

**RANCANG BANGUN ALAT PENDING PAKAIAN MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY LOGIC***

(skripsi)

Oleh

TIYA ADITA OKTAVIA

1715031032



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2022

**RANCANG BANGUN ALAT PENDING PAKAIAN MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY LOGIC***

Oleh

TIYA ADITA OKTAVIA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF CLOTHING DRYER USING FUZZY LOGIC METHOD

BY :

TIYA ADITA OKTAVIA

Climate change and global warming can lead to changes in erratic weather conditions related to this, humans need automatic clothes dryers to assist in the process of drying clothes during the rainy season. In this study, a clothes dryer was made using the fuzzy logic method consisting of a DHT22 sensor and a 5 kg load cell sensor. The fuzzy logic control inputs are humidity and air temperature in the drying cabinet. The output generated by the fuzzy logic control is a signal to control the fan and heater motors. Based on the test results show that in conditions of 20% dry humidity and a cold temperature of 15°C then the heater will be off and the fan motor will be on. The heater and fan motor will turn on when the humidity reaches 25% humidity with a cool temperature of 35°C while the heater and fan motor will turn off simultaneously when the humidity condition is 29% dry with a hot temperature of 35°C. Drying with a dryer takes an average of 204 minutes while the conventional drying process takes an average of 390 minutes, so it can be concluded that the success rate in the design is 100%.

Keywords: clothes dryer, DHT22, *fuzzy logic*, Arduino Uno

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENGERING PAKAIAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Oleh :

TIYA ADITA OKTAVIA

Perubahan iklim dan pemanasan global dapat mengakibatkan terjadinya perubahan kondisi cuaca yang tidak menentu berkaitan dengan hal tersebut maka manusia membutuhkan alat pengering pakaian otomatis untuk membantu dalam proses pengeringan pakaian ketika musim hujan. Pada penelitian ini dibuat alat pengering pakaian menggunakan metode *fuzzy logic* yang terdiri dari sensor DHT22 dan sensor *load cell* 5 kg. *Input* kendali logika *fuzzy* adalah kelembapan dan suhu udara di dalam lemari pengering. *Output* yang dihasilkan oleh kendali *fuzzy logic* berupa sinyal untuk mengendalikan *motor fan* dan *heater*. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi kelembapan kering 20% dan suhu dingin 15°C maka *heater* akan *off* dan *motor fan* akan *on*. *Heater* dan *motor fan* akan *on* ketika kelembapan mencapai kondisi lembap 25% dengan kondisi suhu sejuk 35°C sedangkan *heater* dan *motor fan* akan *off* secara bersamaan ketika kondisi kelembapan kering 29% dengan kondisi suhu panas 35°C. Pengeringan dengan alat pengering membutuhkan rata-rata waktu 204 menit sedangkan proses pengeringan secara konvensional membutuhkan rata-rata waktu 390 menit, sehingga dapat disimpulkan tingkat keberhasilan pada perancangan adalah 100%.

Kata kunci : pengering pakaian, DHT22, *fuzzy logic*, Arduino Uno

Judul Skripsi

: **RANCANG BANGUN ALAT PENERING
PAKAIAN MENGGUNAKAN METODE
FUZZY LOGIC**

Nama Mahasiswa

: **Tiya Adita Oktavia**

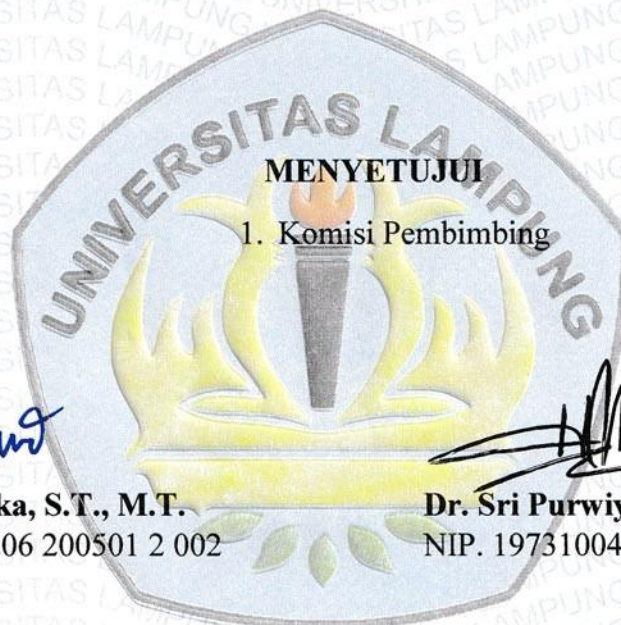
Nomor Pokok Mahasiswa : 1715031032

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik



1. Komisi Pembimbing

Umi Murdika, S.T., M.T.
NIP. 19720206 200501 2 002

Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 19731004 199803 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ketua Program Studi Teknik Elektro

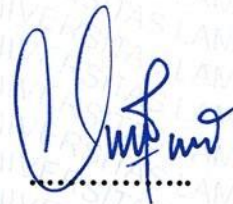
Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP. 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Umi Murdika, S.T., M.T.



Sekretaris : Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.



Penguji : Dr. Ir. Sri Ratna S., M.T



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 03 Agustus 2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Agustus
2022



Iiya Adita Oktavia
NPM. 1715031032

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Mumbang Jaya, 20 Oktober 1998. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Slamet Riyadi dan Ibu Sri Mulyani. Pendidikan penulis TK Nurul Hikmah pada tahun 2004, SDN 01 Mumbang Jaya pada tahun 2005 hingga 2011, SMPIT Baitul Muslim pada tahun 2011 hingga 2014, dan SMA Al Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2014 hingga 2017.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, pada tahun 2017 melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis tergabung dalam keanggotaan asisten Laboratorium Teknik Elektronika (Elka) dari tahun 2020 dan berkesempatan menjadi asisten dosen mata kuliah Praktikum Dasar Elektronika tahun 2020, serta menjadi asisten mata kuliah Praktikum Elektronika Lanjut pada tahun 2021. Selain itu, penulis tergabung dalam lembaga kemahasiswaan yang ada di Jurusan Teknik Elektro (Himatro) sebagai anggota Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri pada Divisi Minat dan Bakat periode 2018, serta menjadi Wakil Sekretaris Umum HIMATRO pada periode 2019. Pada 20 Juli 2020 – 20 Agustus 2020, penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Telkom Indonesia STO Tanjung Karang dengan mengangkat judul “Pengukuran Redaman Pada Kabel *Fiber Optic* Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*”.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Atas Izin Allah yang Maha Kuasa

