sekolah, universitas maupun tempat tinggal tidak terlepas dari penggunaan pendingin ruangan atau yang biasa disebut *air conditioner* (AC). AC digunakan untuk mengatur temperatur udara di dalam ruangan agar menjadi nyaman sesuai dengan yang dikehendaki oleh pengguna. Setiap orang memiliki tingkat kenyamanan yang berbeda – beda terhadap temperatur udara, ada beberapa orang yang merasa cukup sejuk, kurang sejuk, hangat terhadap temperatur udara dengan nilai yang sama. AC komersil yang beredar dipasaran memerlukan pengguna untuk mengatur temperatur kerja dari AC, sehingga suhu yang diatur oleh pengguna tersebut belum tentu nyaman untuk orang lain.

Pada tugas akhir ini sistem dirancang menggunakan metode kontrol logika fuzzy untuk menentukan temperatur kerja dari AC. Masukan kontrol logika fuzzy berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas di dalam ruangan yang dideteksi oleh kamera. Hasil kontrol logika fuzzy berupa temperatur kerja AC mengacu pada standar kenyamanan termal di Indonesia yang dikeluarkan oleh badan SNI. Hasil tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk *remote control* agar dapat mengatur temperatur kerja AC.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur kerja yang diatur melalui *remote control* memiliki nilai terendah 21°C dan nilai tertinggi 27°C yang sudah sesuai dengan standar kenyamanan termal yang telah didefinisikan oleh badan SNI dengan jarak maksimal antara sistem dengan AC adalah 4 meter. Sistem yang dirancang diharapkan mampu mengurangi campur tangan manusia dalam pengaturan temperatur kerja AC dan telah dibuktikan bahwa kontrol logika fuzzy dapat digunakan sebagai metode dalam mengatur temperatur kerja AC.

Kata Kunci : pendingin ruangan, kontrol logika fuzzy, *remote control*

Halaman ini sengaja dikosongkan

***DESIGN OF WORKING TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN
AIR CONDITIONER USING FUZZY LOGIC CONTROL
IMPLEMENTED IN RASPBERRY PI***

Name : I Gusti Bagus Prasta Raditya
Supervisor : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Co-Supervisor : Fajar Budiman, ST., MSc.

ABSTRACT

Air conditioner (AC) is commonly used in offices, schools, universities, houses located in big cities. AC is used to regulate the room temperature. Everyone has different level of comfort on temperature. Some people feel comfortable while others feel uncomfortable in the same value of temperature. Users set the working temperature of AC that sometimes uncomfortable to others.

In this final project, a control system is designed to determine the working temperature of AC using fuzzy logic controller. The controller's inputs are number and activity level of people inside a room detected by a camera. The output of the controller is working temperature based on thermal comfort standard issued by institution of National Standard of Indonesia. The output is used as a reference for the remote control to set the working temperature of AC.

The result of this final project shown that the lowest working temperature is 21°C and the highest working temperature is 27°C in accordance with the thermal comfort standard issued institution of National Standard of Indonesia. The maximum distance between the system and AC is 4 meter. The system designed is expected to reduce human intervention in setting the working temperature of AC and has been proven that fuzzy logic controller can be used as method on setting the working temperature of AC.

Keywords : air conditioner, fuzzy logic control, remote control

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

Rancang Bangun Sistem Pengatur Temperatur Kerja Pendingin Ruangan menggunakan Kontrol Logika Fuzzy dengan Raspberry Pi

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan program Strata-Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin berterima kasih kepada pihak-pihak yang membantu pembuatan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak, Ibu, adik, oma serta seluruh keluarga yang memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro Bapak Dr. Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
3. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT. selaku dosen pembimbing 1 atas bimbingan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
4. Fajar Budiman ST., MSc. selaku dosen pembimbing 2 atas bimbingan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
5. Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc., Ir. Tasripan, MT., Ir. Harris Pirngadi. dan Astria Nur Irfansyah, ST., M.Eng. selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
6. Seluruh dosen bidang studi elektronika dan teknik elektro.
7. Teman-teman laboratorium Elektronika yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, telah membantu proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini penuh dengan kekurangan dan masih banyak hal yang harus diperbaiki. Saran, kritik dan masukan dari semua pihak sangat membantu penulis untuk dapat menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 14 Desember 2016

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Relevansi dan Manfaat.....	4
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG ..	5
2.1. Pendingin Ruang	5
2.2. <i>Infrared Remote Control</i>	6
2.3. Standar Kenyaman Termal Ruang.....	10
2.4. Logika Fuzzy.....	10
2.5. Raspberry Pi 3.....	14
3 BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	17
3.1. Diagram Blok Sistem	17
3.2. Perancangan Perangkat Keras	19
3.3. Perancangan Perangkat Lunak	23
3.3.1. Proses Deteksi Jumlah Orang dan Tingkat Aktivitas	23
3.3.2. Proses Pengolahan Jumlah Orang dan Tingkat Aktivitas	24
3.3.2. Perancangan sistem remote control	27
4 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	29
4.1. Pengujian Kontrol Logika Fuzzy	29
4.1.1 Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas rendah.....	30
4.1.2 Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas sedang	30

4.1.3	Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas tinggi.....	31
4.1.4	Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas rendah	32
4.1.5	Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas sedang	33
4.1.6	Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas tinggi.....	34
4.1.7	Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas rendah	34
4.1.8	Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas sedang	35
4.1.9	Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas tinggi.....	36
4.2.	Pengujian jarak <i>remote control</i> pada sistem terhadap pendingin ruangan	36
4.3	Pengujian rangkaian transistor untuk mengendalikan <i>remote control</i>	41
4.4	Pengujian penyebaran temperatur di dalam ruangan.....	43
4.5	Pengujian akhir sistem	44
5	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA.....	51
	LAMPIRAN	53
	BIODATA PENULIS	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pendingin Ruangan	5
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Pendingin Ruangan	6
Gambar 2.3 <i>Pulse</i> dan <i>space</i> pada transmisi sinyal infra merah	7
Gambar 2.4 Data yang dikirimkan ketika menekan tombol pada <i>remote control</i> pendingin ruangan.....	8
Gambar 2.5 Bit 0 dan Bit 1 dari data yang dikirimkan ketika menekan tombol <i>remote control</i> pendingin ruangan.	8
Gambar 2.6 Circuit board pada <i>remote control</i> pendingin ruangan	9
Gambar 2.7 Metode defuzzifikasi centroid	14
Gambar 2.8 Raspberry Pi 3 Model B.....	14
Gambar 3.1 Blok diagram sistem.....	17
Gambar 3.2 Ilustrasi sistem.....	18
Gambar 3.3 Perancangan perangkat keras dari sistem	19
Gambar 3.4 Raspberry Pi 3 beserta penjelasan port I/O	20
Gambar 3.5 Modifikasi <i>circuit board remote control</i> pendingin ruangan.....	21
Gambar 3.6 Skematik rangkaian untuk mengendalikan <i>remote control</i>	22
Gambar 3.7 Flowchart sistem	23
Gambar 3.8 Sistem Fuzzy yang telah dirancang	24
Gambar 3.9 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Tingkat Aktivitas.....	25
Gambar 3.10 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Jumlah Orang	25
Gambar 3.11 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Temperatur kerja pendingin ruangan	26
Gambar 4.1 Grafik temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	29
Gambar 4.2 Remote control pendingin ruangan	41
Gambar 4.3 Penyebaran temperatur di dalam ruangan	44

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kenyaman termal daerah tropis	10
Tabel 4.1. Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	30
Tabel 4.2 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	31
Tabel 4.3 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	32
Tabel 4.4 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	32
Tabel 4.5 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	33
Tabel 4.6 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	34
Tabel 4.7 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	35
Tabel 4.8 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	35
Tabel 4.9 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas	36
Tabel 4.10 Pengujian sistem terhadap pendingin ruangan	37
Tabel 4.11 Pengujian remote control	42
Tabel 4.12 Hasil pengujian akhir sistem	45
Tabel 4.13 Hasil pengujian akhir sistem	45
Tabel 4.14 Hasil pengujian akhir sistem	46

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aktivitas kehidupan di kota-kota besar baik di perkantoran, universitas, sekolah maupun tempat tinggal tidak terlepas dari keberadaan alat pendingin ruangan atau yang biasa disebut dengan air conditioner. Pendingin ruangan digunakan untuk mengatur temperatur udara didalam suatu ruangan agar menjadi nyaman sesuai dengan yang di kehendaki oleh pengguna. Temperatur udara yang dikeluarkan oleh pendingin ruangan bersifat subjektif terhadap setiap manusia, seperti contoh terdapat pengguna yang merasa temperatur udara yang di keluarkan oleh pendingin ruangan bahwa cukup sejuk, terlalu sejuk, kurang sejuk dan lain sebagainya. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengatur temperatur kerja dari pendingin ruangan agar temperatur udara di dalam ruangan berada pada suhu yang optimal untuk manusia dapat bekerja dan memberikan dampak positif bagi manusia [1].

Sistem kontrol otomatis merupakan bagian penting dalam sistem pengolahan modern. Otomatisasi kontrol menjadi sangat penting untuk mesin sehingga dapat mencapai hasil operasi yang konsisten. Dalam hal kecerdasan buatan, *computational intelligence* memainkan peran penting dalam berbagai cabang dari komputer sains dan teknik. Logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk memecahkan masalah yang berbeda-beda dalam sektor kontrol dan manajemen sistem dan mesin. Berurusan dengan masalah ketidakpastian atau yang sulit didefinisikan merupakan tujuan utama dari logika fuzzy. Logika fuzzy digunakan karena mudah dimengerti dan fleksibel dimana logika fuzzy mampu beradaptasi dengan perubahan - perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan. Logika fuzzy digunakan untuk mengatur temperatur kerja dari pendingin ruangan agar temperatur udara pada ruangan berada pada suhu yang optimal [2].

Pada tugas akhir ini telah dirancang sebuah sistem pengatur temperatur kerja pendingin ruangan menggunakan kontrol logika fuzzy yang diimplementasikan dalam raspberry pi. Pada sistem yang dirancang sistem dapat mengidentifikasi masukan seperti jumlah orang dan tingkat aktivitas dalam suatu ruangan. Pada tugas akhir ini raspberry pi

digunakan karena raspberry pi dapat berfungsi sebagai *home automation* untuk mengontrol perangkat elektronik dimana salah satunya adalah pendingin ruangan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah, antara lain :

1. Apa saja parameter yang dibutuhkan untuk mengatur temperatur kerja pendingin ruangan?
2. Bagaimana cara mengatur temperatur kerja dari pendingin ruangan?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan jumlah orang dan tingkat aktivitas sebagai parameter untuk mengatur temperatur kerja pendingin ruangan.
2. Merancang pengatur temperatur kerja pendingin ruangan menggunakan metode kontrol logika fuzzy .

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah raspberry pi.
2. Jenis pendingin ruangan yang digunakan.

1.5. Metodologi

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur berguna untuk mencari informasi atau data mengenai teori-teori dasar, metode logika fuzzy atau sistem secara keseluruhan. Studi literatur diperlukan sebagai landasan dalam mengerjakan Tugas Akhir agar diperoleh teori penunjang yang memadai, baik ilmu dasar, analisis, maupun metode penelitian. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat acuan dari jurnal, buku teks, internet dan lain-lain. Dengan adanya studi

literatur, penelitian dapat dilakukan berdasarkan teori-teori yang telah ada sebelumnya.

2. Perancangan *Software*

Perangkat lunak dirancang dengan membuat source code melakukan metode logika fuzzy dan pengendalian remote control untuk mengendalikan pendingin ruangan secara otomatis. Masukan untuk metode logika fuzzy berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas dan keluaran berupa suhu dari pendingin ruangan.

3. Perancangan *Hardware*

Perancangan perangkat keras pada tahap ini meliputi kamera sebagai masukan dan *infrared remote control* untuk mengatur pendingin ruangan yaitu menghidupkan dan mematikan pendingin ruangan serta menaikkan / menurunkan suhu dari pendingin ruangan.

4. Pengujian Sistem

Pengujian alat dilakukan untuk menentukan keandalan dari sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah software dan hardware dapat bekerja secara baik. Pengujian sistem dilakukan dengan memasang alat yang telah dirancang pada ruangan untuk mengetahui apakah alat dapat mengatur pendingin ruangan secara otomatis berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas di ruangan tersebut.

5. Analisa

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian sehingga dapat ditentukan kinerja dari alat apakah sudah sesuai dengan parameter-parameter masukan yang mempengaruhi keadaan ruangan. Apabila belum sesuai antara parameter-parameter dengan hasil kinerja dari alat, maka diperlukan perbaikan pada sistem.

6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahap penulisan laporan tugas akhir adalah tahapan terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, teori dasar, perancangan sistem, pengujian alat, dan kesimpulan dan saran.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan Tugas Akhir ini terdiri atas lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perancangan sistem, pengujian dan analisis, serta penutup.

➤ BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini meliputi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

➤ BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG

Bab ini menjelaskan teori penunjang dan literatur yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Bagian ini memaparkan mengenai teori penunjang dan beberapa literatur yang berguna dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

➤ BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) untuk kontrol logika fuzzy dan sistem pengatur pendingin ruangan secara otomatis.

➤ BAB IV : PENGUJIAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil uji coba sistem beserta analisisnya.

➤ BAB V : PENUTUP

Bagian ini merupakan bagian akhir yang berisikan kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan Tugas Akhir ini, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7. Relevansi dan Manfaat

Hasil dari tugas akhir ini diharapkan mampu mengatur temperatur kerja dari pendingin ruangan secara otomatis agar temperatur udara di dalam ruangan berada pada suhu optimal untuk manusia dapat beraktivitas, serta membantu dalam pengembangan dibidang *home automation*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG

Teori penunjang dalam bab ini menjelaskan tentang teori penunjang yang berhubungan dengan keseluruhan sistem yang akan dibuat pada tugas akhir ini. Sedangkan tinjauan pustaka dalam bab ini menjelaskan tentang sistem-sistem yang berhubungan dengan tugas akhir ini dan pernah diimplementasikan oleh penulis-penulis sebelumnya.

2.1. Pendingin Ruangan

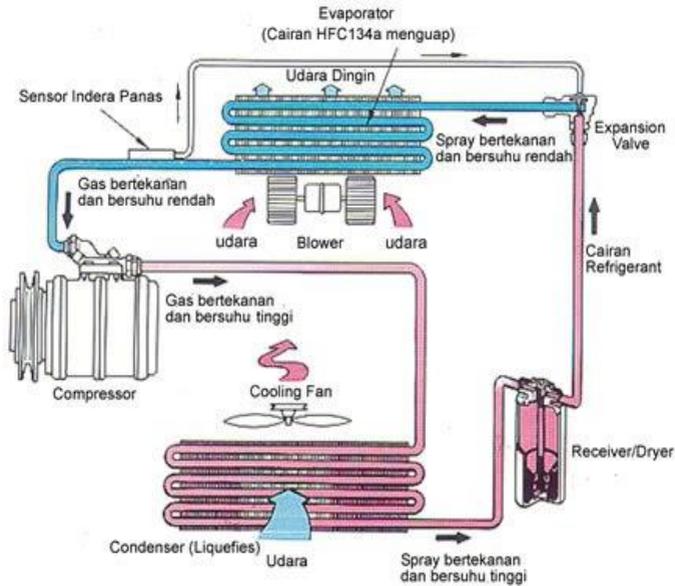
Pendingin ruangan atau air conditioner (AC) merupakan suatu alat yang memiliki fungsi sebagai pendingin udara yang berada di sekitar mesin tersebut. Agar dapat mendukung sistem pendingin ruangan maka dibutuhkan suatu gas pendingin atau *refrigerant* yang dapat mendinginkan udara [3].

Digunakannya gas refrigerant sebagai bahan yang disirkulasikan, yaitu karena bahan ini mudah menguap dan bentuknya dapat berubah-ubah, yaitu berbentuk cair dan gas. Panas yang berada pada pipa kondensor berasal dari gas yang refrigerant yang ditekan oleh kompresor sehingga bahan tersebut menjadi panas dan pada bagian expansion valve pipa tempat sirkulasi gas refrigerant di perkecil, sehingga tekanannya semakin meningkat dan pada pipa evaporator menjadi dingin

Komponen-komponen pada sistem pendingin ruangan adalah kompresor, kondensor, *receiver* atau *dryer*, *expansion valve* dan evaporator.



Gambar 2.1 Pendingin Ruangan [3].



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Pendingin Ruangan [3].

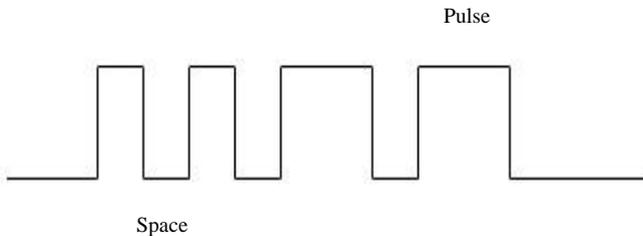
2.2. *Infrared Remote Control*

Infra merah adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari tampak tetapi lebih rendah dari radiasi gelombang radio. Panjang gelombang dari infra merah berkisar antara 700 nm hingga 1 mm. Berdasarkan daerah panjang gelombangnya, infra merah dibedakan menjadi tiga daerah, yaitu [4] :

- Infra merah jarak dekat dengan panjang gelombang 0,75 – 1,5 μm
- Infra merah jarak menengah daerah panjang gelombang 1,5 – 10 μm
- Infra merah jarak jauh dengan panjang gelombang 10 – 100 μm

2.2.1 Pengiriman Data Infra Merah

Penggunaan infra merah sebagai kontrol biasanya digunakan pada remote control untuk peralatan seperti pendingin ruangan, televisi, VCD dan sebagainya. Pada komputer dan handphone media infra merah digunakan untuk mengirim data dengan suatu protokol tersendiri yaitu protokol irDA. Remote control berfungsi untuk mengendalikan suatu perangkat dari jarak jauh. Semua remote control menggunakan transmisi sinyal infra merah yang memiliki sinyal carrier dengan frekuensi tertentu yaitu pada 30 KHz hingga 40 KHz.

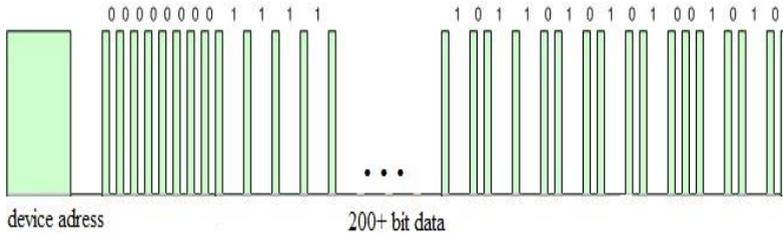


Gambar 2.3 *Pulse dan space* pada transmisi sinyal infra merah

Pada transmisi infra merah terdapat dua terminologi yang sangat penting yaitu *space* yang menyatakan tidak ada sinyal *carrier* dan *pulse* yang menyatakan ada sinyal *carrier*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3.

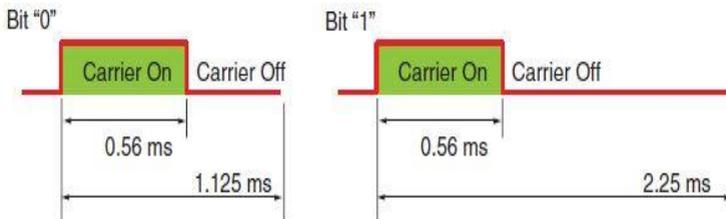
Setiap tombol pada *remote control* memiliki data yang berbeda-beda ketika dikirimkan. Pada pendingin ruangan data yang dikirimkan ketika menekan tombol pada *remote control* adalah semua kondisi dari pendingin ruangan tersebut mulai dari besar temperatur, kecepatan kipas, mode pendingin ruangan, timer dan lain sebagainya, sehingga data yang dikirimkan sangat panjang. Data yang dikirimkan berupa urutan data biner.