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI UNTUK

Ayah dan Ibu Tercinta

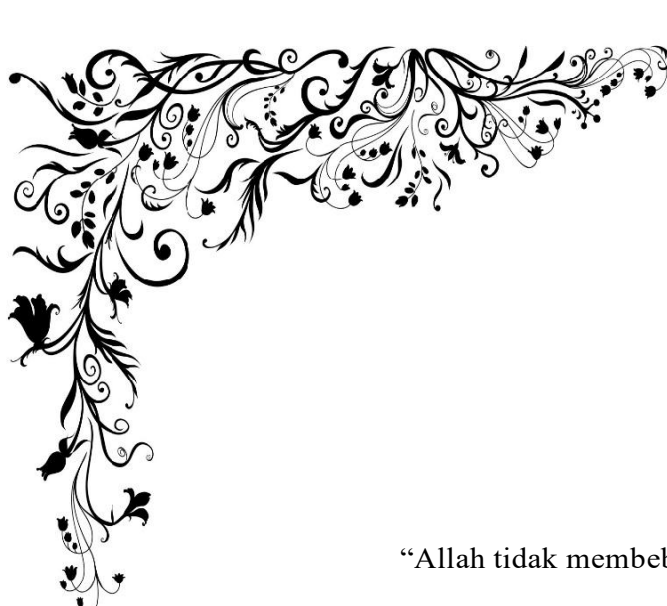
*Slamet Riyadi
dan
Sri Mulyani*

Kakak dan Adik Tersayang

Dieta Novita Sari dan Ditto Aditya Aprianto

Keluarga besar, Dosen, Teman, dan Almamater





MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Dan barang siapa menaruh seluruh kepercayaannya kepada Allah SWT, maka dia akan mencukupi mereka.”
(Q.S At-Talaq: 3)

“Mereka merencanakan dan Allah SWT merencanakan.
Sesungguhnya Allah SWT adalah perencana terbaik.”
(Q.S Al- Anfal: 30)



SANWACANA

Segala puji bagi Allah, atas limpahan nikmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad, suri teladan yang mampu membuka sesuatu yang terkunci, penutup dari semua yang terdahulu, penolong kebenaran dengan jalan yang benar, dan petunjuk kepada jalan-Mu yang lurus.

Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Lampung.
5. Bapak Osea Zebua, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, arahan, dan bimbingan yang membangun bagi penulis dalam mempersiapkan diri menjadi seorang Sarjana Teknik.
6. Ibu Umi Murdika, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nilai-nilai kehidupan kepada penulis dengan baik dan ramah.
7. Ibu Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan dan semangat kepada penulis.
8. Dr. Ir. Sri Ratna S., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
9. Segenap Dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, wawasan, dan pengalaman bagi penulis.

10. Segenap Staff di Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi dan hal-hal lainnya.
11. Tetehtercinta Rani Kusuma Dewi yang selalu mendengarkan keluhan dan memberikan motivasi kepada penulis setiap saat.
12. Segenap Keluarga Besar Laboratorium Teknik Elektronika; Bapak Dr. FX Arinto, S.T., M.T., Kak Yudi atas kerjasama dan nasehatnya selama studi; Rekan Asisten ELKA 2017 Putri, Alif, Riyan CK, David, dan Abdul yang telah memberikan semangat untuk berjuang dan mewarnai hari-hari di lab; Kakak – Kakak Asisten 2016 Kak Budi, Kak Ipun, Kak Rafly, Kak Willy yang telah banyak membantu penulis.
13. Angkatan tercinta HIRO 2017 terima kasih sudah menjadi keluarga selama awal kuliah sampai saat ini.
14. Chan, Yuniar, Putri, Michel, Alif, Riyan CK, Kak Tiya, Fajar Aldy dan semua teman dekat yang telah membantu penulis baik di perkuliahan dan keseharian.
15. Rekan-rekan Himatro Unila, serta kakak-kakak dan adik-adik tingkat di Jurusan Teknik Elektro
16. Seluruh teman-teman yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 18 Agustus 2022



Tiya Adita Oktavia

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Hipotesis.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.1.1 Himpunan <i>fuzzy</i>	6
2.1.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	6
2.1.3 Aturan <i>Fuzzy</i> dan Penalaran <i>Fuzzy</i>	9
2.1.4 Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System).....	10
2.2 Metode Mamdani.....	11
2.2.1 Tingkat Keberhasilan Sistem	12
2.3 Sensor DHT22	12
2.4 Arduino Uno.....	13
2.5 Sensor <i>Load cell</i>	16
2.6 <i>Motor Fan</i>	18
2.7 <i>PTC Heater</i>	19
2.8 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	20
2.9 <i>Relay</i>	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Tahapan Penelitian.....	23
3.3.1 Studi Literatur	23
3.3.2 Perancangan Sistem.....	24
3.3.3 Implementasi Sistem.....	25
3.3.4 Pengujian Sistem	26
3.4 Sketsa Alat.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Implementasi Perancangan.....	28
4.1.1 Wiring Diagram.....	29
4.1.2 Prinsip Kerja Sistem Perancangan.....	30