Gambar 2.4 adalah data yang dikirimkan ketika menekan tombol *remote control* dari pendingin ruangan.



Gambar 2.4 Data yang dikirimkan ketika menekan tombol pada *remote control* pendingin ruangan [4].

Setiap pendingin ruangan memiliki *device adress* yang berbeda - beda tergantung dari jenis pendingin ruangan. Bit data yang dikirimkan diawali oleh *device adress* dari pendingin ruangan dan diikuti oleh bit data yang sangat panjang dari setiap kondisi pendingin ruangan mulai dari besar temperatur, kecepatan kipas dan lain-lain. Device adress merupakan kode awal yang dimiliki oleh masing-masing pendingin ruangan. Untuk bit 0 dan bit 1 juga berbeda-beda tergantung pada jenis pendingin ruangan, perbedaan pada bit 0 dan 1 terletak pada panjang dari *space*, berikut adalah contoh bit 0 dan bit 1 pada *remote control* pendingin ruangan yang memiliki panjang pulse (*carrier on*) yang sama, namun panjang *space* nya berbeda.



Gambar 2.5 Bit 0 dan Bit 1 dari data yang dikirimkan ketika menekan tombol remote control pendingin ruangan [4].

2.2.2 Remote control pendingin ruangan

Remote control pendingin ruangan merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur unit pendingin ruangan sesuai dengan kebutuhan. Terdapat bagian-bagian dari remote control pendingin

ruangan seperti transmitter LED, *button pad*, *button contacts* dan sirkuit terpadu (IC).



Gambar 2.6 Circuit board pada *remote control* pendingin ruangan

Transmitter berupa LED infra merah merupakan bagian dari remote control pendingin ruangan yang berfungsi untuk mengirimkan data menuju ke receiver pada pendingin ruangan

Button contacts terdapat pada bagian *circuit board* dari remote control yang akan bekerja ketika *button pad* pada remote control ditekan. Ketika *button pad* ditekan dan menyentuh *button contacts*, maka arus akan mengalir pada *button contacts* dan data sesuai dengan letak *button contacts* akan dikirimkan melalui transmiiter LED.

2.3. Standar Kenyaman Termal Ruangan

Kenyamanan termal manusia pada suatu ruangan bersifat subyektif tergantung dari kondisi fisik seseorang, seperti usia, jenis kelamin, warna kulit dan kemampuan beradaptasi serta kondisi lingkungan. Tetapi kenyamanan ini memiliki standar yang sama disetiap tempat yang harus dipenuhi oleh suatu bangunan.

Berbagai penelitian kenyamanan suhu yang dilakukan di daerah iklim tropis, seperti Mom dan Wisebron di Bandung kemudian Karyono di Jakarta memperlihatkan rentang suhu antara 24°C hingga 30°C yang dianggap nyaman bagi manusia yang berdiam di daerah iklim tersebut.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan nomor dokumen SNI 03-6572-2001 daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis seperti Indonesia dibagi menjadi 3 daerah yaitu sejuk nyaman, nyaman optimal dan hangat nyaman. Berikut adalah tabel pembagian daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis [5] :

Tabel 2.1 Kenyaman termal daerah tropis

Daerah Kenyamanan Termal	Temperatur Efektif
Sejuk Nyaman	20,5°C – 22,8°C
Nyaman Optimal	22,8°C – 25,8°C
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1 °C

2.4. Logika Fuzzy

Konsep tentang 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 system, 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”. 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” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. [6]

2.4.1 Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi himpunan fuzzy diperlukan untuk 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 [6].

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

1. Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.
2. Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.
3. Semesta pembicaraan adalah 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.
4. Domain himpunan fuzzy adalah 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

2.4.2 Fungsi Keanggotaan

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 antara lain :

1. Representasi Linear, pada representasi linear pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Representasi Kurva Segitiga, Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis linear.
2. Representasi Kurva Trapesium, Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.
3. Representasi Kurva Bentuk Bahu, Daerah yang terletak di tengah – tengah suatu variabel yang dipresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.
4. Representasi Kurva-S, Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.
5. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*), Untuk mempresentasikan bilangan fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas tiga kelas, yaitu kurva PI, kurva beta, dan kurva Gauss. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradientnya.

2.4.3 Logika Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi MIN-MAX atau MAX-PRODUCT. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan berikut [6] :

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variable fuzzy

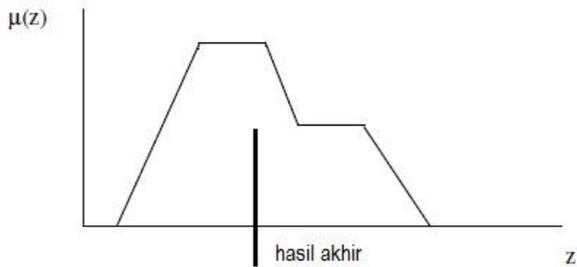
dan himpunan fuzzinya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (degree of match) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Lakukan implikasi fuzzy berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi fuzzy [7].
3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka infrensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.
4. Penegasan (defuzzy). 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.

$$Z^* = \frac{\int u(z)zdz}{\int u(z)dz}$$

2.4.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses pengubahan besaran fuzzy dimana input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy dan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut atau mendapatkan kembali nilai tegas (*crisp*). Salah satu metode defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani adalah metode centroid. Pada metode centroid nilai crisp diperoleh dengan menghitung pusat gravitasi dari daerah agregasi [8].



Gambar 2.7 Metode defuzzifikasi centroid [8].

2.5. Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah modul mikro komputer yang juga mempunyai input output digital port seperti pada board mikrokontroler. Raspberry Pi dilengkapi dengan port untuk display berupa TV atau monitor PC serta koneksi USB untuk keyboard dan mouse. Raspberry Pi dibuat di Inggris oleh Raspberry Pi Foundation. Pada awalnya Raspberry Pi ditunjukkan untuk modul pembelajaran ilmu komputer disekolah [9].



Gambar 2.8 Raspberry Pi 3 Model B [9].

Raspberry Pi 3 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- SoC Bcm2837
- CPU 64 Bit 1.2 GHz quad-core ARM Cortex A53 CPU
- RAM 1GB
- SDRAM 400 MHz
- Micro SD,
- Ethernet – 10/100 Mbps
- Video,
- Audio,
- USB 2.0 – 4 ports
- 40 pin GPIO, power - 2.5 A

-

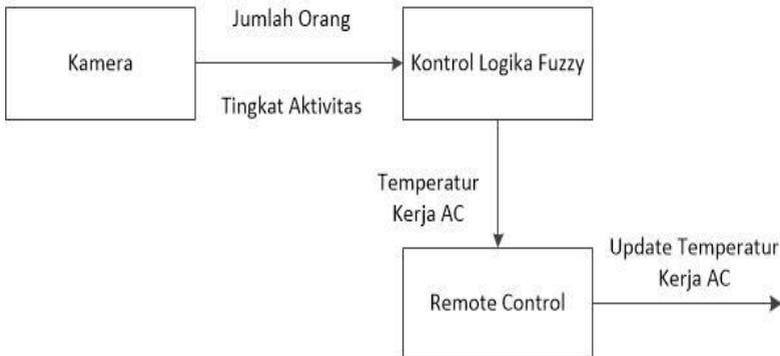
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan perancangan sistem mulai dari perancangan *software* yang meliputi perancangan kontrol logika fuzzy dan pengendali *remote control* pendingin ruangan hingga perancangan *hardware* yang meliputi kamera sebagai pengolah citra dan *remote control* untuk mengendalikan kerja pendingin ruangan.

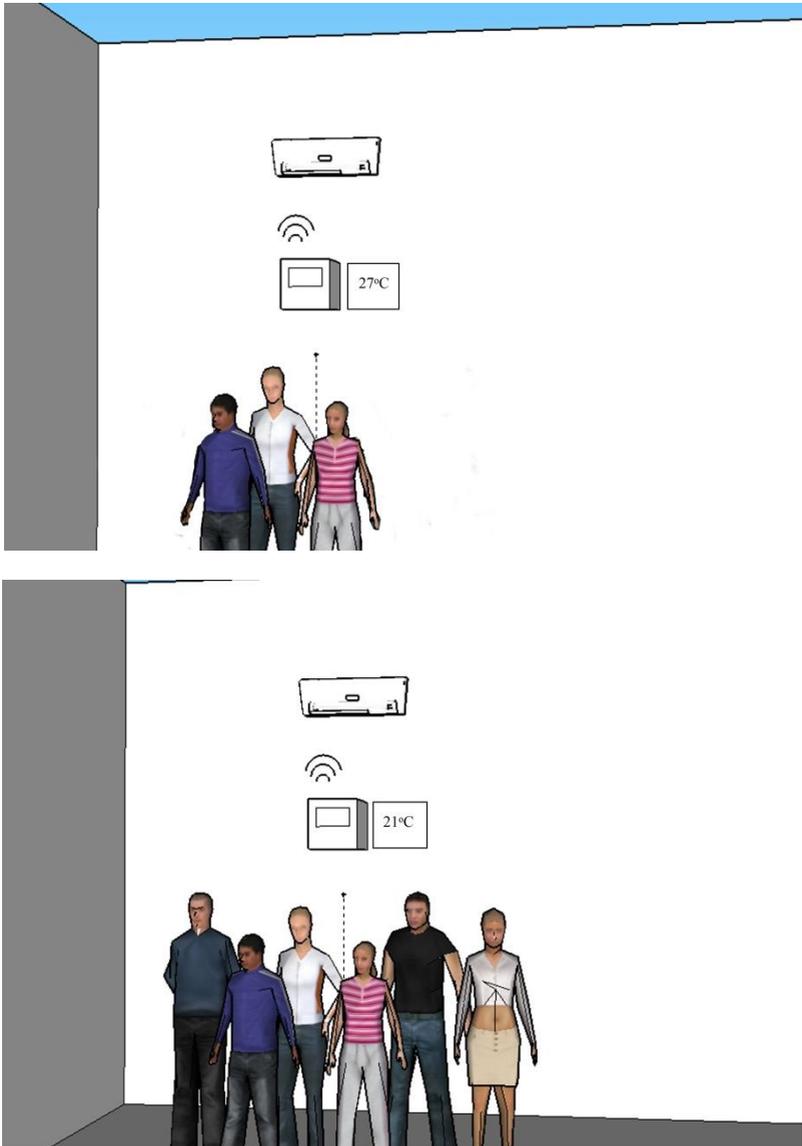
3.1. Diagram Blok Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari kamera, Raspberry Pi, dan *Infrared Remote Control* sebagai Aktuator. Kamera digunakan sebagai pengolahan citra yang ada pada Raspberry Pi. Penggunaan Raspberry Pi, selain sebagai pengolah citra, juga digunakan untuk menjalankan kontrol logika fuzzy dan mengendalikan kerja *Infrared Remote Control*.

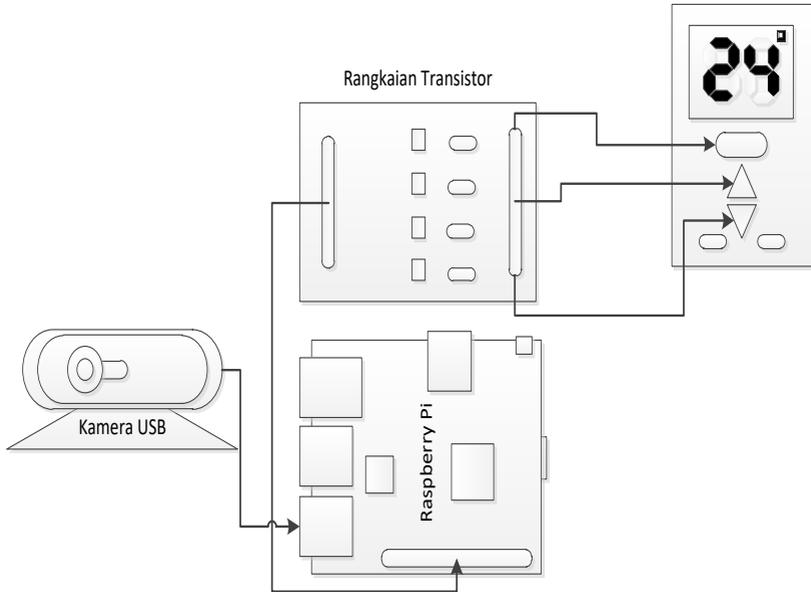


Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Kamera akan menghasilkan data berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas di dalam ruangan. Data tersebut kemudian diolah dengan logika fuzzy untuk mendapatkan temperatur kerja pendingin ruangan yang tepat dan sesuai dengan kondisi ruangan tersebut. Data yang telah diolah tersebut kemudian akan digunakan untuk mengendalikan kerja *Infrared Remote Control*.



Gambar 3.2 Ilustrasi sistem



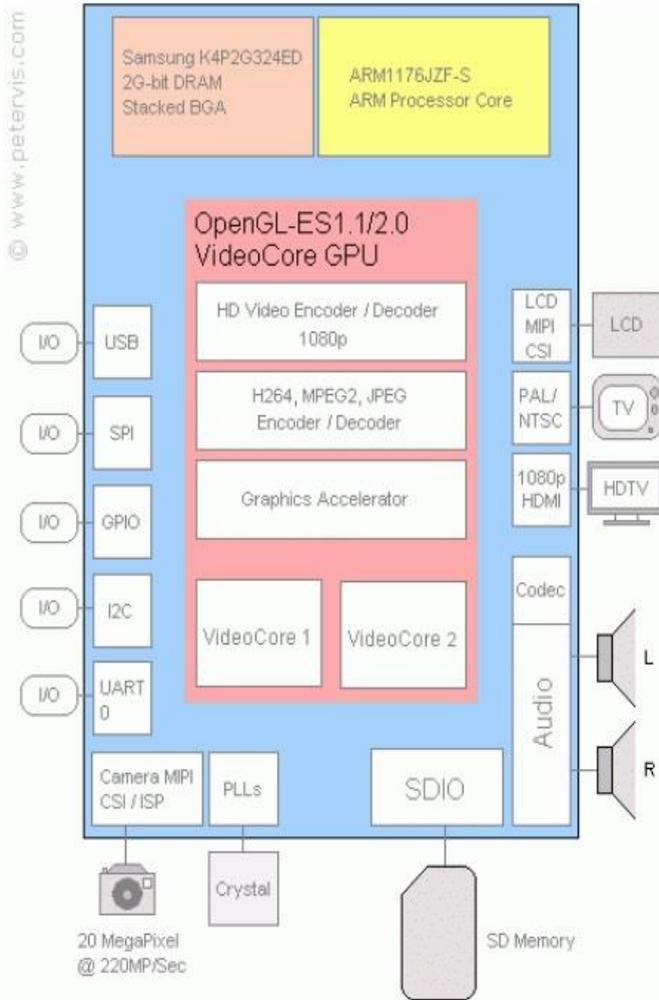
Gambar 3.3 Perancangan perangkat keras dari sistem

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dari sistem yang telah dirancang terdiri dari kamera, raspberry pi, rangkaian transistor dan universal remote control. Gambar 3.3 menunjukkan perancangan perangkat keras pada tugas akhir ini.

3.2.1. Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 digunakan untuk menjalankan kontrol logika fuzzy dan mengendalikan kerja *infrared remote control*. Raspberry pi memiliki input tegangan sebesar 5V 2A. Agar dapat memenuhi suplai tegangan, maka digunakan power supply 5V 5A pada Raspberry Pi. Gambar Raspberry Pi 3 beserta port I/O dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.4 Raspberry Pi 3 beserta penjelasan port I/O [10]

Pada sistem kamera yang digunakan adalah kamera usb logitech, kamera pada sistem digunakan sebagai pengolahan citra untuk mendapatkan input berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas. Input berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas tersebut akan diolah menggunakan kontrol logika fuzzy pada raspberry pi. Data yang didapatkan setelah diolah pada logika fuzzy akan menjadi acuan untuk mengendalikan remote control, remote control yang digunakan adalah universal remote control untuk pendingin ruangan. GPIO pada raspberry pi digunakan untuk mengendalikan universal remote control.

3.2.2. *Infrared Remote Control*

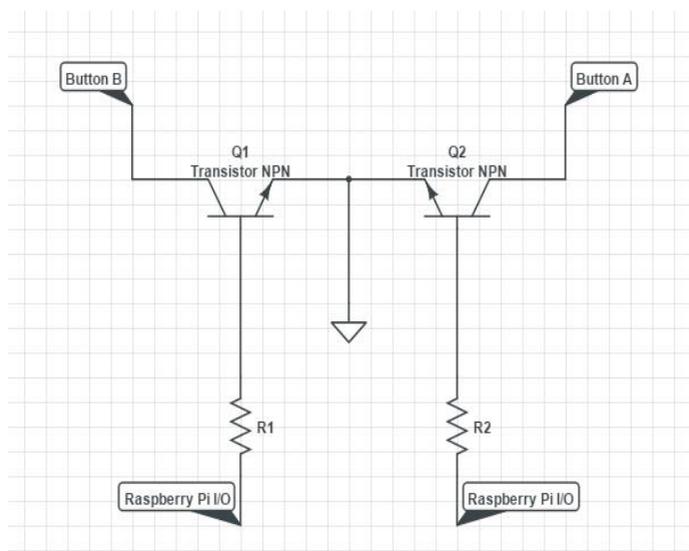
Infrared remote control yang digunakan untuk mengendalikan kerja dari pendingin ruangan pada tugas akhir ini adalah *universal remote contro ACI*. *Universal remote control* memiliki bagian-bagian yang sama seperti remote control pada umumnya yaitu transmitter LED inframerah, *button pad*, *button contacts*, LCD dan sirkuit terpadu (*Integrated Circuit*).



Gambar 3.5 Modifikasi *circuit board remote control* pendingin ruangan

Button pad pada *remote control* memiliki nilai resistansi tersendiri sehingga ketika *button pad* menyentuh atau menekan *button contacts* pada *circuit board* dari *remote control*, maka arus akan mengalir pada kedua sisi *button contacts*, sehingga data yang ada pada *button contacts* tersebut akan dikirim melalui transmitter LED inframerah. Untuk dapat mengendalikan *button contacts* secara otomatis diperlukan sebuah rangkaian transistor yang terhubung dengan raspberry pi.

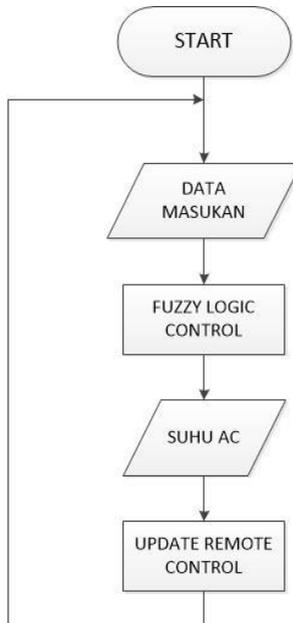
Rangkaian transistor tersebut menggantikan kerja dari *button pad* pada remote control dimana arus akan mengalir ketika *button pad* menyentuh permukaan *button contacts*. Ketika terdapat sinyal yang berasal dari Raspberry Pi I/O maka transistor akan aktif dan arus akan mengalir dari collector menuju emitter sehingga seolah-olah transistor menjadi short circuit dan button A dan B akan tersambung



Gambar 3.6 Skematik rangkaian untuk mengendalikan remote control

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan mengolah data-data masukan yang berasal dari kamera. Data setelah diolah yaitu berupa temperatur kerja pendingin ruangan akan digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan pendingin ruangan, perubahan-perubahan data masukan akan mempengaruhi output dari sistem.



Gambar 3.7 Flowchart sistem

3.3.1. Proses Deteksi Jumlah Orang dan Tingkat Aktivitas

Proses akuisisi data untuk mendapatkan data masukan berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas dijelaskan pada tugas akhir dengan judul “Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi” yang dikerjakan oleh Daniel Krisrenanto.