4.2. Rancangan Perangkat Keras.....	31
4.3. Logika Fuzzy pada Perancangan	31
4.4. Pengujian.....	36
4.4.1 Pengujian Sub Sistem	36
4.4.2 Pengujian Sistem Perancangan.....	41
4.4.3 Analisa dan Pembahasan.....	46
V. PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Linear naik.....	7
Gambar 2. 2. Linear turun.....	7
Gambar 2. 3. Fungsi keanggotaan segitiga	8
Gambar 2. 4. Fungsi keanggotaan trapesium	8
Gambar 2. 5. Sistem inferensi <i>fuzzy</i> [5].	10
Gambar 2. 6. Sensor DHT22	13
Gambar 2. 7. Arduino Uno [9].	16
Gambar 2. 8. Sensor <i>Load cell</i>	17
Gambar 2. 9. <i>Motor Fan</i>	18
Gambar 2. 10. PTC Heater 220 V	19
Gambar 2. 11. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	20
Gambar 2. 12. Fisik <i>Relay</i>	20
Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 3. 2. Diagram blok sistem perancangan.....	24
Gambar 3. 3. Diagram alir <i>fuzzy logic</i>	25
Gambar 3. 4. Sketsa Alat.....	26
Gambar 4. 1. (a) Tampilan lemari tampak depan. (b) Tampilan lemari tampak samping. (c) Tampilan lemari tampak dalam.	28
Gambar 4. 2. <i>Wiring</i> Diagram Sistem Perancangan	30
Gambar 4. 3 Rancangan Perangkat Keras.....	31
Gambar 4. 4 <i>Membership Function</i> Kelembapan.....	32
Gambar 4. 5 <i>Membership Function</i> Suhu	33
Gambar 4. 6 <i>Membership Function</i> Heater	33
Gambar 4. 7 <i>Membership Function</i> Kipas	34
Gambar 4. 8 Mesin Inferensi Matlab	35
Gambar 4. 9. Rangkaian pengujian sensor DHT22 dan <i>LCD</i>	36
Gambar 4. 10. Tampilan hasil pembacaan sensor DHT22 pada LCD.....	37
Gambar 4. 11. Grafik Perbandingan Suhu dan Kelembapan	38
Gambar 4. 12. Rangkaian arduino uno, <i>load cell</i> dan LCD	39
Gambar 4. 13. Tampilan pada LCD.....	39
Gambar 4. 14. Rangkaian arduino uno dengan <i>relay</i> 2 channel.....	40
Gambar 4. 15 Indikator <i>relay</i> (a) <i>Relay</i> 1 ON. (b) <i>Relay</i> 2 ON	40
Gambar 4. 16. Proses pengeringan pada bahan katun.	41
Gambar 4. 17. Proses pengeringan pada bahan linen	42
Gambar 4. 18. Proses pengeringan pada bahan satin.....	43
Gambar 4. 19. Proses pengeringan pada bahan wol	44
Gambar 4. 20. Proses pengeringan pada bahan sutra.	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan bahan pada penelitian	22
Tabel 4. 1 Definisi keanggotaan <i>input fuzzy</i>	34
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor DHT22	37
Tabel 4. 3 Hasil pengujian sensor <i>load cell</i>	39
Tabel 4. 4 Pengujian pada Modul <i>Relay</i>	40
Tabel 4. 5 Hasil pengujian pada bahan katun.....	41
Tabel 4. 6 Hasil pengujian pada bahan linen.....	42
Tabel 4. 7 Hasil pengujian pada bahan satin.....	43
Tabel 4. 8 Hasil pengujian pada bahan wol	44
Tabel 4. 9 Hasil pengujian pada bahan sutra.....	45
Tabel 4. 10 Perbandingan lama pengeringan pada pakaian	45
Tabel 4. 11 Hasil Perancangan Alat Pengering	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia umumnya pada masa pancaroba sangat sulit untuk diprediksi. Rata-rata curah hujan Indonesia setiap tahunnya lebih dari 2,000 – 3,000 mm per tahun. Secara alami hujan terjadi dari proses kondensasi uap air di udara yang selanjutnya membentuk suatu awan, bila kondisi fisis baik di dalam maupun di luar awan mendukung, maka proses hujan akan berlangsung. Oleh karena itu sifat dan kondisi suatu hujan atau musim hujan sangat tergantung sekali pada kondisi cuaca/iklim yang terjadi [1].

Pengeringan pakaian adalah kegiatan yang biasa dilakukan memanfaatkan sinar matahari dengan suhu berkisar 33°C-39°C, tetapi karena kondisi cuaca yang tidak menentu mengakibatkan manusia minim mendapatkan sinar matahari. Untuk mengatasi permasalahan ini sudah beberapa cara dilakukan dengan menggunakan berbagai usaha seperti menggunakan gas, minyak tanah, heater dan uap panas. Pada penelitian ini akan mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat mesin pengering pakaian secara otomatis.

Mesin untuk mengeringkan pakaian secara otomatis sudah dibuat oleh beberapa penelitian sebelumnya yaitu:

Penelitian [2] dengan judul “Rancang Bangun Jemuran Otomatis Dengan Pengering Pendukung Dan Monitoring Mobile Apps Menggunakan Metode Inferensi Tsukamoto”. Penelitian ini menggunakan bentuk penelitian eksperimen. Pada metode perancangan, penelitian ini hanya berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem, metode perancangan yang digunakan adalah *waterfall* model. Hasil dalam perancangan ini alat dapat bekerja praktis dan otomatis dalam mengamankan pakaian dari keadaan tidak menentu, dilengkapi dengan pengering yang berfungsi mengeringkan pakaian ketika cuaca sedang hujan atau mendung,

serta aplikasi *Mobile* yang dapat menampilkan suhu, kelembapan, keadaan cuaca, notifikasi dan pengontrolan manual jemuran otomatis untuk menarik ulur jemuran di luar kendali alat.

Penelitian [3] dengan judul “Rancang Bangun Sistem Lemari Pengering Pakaian Otomatis Energi Matahari Menggunakan Arduino Mega Berbasis *Fuzzy Logic*”. Pada penelitian ini menggunakan arduino mega sebagai kontrolnya, dengan menggunakan catu daya utama dari panel surya, serta menggunakan sensor DHT22 dan metode *fuzzy logic*. Berdasarkan pengujian membutuhkan waktu rata-rata 3 jam untuk mengeringkan pada suhu 35°C menggunakan lemari pengering sedangkan pengeringan secara manual menggunakan panas matahari membutuhkan waktu 4-5 jam dalam cuaca normal 28-30°C.