Untuk tingkat aktivitas dijelaskan bahwa tingkat aktivitas memiliki nilai yang berbeda-beda untuk setiap perbedaan

aktivitasnya, untuk 1 orang tingkat aktivitas nya adalah sebagai berikut :

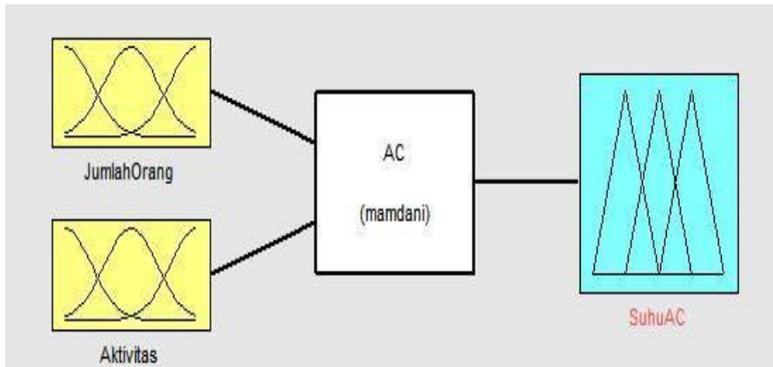
- Diam memiliki nilai aktivitas yaitu 0
- Gerakan tangan memiliki nilai aktivitas antara 2 hingga 4
- Berjalan memiliki nilai aktivitas antara 6 hingga 16
- Berlari memiliki nilai aktivitas antara 8 hingga 20

Data nilai aktivitas tersebut digunakan untuk membuat fungsi keanggotaan untuk tingkat aktivitas yang disesuaikan dengan kategori rendah, sedang dan tinggi.

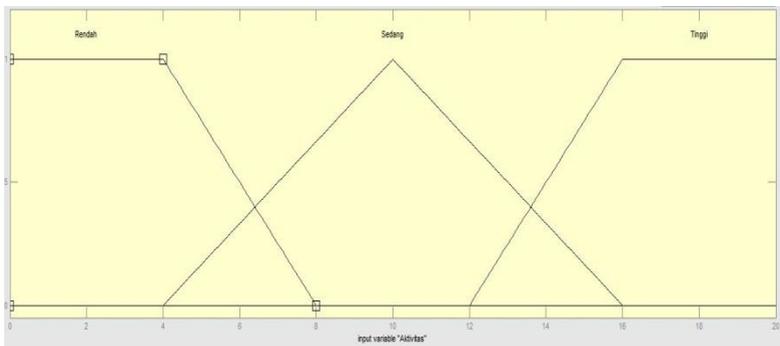
Untuk jumlah orang dijelaskan bahwa jumlah orang yang dapat terdeteksi sebanyak 8 orang. Data tersebut digunakan untuk membuat fungsi keanggotaan untuk jumlah orang yang disesuaikan dengan kategori sedikit, sedang dan banyak. Kontrol logika fuzzy dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

3.3.2. Proses Pengolahan Jumlah Orang dan Tingkat Aktivitas

Data yang telah diterima berupa jumlah orang dan tingkat aktivitas kemudian akan diolah menggunakan kontrol logika fuzzy. Pada sistem yang dirancang digunakan fuzzy dengan 2 input dan 1 output.



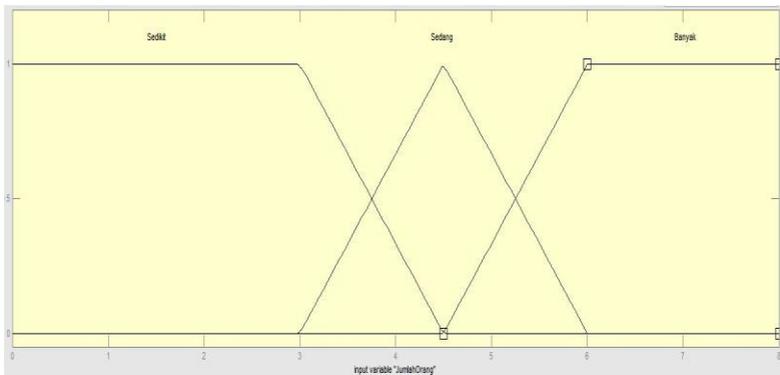
Gambar 3.8 Sistem Fuzzy yang telah dirancang



Gambar 3.9 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Tingkat Aktivitas

Gambar 3.9 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk tingkat aktivitas, dimana fungsi keanggotaan tingkat aktivitas tersebut dibagi menjadi 3 yaitu :

- Rendah dengan rentang nilai crisp 0 – 8
- Sedang dengan rentang nilai crisp 4 – 16, dan
- Tinggi dengan rentang nilai crisp 12 - 20

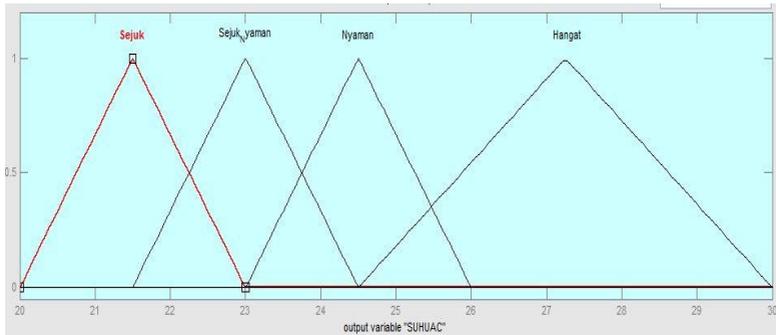


Gambar 3.10 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Jumlah Orang

Pada Gambar 3.10 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk jumlah orang, dimana fungsi keanggotaan jumlah orang tersebut juga dibagi menjadi 3 yaitu :

- Sedikit dengan rentang nilai crisp 0 – 4,5

- Sedang dengan rentang nilai crisp 3 – 6 dan
- Banyak dengan rentang nilai crisp 4,5 – 8



Gambar 3.11 Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Temperatur kerja pendingin ruangan

Gambar 3.11 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk temperatur kerja pendingin ruangan, dimana fungsi keanggotaan temperatur kerja pendingin ruangan tersebut dibagi menjadi 4, yaitu :

- Sejuk dengan rentang nilai crisp 20 – 23
- Sejuk Nyaman dengan rentang nilai crisp 21,5 – 24,5
- Nyaman dengan rentang nilai crisp 23 – 26, dan
- Hangat dengan rentang nilai crisp 24,5 – 30.

Tabel 3.1 Fuzzy Rule untuk Jumlah Orang dan Tingkat Aktivitas

		Jumlah Orang		
		Sedikit	Sedang	Banyak
Tingkat Aktivitas	Rendah	Hangat	Nyaman	S-Nyaman
	Sedang	Nyaman	S-Nyaman	Sejuk
	Tinggi	Nyaman	S-Nyaman	Sejuk

Keterangan :

Hangat

Nyaman

S-Nyaman = Sejuk Nyaman

Sejuk

Perhitungan *fuzzy* menggunakan metode mamdani dengan menggunakan operasi MIN-MAX dan untuk *defuzzification*-nya menggunakan operasi *centroid*. Output dari sistem fuzzy berupa temperatur kerja pendingin ruangan yang berada pada daerah hangat, nyaman, sejuk nyaman dan sejuk. Semua operasi fuzzy dilakukan pada Raspberry Pi 3.

3.3.2. Perancangan sistem remote control

Universal remote control yang digunakan pada tugas akhir memiliki beberapa kondisi awal, tabel 3.2 menunjukkan kondisi awal dari remote control

Tabel 3.2 Kondisi remote control

Kondisi	Keterangan
Suhu ketika "ON"	24°C
Suhu ketika "OFF"	24°C
Kode Remote Control	671

Kode *remote control* menunjukkan jenis dari pendingin ruangan yang dapat dikendalikan, untuk kode remote control 671 merupakan kode untuk mengendalikan pendingin ruangan dengan merk Panasonic.

Temperatur kerja awal ketika sistem pendingin ruangan menyala adalah 24°C, ketika sistem telah mendeteksi jumlah orang dan tingkat aktivitas, maka sistem akan mengolah data berdasarkan kontrol logika fuzzy sehingga didapatkan keluaran yang akan digunakan oleh remote control untuk menaikkan maupun menurunkan temperatur kerja pendingin ruangan.

Ketika sistem tidak mendeteksi adanya jumlah orang maupun tingkat aktivitas dalam kurun waktu tertentu, maka sistem akan mengendalikan remote control untuk menurunkan ataupun menaikkan temperatur kembali ke 24°C dan setelah itu pendingin ruangan akan mati.

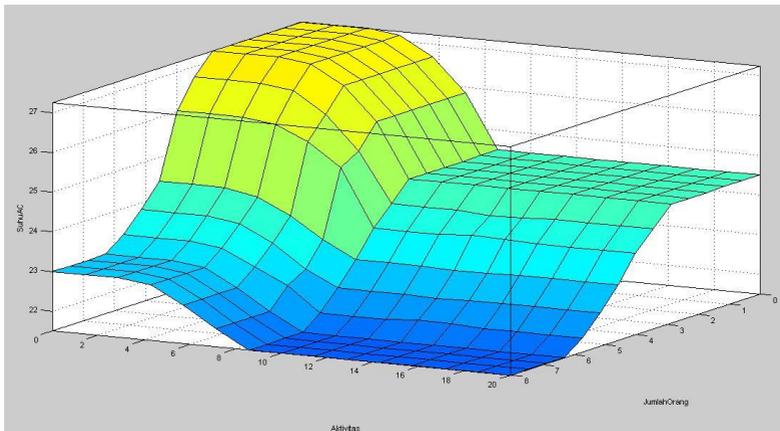
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dari sistem yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan pada ruangan yang menggunakan pendingin ruangan. Bab ini bertujuan untuk mengetahui apakah tujuan dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini telah terlaksana atau tidak. Pengujian pada bab ini terdiri dari pengujian kontrol logika fuzzy terhadap jumlah orang dan tingkat aktivitas di dalam ruangan dan pengujian *remote control*.

4.1. Pengujian Kontrol Logika Fuzzy

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui suhu yang diatur pada pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas pada suatu ruangan. Temperatur kerja pendingin ruangan dipengaruhi oleh perubahan jumlah orang dan tingkat aktivitas di dalam ruangan.



Gambar 4.1 Grafik temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

4.1.1 Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas rendah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedikit dan tingkat aktivitas rendah.

Tabel 4.1. Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
1	1 – 4	27
2	1 – 4	27
3	1 – 4	27

Pada tabel 4.1, ketika jumlah orang dan tingkat aktivitas masuk kedalam membership yang sedikit dan rendah maka temperatur kerja pendingin ruangan akan berada pada membership hangat. Untuk jumlah orang 1 – 3, temperatur kerja pendingin ruangan adalah 27°C yang termasuk kedalam membership hangat dan sudah sesuai dengan kondisi dari jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.1.2 Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas sedang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedikit dan tingkat aktivitas sedang

Ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedikit dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership sedang, maka temperatur kerja pendingin ruangan akan berada pada membership nyaman. Tabel 4.2 menunjukkan data temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas sedang.

Tabel 4.2 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
1	5 , 6	26
1	7	25
1	8 – 11	24
2	5 , 6	26
2	7	25
2	8 – 11	24
3	5 , 6	26
3	7	25
3	8 – 11	24

Pada tabel 4.2, untuk jumlah orang 1 dengan tingkat aktivitas 5 dan 6 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 26°C, dan untuk jumlah orang 1 dengan tingkat aktivitas 7 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 25°C dan untuk jumlah orang 1 dan tingkat aktivitas 8 – 11 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 24°C, temperatur kerja pendingin ruangan tersebut termasuk kedalam membership nyaman dan sudah sesuai dengan kondisi dari jumlah orang dan tingkat aktivitas.

Untuk jumlah orang 2 dan 3 dengan tingkat aktivitas sama seperti yang tertera pada tabel memiliki nilai temperatur kerja pendingin ruangan yang sama dengan jumlah orang 1.

4.1.3 Pengujian untuk jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas tinggi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedikit dan tingkat aktivitas tinggi.

Pengujian dilakukan dengan jumlah orang yaitu 1 hingga 3 dengan tingkat aktivitas yang berubah-ubah antara 1 hingga 20. Tabel 4.3 menunjukkan data hasil pengujian.

Tabel 4.3 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
1	12 – 20	24
2	12 – 20	24
3	12 – 20	24

Pada tabel 4.3, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedikit dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership tinggi maka temperatur kerja pendingin ruangan akan berada pada membership nyaman. Tabel 4.3 menunjukkan data temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang sedikit dan tingkat aktivitas tinggi.

Pada tabel 4.3, suhu pendingin ruangan adalah 24°C yang termasuk ke dalam membership nyaman dan sudah sesuai dengan kondisi dari jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.1.4 Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas rendah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedang dan tingkat aktivitas rendah.

Tabel 4.4 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
4	1 – 4	25
5	1 – 4	23

Pada tabel 4.4, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedang dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership rendah maka temperatur kerja pendingin ruangan akan berada pada membership nyaman. Tabel 4.4 menunjukkan

data suhu pedningin ruangan ketika jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas rendah.

Untuk jumlah orang 4 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 24°C sedangkan untuk jumlah orang 5 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 23°C, temperatur kerja pendingin ruangan tersebut masuk ke dalam membership nyaman dan sudah sesuai dengan kondisi dari jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.1.5 Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas sedang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedang dan tingkat aktivitas sedang.

Tabel 4.5 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
4	5 – 7	25
4	8 – 11	23
5	5 , 6	23
5	7 – 11	22

Pada tabel 4.5, untuk jumlah orang 4 dan tingkat aktivitas 5 – 7 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 25°C sedangkan untuk tingkat aktivitas 8 – 11 dengan jumlah orang yang sama temperatur kerja pendingin ruangan adalah 23°C. Untuk jumlah orang 5 dengan tingkat aktivitas 5 dan 6 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 23°C sedangkan untuk tingkat aktivitas 7 – 11 dengan jumlah orang yang sama temperatur kerja pendingin ruangan adalah 22°C. Untuk jumlah 5 dan tingkat aktivitas 5 – 7 temperatur kerja pendingin ruangan masuk ke dalam membership nyaman dikarenakan tingkat aktivitas tersebut juga termasuk kedalam membership rendah.

4.1.6 Pengujian untuk jumlah orang sedang dan tingkat aktivitas tinggi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedang dan tingkat aktivitas tinggi.

Tabel 4.6 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
4	12 – 20	23
5	12 – 20	22

Pada tabel 4.6, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership sedang dan tingkat aktivitas masuk kedalam membership tinggi, maka temperatur kerja pendingin ruangan akan berada pada membership S-nyaman (sejuk nyaman).

Pada tabel 4.6, untuk jumlah orang sebanyak 4 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 23°C sedangkan untuk jumlah orang 5 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 22°C. Temperatur kerja pendingin ruangan tersebut masuk ke dalam membership S-nyaman (sejuk nyaman) dan sudah sesuai dengan kondisi jumlah orang dan tingkat aktivitas..

4.1.7 Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas rendah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur kerja pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas rendah.

. Pada tabel 4.7, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership rendah, maka temperatur kerja pendingin ruangan masuk ke dalam membership S-nyaman (sejuk nyaman).

Tabel 4.7 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
6	1 – 4	23
7	1 – 4	23
8	1 – 4	23

Pada tabel 4.7 untuk jumlah orang 6, 7 dan 8 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 23°C. Temperatur kerja pendingin ruangan tersebut masuk ke dalam membership S-nyaman (sejuk nyaman) dan sudah sesuai dengan kondisi jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.1.8 Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas sedang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui suhu pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership sedang.

Tabel 4.8 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
6	5 – 7	22
6	8 – 12	21
7	5 – 7	22
7	8 – 12	21
8	5 – 7	22
8	8 – 12	21

Pada tabel 4.8, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas masuk ke dalam

membership sedang maka temperatur kerja pendingin ruangan berada pada membership sejuk.

Pada tabel 4.8 untuk jumlah orang 6, 7 dan 8 dengan tingkat aktivitas 5 - 7 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 22°C sedangkan untuk jumlah orang yang sama dengan tingkat aktivitas 8 – 12 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 21°C. Temperatur kerja pendingin ruangan tersebut masuk ke dalam membership sejuk dan sudah sesuai dengan kondisi jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.1.9 Pengujian untuk jumlah orang banyak dan tingkat aktivitas tinggi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui suhu pendingin ruangan ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership tinggi.

Tabel 4.9 Temperatur kerja pendingin ruangan berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitas

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)
6	12 – 20	21
7	12 – 20	21
8	12 – 20	21

Pada tabel 4.9, ketika jumlah orang masuk ke dalam membership banyak dan tingkat aktivitas masuk ke dalam membership tinggi maka temperatur kerja pendingin ruangan berada pada membership sejuk.

Untuk jumlah orang 6, 7 dan 8 temperatur kerja pendingin ruangan adalah 21°C. Temperatur kerja pendingin ruangan tersebut masuk ke dalam membership sejuk dan sudah sesuai dengan kondisi jumlah orang dan tingkat aktivitas.

4.2. Pengujian jarak *remote control* pada sistem terhadap pendingin ruangan

Pada pengujian ini sistem diuji untuk mengetahui jarak maksimal antara sistem dengan pendingin ruangan agar pendingin ruangan dapat

mendeteksi *remote control* dari sistem. Didalam pengujian ini jarak antara sistem terhadap pendingin ruangan berubah-ubah, yakni 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, 350 cm, 400 cm, 450 cm, dan 500 cm. Pengamatan dilakukan dengan mengamati kondisi dari pendingin ruangan, pada gambar kondisi dari pendingin ruangan diberi kotak merah untuk menunjukkan keadaan pendingin ruangan.

Tabel 4.10 Pengujian sistem terhadap pendingin ruangan

Jarak	Pengamatan	Keterangan
150cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 150 cm pendingin ruangan mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi
200 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 200 cm pendingin ruangan mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi

Lanjutan Tabel 4.10 Pengujian sistem terhadap pendingin ruangan

Jarak	Pengamatan	Keterangan
250 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 250 cm pendingin ruangan mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi
300	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 300 cm pendingin ruangan mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi

Lanjutan Tabel 4.10 Pengujian sistem terhadap pendingin ruangan

Jarak	Pengamatan	Keterangan
350 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 350 cm pendingin ruangan dapat mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi
400 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan berubah menjadi ON</p> <p>Pada jarak 400 cm pendingin ruangan dapat mendeteksi sistem.</p>	Terdeteksi

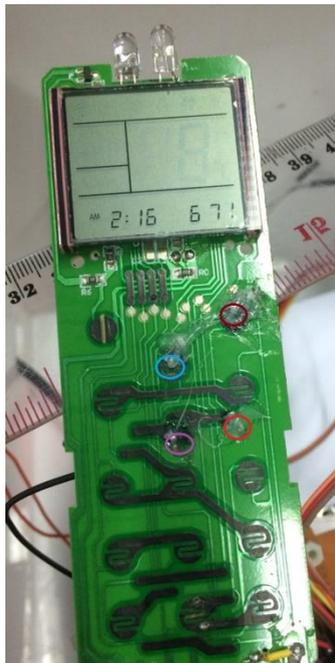
Lanjutan Tabel 4.10 Pengujian sistem terhadap pendingin ruangan

Jarak	Pengamatan	Keterangan
450 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan tidak berubah setelah sistem dijalankan yaitu tetap OFF</p> <p>Pada jarak 450 cm pendingin ruangan tidak dapat mendeteksi sistem.</p>	Tidak Terdeteksi
500 cm	<p>Kondisi awal pendingin ruangan adalah OFF,</p> <p>Sistem dijalankan agar pendingin ruangan dapat mendeteksi remote control</p> <p>Kondisi pendingin ruangan tidak berubah setelah sistem dijalankan yaitu tetap OFF</p> <p>Pada jarak 500 cm pendingin ruangan tidak dapat mendeteksi sistem.</p>	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel 4.10 dapat dianalisis bahwa kekuatan remote control agar dapat dideteksi oleh pendingin ruangan adalah maksimal 300 cm, untuk penempatan sistem dengan jarak lebih dari 300 cm pendingin ruangan tidak dapat menerima sinyal remote control oleh karena itu pada pengujian untuk jarak lebih dari 300 cm pendingin ruangan tetap OFF walaupun sistem telah dijalankan.