Penelitian [4] “Analisa Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian Otomatis”. Penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor berat (*load cell*) dan beberapa rangkaian lainnya seperti: rangkaian power supply, rangkaian *push button*, rangkaian *relay*, LCD dan Arduino Uno. Rangkaian *power supply* ini menghasilkan keluaran berupa 5V DC yang digunakan sebagai penyuplai Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino Uno dilengkapi dengan beberapa komponen yaitu sensor berat *load cell*, sensor suhu DS18B20, rangkaian *push button*, rangkaian *relay*, LCD 16x2 dan *hair dryer*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa waktu pengeringan pakaian dengan berat 1138 gram membutuhkan waktu 200 menit dengan suhu maksimal 40,60°C pada saat cuaca cerah sedangkan pada alat pengering pakaian otomatis dengan berat yang sama hanya membutuhkan waktu sekitar 60 menit dan suhu maksimal 490°C.

Pada penelitian ini berbeda dengan sebelumnya, alat pengering yang dibuat menggunakan metode *fuzzy logic* dan PTC *heater* yang merubah energi listrik menjadi energi panas. Alat pengering ini menggunakan arduino uno, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan serta sensor *load cell* sebagai pendeteksi berat pada pakaian.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat pengering pakaian otomatis menggunakan Arduino Uno.
2. Menerapkan metode *fuzzy logic* pada alat perancangan.

1.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana alat pengering pakaian otomatis menggunakan Arduino Uno dapat bekerja dengan baik.
2. Bagaimana menerapkan metode *fuzzy logic* pada sistem pengontrolan alat pengering pakaian.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat pengering ini hanya dapat mengeringkan pakaian.
2. Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.
3. Menggunakan DHT22 digunakan sebagai sensor suhu dan kelembapan.
4. Sistem kontrol *fuzzy logic* hanya untuk pengontrolan suhu dan kelembapan.

1.5 Manfaat Penelitian

Rancang bangun alat pengering pakaian menggunakan metode *fuzzy logic* ini dapat membantu dalam mengeringkan pakaian dengan menghemat waktu dalam pengeringan.

1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini, pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy logic* yang dapat mengontrol suhu dan kelembapan yang stabil sesuai dengan kebutuhan.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori yang menjadi pengantar pemahaman dan berkaitan dengan materi penelitian tugas akhir ini yang diambil dari berbagai sumber ilmiah seperti buku, jurnal maupun skripsi.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metodologi penelitian tugas akhir yang berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian, serta metode dan diagram penelitian tugas akhir.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil serta menganalisa hasil data yang didapatkan dari simulasi yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisa dan pembahasan yang serta saran yang dapat diberikan.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* ditemukan pertama kali pada tahun 1965 oleh Prof. Luthfi A. Zadeh seorang peneliti dari Universitas California di Barkley. Menurut Prof. Zadeh logika benar salah tidak dapat mewakili setiap pemikiran manusia, kemudian dikembangkan logika *fuzzy* yang dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Perbedaan antara logika tegas dan logika *fuzzy* pada keanggotaan elemen dalam suatu himpunan. Pada logika tegas mempunyai dua pilihan terdapat pada himpunan atau bernilai 1 yang berarti benar atau bernilai 0 yang berarti salah. Pada logika *fuzzy*, keanggotaan elemen berada di interval $[0,1]$.

Kelebihan logika fuzzy adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki konsep yang sangat sederhana sehingga mudah untuk dimengerti.
- b. Fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian.
- c. Memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
- d. Mampu mensistemkan fungsi-fungsi non-linier yang sangat kompleks.
- e. Dapat mengaplikasikan pengalaman atau pengetahuan dari para pakar.
- f. Mampu bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- g. Menggunakan bahasa yang dapat dimengerti.

Himpunan tegas adalah suatu kumpulan dari objek-objek yang didefinisikan secara jelas. Artinya objek-objek tersebut dapat ditentukan dengan jelas keberadaannya. Objek yang ada dalam himpunan itu disebut elemen atau anggota himpunan. Pada umumnya, himpunan disimbolkan dengan alfabet kecil. Notasi " $\alpha \in A$ " dibaca α anggota himpunan A dan notasi " $\alpha \notin A$ " α bukan anggota himpunan A . Elemen himpunan tegas A (misal α) hanya mempunyai dua kemungkinan, yaitu termasuk dan tidak termasuk pada himpunan A . Dua kemungkinan tersebut direpresentasikan pada bilangan biner 0 dan 1. *If* $\alpha \in A$ maka elemen tersebut bernilai 1. *If* $\alpha \notin A$

maka elemen tersebut bernilai 0. Nilai atau derajat keanggotaan suatu himpunan tegas dinotasikan dengan $\mu(x)$. *If* x termasuk dalam himpunan A maka $\mu(x) = 1$, dan *If* sebaliknya maka $\mu(x) = 0$. [5]

2.1.1 Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan perkembangan dari himpunan tegas. Himpunan tegas merupakan himpunan dengan elemen pada nilai keanggotaan hanya mempunyai dua kemungkinan derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & ; \text{jika } x \in A \\ 0 & ; \text{jika } x \notin A \end{cases} \quad 2.1$$

μ_A merupakan fungsi karakteristik dari himpunan A . Pada himpunan *fuzzy* derajat keanggotaan setiap elemennya terletak dalam interval $[0,1]$.

2.1.2 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi ini adalah fungsi yang memetakan elemen himpunan ke nilai keanggotaan pada interval $[0,1]$. Fungsi keanggotaan ini dapat digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan dengan melakukan pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan antara lain :

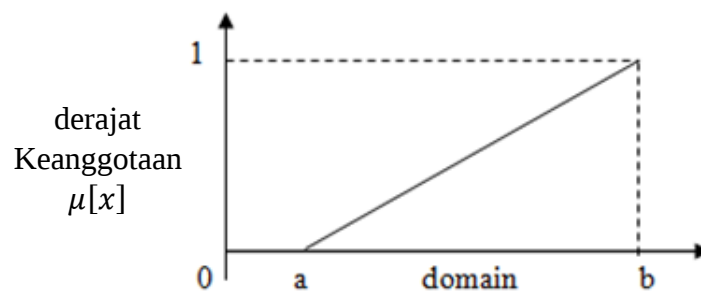
1. Representasi Linear

Representasi ini merupakan pemetaan *input* ke derajat keanggotaan dan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Terdapat dua keadaan himpunan linear, antara lain :

a. Representasi Linear Naik

Dikatakan naik yaitu saat mengalami kenaikan dari derajat keanggotaan nol dan bergerak ke kanan menuju keanggotaan yang lebih tinggi (menuju satu).