4.3 Pengujian rangkaian transistor untuk mengendalikan *remote control*

Pada pengujian ini, rangkaian transistor yang digunakan untuk mengendalikan remote control diuji untuk mengetahui kinerja dari rangkaian transistor. Rangkaian transistor pada sistem berfungsi untuk menggantikan kinerja dari *button pads* dan *button contacts* pada *remote control*.



Gambar 4.2 Remote control pendingin ruangan

Pada gambar 4.2 terdapat indikator lingkaran berwarna yang menunjukkan bagian-bagian dari remote control yang tersambung dengan rangkaian transistor. Setiap tombol pada remote control beroperasi dengan menyambungkan antara satu button contacts dengan button contacts lainnya, pada pengujian ini dibagi menjadi 2 yaitu button A dan B. Button A dan B adalah kombinasi dari button contacts untuk beroperasi sebagai tombol-tombol yang ada pada remote control. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pengujian remote control

Kondisi	Button A	Button B	Pengamatan	Keterangan
ON	Coklat	Merah	Ketika button A dan B tersambung yaitu antara coklat dan merah maka remote control akan beroperasi sebagai tombol ON	Sudah Sesuai
UP	Biru	Merah	Ketika button A dan B tersambung yaitu antara biru dan merah maka remote control akan beroperasi sebagai tombol UP	Sudah Sesuai

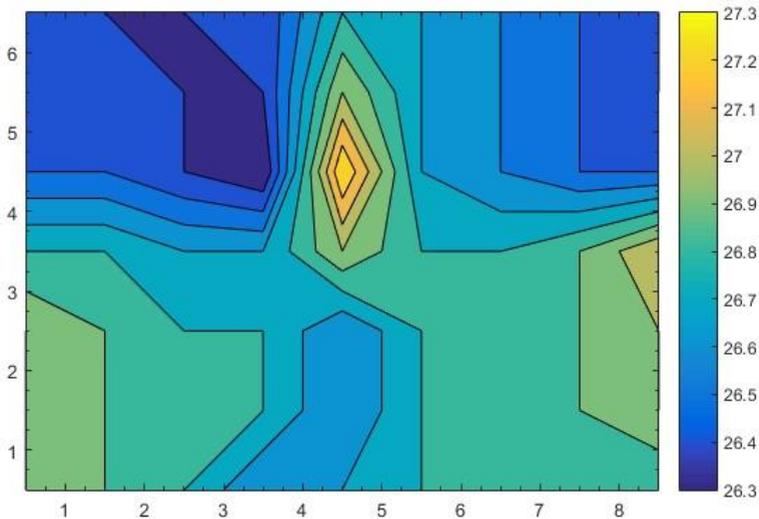
Lanjutan Tabel 4.11 Pengujian remote control

Kondisi	Button A	Button B	Pengamatan	Keterangan
DOWN	Ungu	Merah	Ketika button A dan B tersambung yaitu antara ungu dan merah maka remote control akan beroperasi sebagai tombol Down	Sudah Sesuai
OFF	Coklat	Merah	Ketika button A dan B tersambung yaitu antara coklat dan merah maka remote control akan beroperasi sebagai tombol OFF	Sudah Sesuai

Dari pengujian yang sudah dilakukan, rangkaian transistor telah dapat mengendalikan remote control sesuai dengan operasi yang diinginkan seperti yang tertera pada tabel 4.11, bisa diamati bahwa kombinasi dari masing-masing button memiliki operasi tombol pada remote control yang berbeda-beda.

4.4 Pengujian penyebaran temperatur di dalam ruangan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui penyebaran temperatur di dalam ruangan. Di dalam pengujian ini ruangan yang digunakan berukuran 900 cm x 700 cm. Temperatur kerja dari pendingin ruangan adalah 24°C. Pada gambar 4.3 menunjukkan penyebaran temperatur ruangan ketika temperatur kerja dari pendingin ruangan adalah 24°C.



Gambar 4.3 Penyebaran temperatur di dalam ruangan

Dapat dianalisis dari gambar 4.3 bahwa jarak pendingin ruangan mempengaruhi penyebaran temperatur di dalam ruangan. Daerah yang berada dekat dengan pendingin ruangan cenderung memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang berada jauh dari pendingin ruangan. Jarak mempengaruhi karena semakin jauh tersebarnya udara yang dikeluarkan oleh pendingin ruangan maka temperatur ruangnya akan semakin tinggi.

4.5 Pengujian akhir sistem

Pengujian akhir sistem dilakukan untuk membandingkan temperatur kerja AC hasil keluaran dari kontrol logika fuzzy dengan temperatur udara didalam ruangan berdasarkan temperatur kerja yang diatur oleh remote control. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah temperatur udara pada ruangan sudah sesuai dengan kondisi di dalam ruangan yang dipengaruhi oleh jumlah orang dan tingkat aktivitas serta apakah temperatur udara ruangan sudah sesuai dengan membership dari kontrol logika fuzzy yang mengacu pada standar kenyamanan termal.

Pengujian dilakukan pada ruangan 6m x 5m dengan jumlah orang yang diuji mulai dari 1 hingga 3 dengan tingkat aktivitas 1 hingga 7. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.12 – 4.14.

Tabel 4.12 Hasil pengujian akhir sistem

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)	Temperatur Udara pada Ruangan (°C)
1	1 – 4	27	26,5
1	5 , 6	26	25,9
1	7	25	24,4

Pada tabel 4.12, dapat dianalisis ketika jumlah orang 1 dengan tingkat aktivitas yaitu 1 hingga 4 maka temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 27°C sedangkan temperatur udara pada ruangan memiliki nilai 26,5°C. Terdapat perbedaan yaitu 0,5°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk ke dalam membership hangat yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Untuk jumlah orang yang sama dengan tingkat aktivitas 5 dan 6, temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 26°C sedangkan temperatur udara pada ruangan adalah 25,9°C sehingga memiliki perbedaan yang kecil yaitu 0,1°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk ke dalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja AC.

Sedangkan untuk tingkat aktivitas 7 dengan jumlah orang yang sama, temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 25°C, untuk temperatur udara pada ruangnya adalah 24,4°C. Perbedaan antara temperatur kerja AC dengan temperatur udara pada ruangan adalah 0,6°C. Temperatur udara tersebut termasuk kedalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Tabel 4.13 Hasil pengujian akhir sistem

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)	Temperatur Udara pada Ruangan (°C)
2	1 – 4	27	26,4
2	5 , 6	26	25,8
2	7	25	24,3

Pada tabel 4.13, dapat dianalisis ketika jumlah orang 2 dengan tingkat aktivitas 1 hingga 4 maka temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 27°C sedangkan temperatur udara pada ruangan memiliki nilai 26,4°C sehingga memiliki perbedaan yaitu 0,6°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk kedalam membership hangat yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Untuk jumlah orang yang sama dengan tingkat aktivitas 5 dan 6, temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 26°C sedangkan temperatur udara pada ruangan adalah 25,8°C sehingga memiliki perbedaan yaitu 0,2°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk ke dalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja AC.

Sedangkan untuk tingkat aktivitas 7 dengan jumlah orang yang sama temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 25°C, untuk temperatur udara pada ruangnya adalah 24,3°C. Perbedaan antara temperatur kerja AC dengan temperatur udara pada ruangan adalah 0,7°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk ke dalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Tabel 4.14 Hasil pengujian akhir sistem

Jumlah Orang	Tingkat Aktivitas	Temperatur kerja pendingin ruangan (°C)	Temperatur Udara pada Ruangan (°C)
3	1 – 4	27	26,1
3	5 , 6	26	25,6
3	7	25	23,8

Pada tabel 4.14 dapat dianalisis ketika jumlah orang 3 dengan tingkat aktivitas 1 hingga 4 maka temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 27°C sedangkan temperatur udara pada ruangan memiliki nilai 26,1°C sehingga memiliki perbedaan yaitu 0,9°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk kedalam membership hangat yang sama dengan temperatur kerja AC.

Untuk jumlah orang yang sama dengan tingkat aktivitas 5 dan 6 temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 26°C sedangkan temperatur udara pada ruangan adalah 25,6°C perbedaannya yaitu sebesar 0,4°C. Temperatur udara pada ruangan tersebut termasuk

ke dalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Sedangkan untuk tingkat aktivitas 7 dengan jumlah orang yang sama temperatur kerja AC berdasarkan kontrol logika fuzzy adalah 25°C , untuk temperatur udara pada ruangan adalah $23,8^{\circ}\text{C}$. Perbedaan antara temperatur kerja AC dengan temperatur udara pada ruangan adalah $1,2^{\circ}\text{C}$. Temperatur udara tersebut masuk ke dalam membership nyaman yang sama dengan temperatur kerja dari AC.

Berdasarkan hasil pengujian dengan jumlah orang 1 hingga 3 dan tingkat aktivitas yang berbeda-beda dapat dianalisis bahwa temperatur udara yang diukur pada ruangan sudah sesuai dengan standar kenyamanan termal dan juga sudah sesuai berdasarkan jumlah orang dan tingkat aktivitasnya meskipun terdapat perbedaan yang cukup kecil antara temperatur kerja AC dengan temperatur udara di ruangan.