Gambar 2. 1. Linear naik

Fungsi keanggotaan antara lain :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x = b \end{cases} \quad 2.2$$

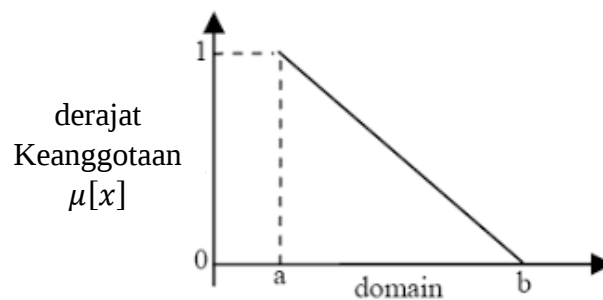
Keterangan :

a = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

b. Representasi Linear Turun

Dikatakan turun saat mengalami penurunan dari derajat keanggotaan satu dan bergerak ke kanan menuju keanggotaan yang lebih rendah (menuju nol).



Gambar 2. 2. Linear turun

Fungsi keanggotaan antara lain :

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad 2.3$$

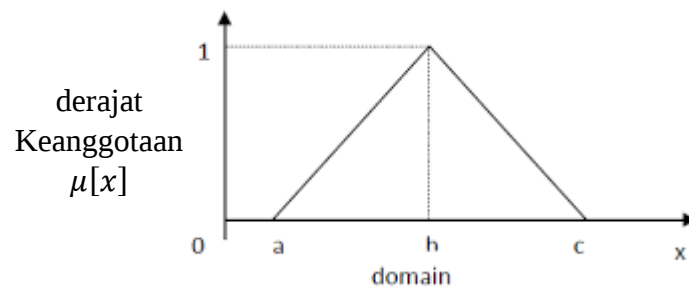
Keterangan:

a = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

2. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi ini merupakan gabungan dari representasi linear dan mempunyai tiga parameter yaitu a , b dan c .



Gambar 2. 3. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga yaitu :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad 2.4$$

Keterangan :

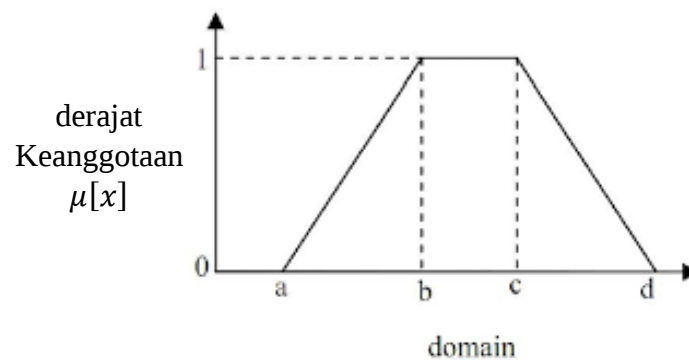
a = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

c = nilai domain terbesar saat derajat keanggotaan terkecil

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi ini pada dasarnya berbentuk segitiga tetapi terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2. 4. Fungsi keanggotaan trapesium

Fungsi keanggotaan trapesium antara lain:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases} \quad 2.5$$

2.1.3 Aturan Fuzzy dan Penalaran Fuzzy

Basis aturan adalah sekumpulan aturan yang berada pada sistem fuzzy. Aturan *If-then fuzzy* atau *fuzzy conditional statement* adalah sebuah bentuk aturan *If A then B*, dimana A dan B adalah label dari *fuzzy set* yang ditandai sesuai dengan fungsi keanggotaan. Aturan basis *If-then fuzzy* berfungsi untuk menangkap maksud yang tidak jelas dari pemikiran sesuai dengan kemampuan pada manusia yang dapat membuat keputusan di lingkungan yang tidak pasti.

Aturan dasar inferensi dalam *two-valued logic* tradisional adalah modus. Ponens : menarik kebenaran proposisi B dari kebenaran A dan implikasi $A \rightarrow B$. Dalam penalaran manusia, modus ponens banyak digunakan dalam cara pendekatan (*approximate*) yang dapat digambarkan sebagai berikut :

Premis 1 (fakta)	: $x \text{ is } A'$.
Premis 2 (aturan)	: <i>If $x \text{ is } A \text{ then } y \text{ is } B'$.</i>
Konsekuensi (konklusi)	: $y \text{ is } B'$.

Prosedur inferensi diatas disebut *approximate reasoning* atau penalaran fuzzy atau *Generalized Modus Ponens* (GMP) karena pada kasus khusus terdapat modus ponens didalamnya. Dibawah ini merupakan langkah-langkah penalaran fuzzy, antara lain:

1) Memasukkan *input fuzzy*

Membandingkan fakta yang telah diketahui dengan anteseden dari aturan fuzzy untuk menentukan derajat kesepadanan dengan memperhatikan setiap anteseden MF .

2) Pengaplikasian operator fuzzy

Untuk membentuk operator fuzzy yang mengindikasikan tingkat bagian pada anteseden dari aturan yang telah dipenuhi dengan menggabungkan derajat kesepadanan dengan memperhatikan anteseden MF dalam suatu aturan dengan operator fuzzy *AND* atau *OR*.

3) Mengaplikasikan metode implikasi

Untuk menemukan *MF* konsekuen *qualified* menggunakan proses ke-2 sampai *MF* konsekuen.

4) Komposisi semua *output* (*output* keseluruhan *MF*)

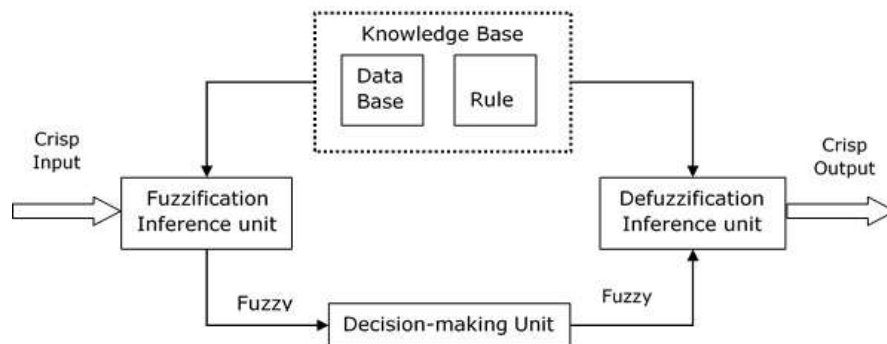
Untuk memperoleh *MF output* keseluruhan dilakukan dengan mengagresifkan semua *MF* konsekuen *qualified*. [6]

2.1.4 Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System)

Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sistem pengambilan keputusan dengan berdasarkan teori *fuzzy*, aturan *fuzzy If-then* dan logika *fuzzy*. Struktur dasar sistem inferensi *fuzzy* adalah sebagai berikut :

1. Aturan basis berisi dengan aturan *fuzzy If-then*.
2. Basis data yang mendefinisikan fungsi pada keanggotaan himpunan *fuzzy*.
3. Unit pengambilan keputusan yang menyatakan operasi inferensi atau aturan yang ada.
4. Fuzzifikasi yang mentransformasikan masukan klasik (*crisp*) ke derajat tertentu sesuai dengan fungsi keanggotaan.
5. Defuzzifikasi yang mentransformasikan hasil inferensi *fuzzy* ke dalam bentuk *crisp*.

Sistem inferensi *fuzzy* pada dasarnya pemetaan nonlinear dari vektor data *input* menjadi saklar *output*. Proses pemetaan melibatkan *input/output* fungsi keanggotaan, operator-operator *fuzzy*, aturan *fuzzy If-then*, agregasi dari himpunan *output* dan *defuzzification* seperti Gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Sistem inferensi *fuzzy* [5].

2.2 Metode Mamdani

Pertama kali yang memperkenalkan metode mamdani pertama kali yaitu Ibrahim Mamdani pada tahun 1973. Metode Mamdani ini jenis metode yang paling sederhana dan paling sering digunakan jika dibandingkan dengan metode lainnya. Metode Mamdani dikenal dengan metode *MIN-MAX*, karena pada metode mamdani menggunakan fungsi implikasi min dan agregasi max. *Input* dan *output* pada metode Mamdani yaitu berupa himpunan *fuzzy*.

Pada metode sugeno *output* yang dihasilkan berupa fungsi linear atau konstanta sedangkan metode mamdani menghasilkan *output* berupa suatu nilai pada domain himpunan *fuzzy* yang dikategorikan ke dalam komponen linguistik. Kelebihan metode mamdani yaitu lebih memperhatikan kondisi yang akan terjadi untuk setiap daerah *fuzzy*, sehingga menghasilkan hasil keputusan yang lebih akurat.

Tahapan pada metode mamdani yaitu sebagai berikut :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Tahap pertama pada metode *fuzzy* mamdani yaitu pembentuk himpunan fuzzy atau dikenal dengan istilah fuzzifikasi. Himpunan *fuzzy* didasarkan pada tingkatan linguistik yang dikelompokkan dalam suatu variabel *fuzzy*.

2. Fungsi implikasi

Struktur logika yang terdiri dari kumpulan premis dan satu konklusi. Bentuk dari fungsi implikasi ini dengan pernyataan *IF x is A THEN y is B* , dengan x dan y adalah skalar, serta A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi atau aturan *fuzzy* dapat diperluas dengan menggunakan penghubung *fuzzy* AND.

3. Komposisi Aturan

Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan inferensi dari kumpulan dan korelasi antar aturan menggunakan metode max, prosedur menggabungkan fungsi keanggotaan dari aturan aplikasi fungsi implikasi.

4. Defuzzifikasi

Tahap terakhir metode mamdani yaitu proses defuzzifikasi. Proses ini digunakan untuk menafsirkan nilai keanggotaan *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau bilangan *real*. Metode yang digunakan pada proses defuzzifikasi yaitu Metode *Centroid* (titik pusat). Metode *Centroid* merupakan suatu metode dengan semua daerah *fuzzy* dari hasil komposisi aturan digabungkan dengan tujuan untuk

membentuk hasil yang optimal dan mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Rumus metode *centroid* adalah sebagai berikut :

$$Z^* = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad 2.6$$

Dimana Z^* menyatakan hasil dari defuzzifikasi/titik pusat daerah *fuzzy*, $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan dan $\int_z \mu(z)z dz$ menyatakan momen untuk daerah hasil komposisi.

2.2.1 Tingkat Keberhasilan Sistem

Tahap pengujian dilakukan dengan menguji keberhasilan sistem. Keberhasilan sistem didapat dari perbandingan antara hasil jumlah data yang sesuai dengan kenyataan dengan jumlah seluruh data. Tingkat keberhasilan sistem fuzzy secara matematis sebagai berikut :

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\Sigma P}{n} \times 100\% \quad 2.7$$

dimana :

ΣP = Jumlah keberhasilan dari percobaan

n = banyaknya percobaan

2.3 Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan yaitu suhu dan kelembapan udara (*Humidity*). Sinyal keluaran dari sensor DHT22 berupa sinyal *digital* yang terkalibrasi. Untuk mendukung keandalan dan stabilitas sensor, DHT22 menggunakan Teknik *digital-signal collecting-technique* dan *humidity sensing technology*. Sensor ini terkoneksi pada *sensing element*-nya dengan 8 bit *single chip* sehingga sebelum masuk ke Arduino modul dapat melakukan komputasi *internal*. Pemilihan penggunaan pada sensor DHT22 mengacu pada referensi [8] dimana DHT22 mempunyai tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4°C dan kelembapan 18% serta *range* pengukuran pada suhu DHT11 (0°C–50°C) sedangkan DHT22 (-40°C–80°C). Bentuk fisik dari sensor DHT22 terlihat seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Sensor DHT22

Spesifikasi DHT22 :

- a. Catu daya: 3,3 -6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
- b. Sinyal keluaran: digital lewat bus tunggal dengan kecepatan 5 ms/operasi
- c. Elemen pendeteksi: kapasitor polimer (*polymer capacitor*)
- d. Jenis sensor: kapasitif (*capacitive sensing*)
- e. Rentang deteksi kelembapan : 0-100% RH (akurasi $\pm 2\%$ RH)
- f. Rentang deteksi suhu : -40°C - $+80^{\circ}\text{C}$ (akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
- g. Resolusi sensitivitas : 0,1%RH; 0,1 $^{\circ}\text{C}$
- h. Histeresis kelembapan: $\pm 0,3\%$ RH
- i. Stabilitas jangka panjang: $\pm 0,5\%$ RH / tahun
- j. Periode pemindaian rata-rata: 2 detik.
- k. Ukuran: 25,1 x 15,1 x 7,7 mml.
- l. Hubungkan pin#2 (data) dari sensor ini dengan pin *digital I/O* pada MCU (*Microcontroller Unit*) [7].

Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisiennya tersimpan pada memori OTP terpadu. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembapan yang luas, dimana sensor ini mampu mengirimkan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga dapat ditempatkan di mana saja, tetapi apabila panjang kabel di atas 2 meter maka harus ditambahkan *buffer capacitor* 0,33 μF antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND) [8].

2.4 Arduino Uno

Arduino uno merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. *Integrated Circuit* (IC) memiliki 14 *input/output digital* (6 *output* untuk PWM), 6

analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, *socket* adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol *reset*. Mikrokontroler ini dengan mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau *battery*. Board Arduino Uno Revision 3 memiliki beberapa keunggulan antara lain:

1. 10 pinout : ditambahkan pin SDA dan SCL di dekat pin AREF dan dua pin lainnya diletakkan dekat tombol RESET, fungsi IOREF melindungi kelebihan tegangan pada papan rangkaian. Keunggulan perlindungan ini akan kompatibel dengan dua jenis board yang menggunakan jenis AVR yang beroperasi pada tegangan kerja 5V dan Arduino Due tegangan operasi 3.3V.
2. Rangkaian RESET yang lebih baik.
3. Penerapan ATmega 16U2 pengganti 8U2.

Spesifikasi Arduino UNO

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| a. <i>Operating Voltage</i> | : 5V |
| b. <i>Input Voltage</i> | : 7-12V |
| c. <i>Input Voltage</i> | : 6-20V |
| d. <i>Digital I/O Pins</i> | : 14 (of which 6 provide PWM output) |
| e. <i>Analog Input Pins</i> | : 6 |
| f. <i>DC Current per I/O Pin</i> | : 40 mA |
| g. <i>DC Current for 3.3V Pin</i> | : 50 mA |
| h. <i>Flash Memory</i> | : 32 KB (ATmega328) |
| i. <i>SRAM</i> | : 2 KB (ATmega328) |
| j. <i>EEPROM</i> | : 1 KB (ATmega328) |
| k. <i>Clock Speed</i> | : 16 MHz |
| l. <i>Length</i> | : 68.6 mm |
| m. <i>Width</i> | : 53.4 mm |
| n. <i>Weight</i> | : 25 g |

a. Power

Arduino Uno dapat di-*supply* langsung ke USB atau *power supply* tambahan yang pilihan power secara otomatis berfungsi tanpa saklar. Kabel *external* (non-USB) seperti menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor plug ukuran 2,1 mm polaritas positif di tengah ke *jack power* di *board*. Jika menggunakan

baterai dapat disematkan pada pin GND dan Vin di bagian *power* konektor papan arduino ini dapat memberikan tegangan kerja antara 6 sampai 20 volt, jika catu daya di bawah tegan standar 5V board akan tidak stabil, jika dipaksakan ke tegangan regulator 12 Volt mungkin *board* arduino cepat panas (*overheat*) dan merusak board. Sangat direkomendasikan tegangannya 7-12 volt. Bentuk fisik dari arduino uno ini dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Penjelasan Power PIN:

- **VIN** *Input voltage board* saat anda menggunakan sumber catu daya luar (adaptor USB 5 Volt atau adaptor yang lainnya 7-12 volt), Anda bisa menghubungkannya dengan pin VIN ini atau langsung ke *jack power* 5V. DC power jack (7-12V), Kabel konektor USB (5V) atau catu daya lainnya (7-12V). Menghubungkan secara langsung *power supply* luar (7-12V) ke pin 5V atau pin 3.3V dapat merusak rangkaian Arduino ini.
- **3V3** Pin tegangan 3.3 volt catu daya umum langsung ke *board*. Maksimal arus yang diperbolehkan adalah 50 mA.
- **GND** Pin ground
- **IOREF** pin ini penyedia referensi tegangan agar mikrokontroler beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5V atau 3.3V.

b. Memory

ATmega328 mempunyai memori 32 KB (0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*). Memori 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM.

c. Input dan Output

14 pin UNO dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()` dengan tegangan operasi yang digunakan sebesar 5 volt. Masing-masing pin dapat menerima arus maksimal hingga 40 mA dan resistor *internal pull-up* antara 20-50 kohm. Terdapat beberapa pin yang memiliki fungsi khusus, antara lain:

- **Serial:** 0 (RX) dan 1 (TX). Sebagai penerima (RX) dan pemancar (TX) TTL serial data. Pin ini terkoneksi untuk pin korespondensi *chip* ATmega8U2 USB-to TTL Serial.

- *External Interrupts*: 2 dan 3. Pin ini berfungsi sebagai konfigurasi *trigger* saat interupsi *value low*, naik, dan tepi, atau nilai *value* yang berubah-ubah.
- *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Melayani *output* 8-bit PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
- *SPI*: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin yang *support* komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- *LED*: 13. Terdapat LED indikator bawaan (*built-in*) dihubungkan ke *digital* pin 13, ketika nilai *value HIGH* led akan *ON*, saat *value LOW* led akan *OFF*.
- Uno memiliki 6 *analog input* tertulis di label A0 hingga A5, masing-masingnya memberikan 10 bit resolusi (1024). Secara acak *input analog* tersebut terukur dari 0 (*ground*) sampai 5 volt, itupun memungkinkan perubahan teratas dari jarak yang digunakan oleh pin AREF dengan fungsi *analogReference()*.