Selisih dari temperatur kerja AC dengan temperatur udara semakin besar disetiap pengujian, terutama pada pengujian jumlah orang 3 seperti yang tertera pada tabel 4.14 hal ini dikarenakan AC bekerja secara kontinu dari pengujian ketika jumlah orang 1. Meskipun perbedaan semakin besar tetapi temperatur udara di ruangan tersebut masih sesuai dengan standar kenyamanan termal yang telah didefinisikan oleh badan SNI.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Telah dirancang sebuah sistem pengatur temperatur kerja pendingin ruangan menggunakan kontrol logika fuzzy dengan raspberry pi. Sistem yang dirancang dapat mendeteksi jumlah orang sebanyak 8 yang dibagi menjadi 3 kondisi yaitu jumlah orang sedikit, sedang dan banyak serta tingkat aktivitas dengan nilai mulai dari 0 hingga 20 yang juga dibagi menjadi 3 kondisi yaitu tingkat aktivitas rendah, sedang dan tinggi. Metode kontrol logika fuzzy yang digunakan dapat mengatur temperatur kerja dari AC sesuai dengan standar kenyamanan termal dimana temperatur kerja pendingin ruangan terendah adalah 21°C yang masuk kedalam membership sejuk dan temperatur tertinggi 27°C yang masuk ke dalam membership hangat. Remote control pada sistem yang dirancang dapat dideteksi oleh pendingin ruangan mulai dari jarak 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, 350 cm dan 400 cm, untuk jarak lebih dari 400 cm remote control tidak dapat terdeteksi dikarenakan oleh sudut led infrared pada remote control tidak terarah tepat menuju pendingin ruangan. Temperatur udara di dalam ruangan memiliki perbedaan sebesar 0,2°C hingga 1,2°C terhadap temperatur kerja AC yang diatur melalui remote control, meskipun terdapat perbedaan nilai temperatur kerja AC dengan temperatur udara, temperatur udara di dalam ruangan yang telah diukur masih sesuai dengan standar kenyamanan termal dan temperatur udara tersebut juga sesuai dengan parameter jumlah orang dan tingkat aktivitas.

5.2. Saran

Saran yang penulis bisa berikan untuk pengembangan tugas akhir adalah sistem yang dirancang dapat dikembangkan tidak hanya untuk menurunkan atau menaikkan temperatur kerja AC, mematikan dan menghidupkan AC melainkan mengatur kecepatan kipas, air swing dan mode AC. Peletakan dari sistem yang dirancang sebaiknya berada tepat dibawah AC atau berada di dekat dengan AC agar led infrared pada remote control terarah dengan tepat menuju AC dan dapat bekerja lebih optimal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diah, Kartika, “Penerapan Inferensi Fuzy Untuk Kendali Suhu Ruangan Pada Pendingin Ruangan”, Seminar Nasional Informatika, ISSN – 1979-2328. 22. Mei 2010.
- [2] Kumar, Sanjit, “*Intelligent Air Conditioning System Using Fuzzy Logic*”, International Journal of Scientific and Engineering Research, vol 3 - issue 12. December 2012
- [3] Hidayat, Taofik. “Komponen, Fungsi dan Cara Kerja Sistem AC”. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 2014.
- [4] _____ . “Teori Infra Merah & Prinsip Kerja Infra Merah”. <http://zoniaelektro.net/infra-merah-media-komunikasi-cahaya/>. (diakses tanggal 25 Agustus 2016)
- [5] SNI. “Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung”. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2001
- [6] T.Sutojo, E. Mulyanto dan V. Suhartono. “Kecerdasan Buatan”. Yogyakarta : Andi Offset. 2011
- [7] S.Kusumadewi. “Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)”. Yogyakarta : Graha Ilmua. 2003.
- [8] Munir, Rinaldi. “Sistem Inferensi Fuzzy”. Teknik Informatika STEI ITB, 2014.
- [9] Hensen, Kelly. “*Raspberry Pi 3 Model B Technical Specifications*”.<https://www.element14.com/community/docs/DOC-73827/1/raspberry-pi-2-model-b-1gb-technical-specifications>. (diakses tanggal 25 Agustus 2016)
- [10] Vis, Peter. “Raspberry Pi 3 Spesification”. <http://petervis.com/>. (diakses tanggal 28 Agustus 2016)

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Gambar Hasil Pengujian Akhir Sistem
Ruangan 6m x 5m yang digunakan



Letak AC dan sistem



Gambar Hasil Pengujian Akhir Sistem

Jumlah orang 1 dan tingkat aktivitas 1 – 4



Jumlah orang 1 dan tingkat aktivitas 5 , 6



Jumlah orang 1 dan tingkat aktivitas 7



Gambar Hasil Pengujian Akhir Sistem

Jumlah orang 2 dan tingkat aktivitas 1 – 4



Jumlah orang 2 dan tingkat aktivitas 5 , 6



Jumlah orang dan tingkat aktivitas 7



Gambar Hasil Pengujian Akhir Sistem

Jumlah orang 3 dan tingkat aktivitas 1 – 4



Jumlah orang 3 dan tingkat aktivitas 5 , 6



Jumlah orang dan tingkat aktivitas 7



```
import numpy as np
from math import *
```

```
def triangle (x, g, h):
```

```
    x= float (x)
    g= float (g)
    h= float (h)
    if (x <= (g-h/2)) or (x >= (g+h/2)) and h > 0:
        y = 0
    elif (x > (g-h/2)) and (x < (g+h/2)) and h > 0:
        y = 1 - 2*abs(x-g) / h
    elif x==g and h==0:
        y=1
    return y
```

```
def trapezoid (x,c,d,e,f):
```

```
    x= float (x)
    c= float (c)
    d= float (d)
    e= float (e)
    f= float (f)
    if (x < (c-d)) and d > 0 or (x > (e+f)) and f > 0:
        y = 0
    elif (x < c):
        y = (x - c + d) / d
    elif (x <= e or (x==c and d==0) or (x==e and f==0)):
        y = 1
    elif (x <= (e+f)):
        y = (e + f - x) / f
    return y
```

```
def fuzzy(x,y):
```

```
    #membership function
    #Jumlah Orang
    sedikit = trapezoid(x, 0, 0, 5, 5)
    sedang = triangle(x, 10, 10)
    banyak = trapezoid(x, 15, 5, 20, 0)
```

```

#Tingkat Aktivitas
rendah = trapezoid(y, 0 ,0, 20, 10)
medium = triangle(y, 25, 30)
tinggi = trapezoid(y, 30, 10, 50, 0)

#rule membership
x1 = min(sedikit,rendah)
x2 = min(sedang,rendah)
x3 = min(banyak,rendah)
x4 = min(sedikit,medium)
x5 = min(sedang,medium)
x6 = min(banyak,medium)
x7 = min(sedikit,tinggi)
x8 = min(sedang,tinggi)
x9 = min(banyak,tinggi)

y4 = x1
y3 = max(x2,x4,x7)
y2 = max(x3,x5,x8)
y1 = max(x6,x9)

xo =
[20.25,20.5,20.75,21,21.25,21.5,21.75,22,22.25,22.5,22.75,23,23.25,23.
5,23.75,24,24.25,24.5,24.75,25,25.25,
25.5,25.75,26,26.25,26.5,26.75,27,27.25,27.5,27.75,28,28.25,28.5,28.75
,29,29.25,29.5,29.75]
yo =
[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0]
print(xo[5])
print(xo[17])
print(xo[29])
print(xo[38])

i=0
while i < 5:

```

```

yo[i] = min(y1,triangle(xo[i],21.5,3))
i = i+1

while i < 11:
    yo[i] = max(min(y1,triangle(xo[i],21.5,3)) ,
min(y2,triangle(xo[i],23,3)))
    i=i+1

while i < 17:
    yo[i] = max(min(y3,triangle(xo[i],24.5,3)) ,
min(y2,triangle(xo[i],23,3)))
    i=i+1

while i < 23:
    yo[i] = max(min(y4,triangle(xo[i],27.25,5.5)) ,
min(y3,triangle(xo[i],24.5,3)))
    i=i+1

while i < 38 :
    yo[i] = min(y4,triangle(xo[i],27.25,5.5))
    i = i+1

#defuzzifikasi
numerator = 0
denominator = 0
i = 0
for i in range(0,39):
    denominator = denominator + yo[i]
    numerator = numerator + yo[i] * xo[i]
z = numerator / denominator
z= int(z)
return z

import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep

global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

```

```
pinout=[18,24,25,23]
# [ungu,hitam,merah,coklat]
ungu=18
hitam=24
merah=25
coklat=23
GPIO.setup([ungu,hitam,merah,coklat],GPIO.OUT)
```

```
GPIO.output(pinout,GPIO.LOW)
sleep(1)
```

```
def powerkey():
    global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
    GPIO.output([coklat,merah],GPIO.HIGH)
    sleep(0.35)
    GPIO.output([coklat,merah],GPIO.LOW)
    GPIO.output(pinout,GPIO.LOW)
    sleep(1.4)
    return
```

```
def upkey():
    global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
    GPIO.output([ungu,hitam],GPIO.HIGH)
    sleep(0.35)
    GPIO.output([ungu,hitam],GPIO.LOW)
    GPIO.output(pinout,GPIO.LOW)
    sleep(1.4)
    return
```

```
def downkey():
    global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
    GPIO.output([merah,hitam],GPIO.HIGH)
    sleep(0.35)
    GPIO.output([merah,hitam],GPIO.LOW)
    GPIO.output(pinout,GPIO.LOW)
    sleep(1.4)
    return
```

```
def ubahsuhu(suhulama,suhubaru):
    global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
    deltasuhu=suhubaru-suhulama
```

```
if(deltasuhu>0):
    for i in range(0,abs(deltasuhu)):
        upkey()
        #print "naik"
else:
    for i in range(0,abs(deltasuhu)):
        downkey()
        #print "turun"
return
def matikanac(suhusekarang):
    global ungu,hitam,merah,coklat,pinout
    ubahsuhu(suhusekarang,24)
    powerkey()
    return
#GPIO.cleanup()
#quit
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



I Gusti Bagus Prasta Raditya lahir di Denpasar pada 14 Januari 1996, yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan I Gusti Gede Ngurah Kursista dan Ida Pratiwi. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Cipta Dharma Denpasar dan dilanjutkan dengan pendidikan menengah di SMPN 1 Denpasar lulus pada tahun 2010 dan dilanjutkan di SMAN 1 Denpasar lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012, penulis memulai pendidikan di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama kuliah penulis aktif membantu penyelenggaraan kegiatan dan aktif sebagai asisten Laboratorium Elektronika Dasar.

Email:
prastaraditya@gmail.com

Halaman ini sengaja dikosongkan