Sebagai tambahan, beberapa pin ini juga memiliki fungsi antara lain:

- **TWI**: pin A4 atau pin SDA dan and A5 atau pin SCL. Support *TWI communication* menggunakan *Wire library*. Inilah pin sepasang lainnya di board UNO.
- **AREF**. Tegangan referensi untuk *input analog* digunakan fungsi *analogReference()*.
- **Reset**. Menekan jalur *LOW* untuk mereset mikrokontroler, terdapat tambahan tombol *reset* untuk melindungi salah satu blok.

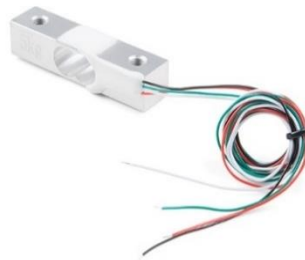


Gambar 2. 7. Arduino Uno [9].

2.5 Sensor Load cell

Sensor *load cell* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi tekanan atau berat suatu beban. Sensor ini umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem

timbangan *digital*. Sensor *load cell* dapat mengukur besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi sinyal elektrik. Proses perubahan ini terjadi secara tidak langsung dalam dua tahap. Melalui pengaturan mekanis, gaya tekan dideteksi berdasarkan deformasi dari *matriks* pengukur regangan (*strain gauges*) dalam bentuk resistor planar. Regangan ini mengubah *effective resistance* (hambatan efektif) dari empat pengukur regangan yang ditempatkan dalam konfigurasi jembatan *wheatstone* (*wheatstone bridge*) yang kemudian dibaca berupa perbedaan potensial (tegangan). Bentuk fisik sensor *load cell* dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8. Sensor *Load cell*

Karena perbedaan yang terukur sangat kecil dalam orde μV (mikro Volt, sepersejuta Volt), maka diperlukan rangkaian pengubah sinyal *analog* menjadi sinyal *digital* yang sangat presisi, untuk itulah pada kit ini menyertakan modul HX711 yang beresolusi 24 bit (16,7+ juta undakan pada tangga ADC).

Spesifikasi Sensor *load cell* :

- a. Beban maksimum: 5000 gram (5 Kg)
- b. Rentang tegangan keluaran: $0,1 \text{ mV} \sim 1,0 \text{ mV} / \text{V}$ (skala 1:1000 terhadap tegangan masukan, *error margin* $\leq 1,5\%$)
- c. Impedansi masukan (*input impedance*): $1066 \Omega \pm 20\%$
- d. Impedansi keluaran (*output impedance*): $1000 \Omega \pm 10\%$
- e. Tegangan masukan maksimum: 10 Volt DC
- f. Rentang suhu operasional: $-20 \sim +65^\circ\text{C}$
- g. Material: Aluminium Alloy
- h. Ukuran: 60 x 12,8 x 12,8 mm, berat: 23 gram

Prinsip kerja pada *load cell* berdasarkan pada jembatan *wheatstone* adalah dimana saat *load cell* diberikan beban maka akan terjadi perubahan pada nilai resistansi, dimana nilai resistansi R1 dan R3 akan turun sedangkan nilai resistansi R2 dan R4 akan naik. Ketika posisi seimbang, $V_{out \text{ load cell}} = 0$ volt, tetapi saat nilai resistansi R1 dan R3 naik akan ada perubahan pada $V_{out \text{ load cell}}$. Output data (+) pada *load cell* dipengaruhi oleh perubahan resistansi R1, sedangkan output (-) pada *load cell* dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3 [4].

2.6 Motor Fan

Motor fan merupakan alat yang digunakan untuk mendistribusikan panas dari elemen pemanas dengan tujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Secara mekanis, *motor fan* terdiri dari baling-baling berputar yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara. *Motor fan* pada Gambar 2.9 yang digunakan berukuran 120 mm x 120 mm x 38 mm dengan tegangan 12V dan arus sebesar 0,15 A.



Gambar 2. 9. *Motor Fan*

Penggunaan kipas pendingin elektronik ini dapat menambah angka efisiensi bahan bakar pada mesin. Hal ini disebabkan karena kipas akan berputar saat suhu air terlalu tinggi dan berhenti berputar ketika suhu air sudah mencapai limit suhu pada mesin. Kipas pendingin yang digerakkan oleh motor listrik sudah tidak menggunakan putaran dari poros engkol untuk memutar kipas pendingin. Sensor suhu air pendingin akan mendeteksi suhu air pada mesin, apabila suhu telah mencapai batas yang ditetapkan maka sensor akan mengirimkan data ke ECU sehingga ECU akan memberikan sinyal tegangan ke *relay* sehingga *relay fan* aktif dan arus listrik dapat mengalir ke motor listrik dan motor listrik akan bekerja [10].

2.7 PTC Heater

PTC (*Positive Temperature Coefficient*) merupakan pemanas resistansi listrik yang resistansinya meningkat secara signifikan dengan suhu. PTC heater memiliki koefisien resistansi suhu positif yang besar, yang berarti jika tegangan konstan diterapkan, elemen menghasilkan sejumlah besar panas ketika suhunya rendah dan sejumlah kecil panas ketika suhunya tinggi. Mode konduksi PTC Heater sebagai berikut :

1. Elemen pemanas keramik PTC terutama didasarkan pada konduksi panas, yang ditandai dengan PTC elemen permukaan-mount elektroda pelat pemanas (konduktif dan panas transfer), isolasi lapisan dan penyimpanan termal piring.
2. Pembentukan udara panas untuk proses transfer panas konveksi pada berbagai PTC pemanas keramik, ditandai dengan daya keluaran besar dan dapat secara otomatis menyesuaikan *output* udara, *output* suhu dan panas.
3. Radiasi inframerah pemanas ruangan elemen ditandai dengan elemen PTC atau panas yang dipancarkan dari permukaan *plate* konduksi panas secara langsung atau tidak langsung.

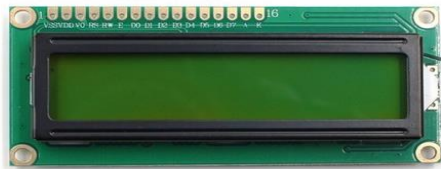
Elemen yang digunakan yaitu PTC Heater yang memiliki bentuk kotak dengan bahan *aluminium foil* seperti pada Gambar 2.9. PTC Heater beroperasi pada tegangan 220 volt dengan daya yang dibutuhkan sebesar 300 watt. PTC Heater ini digunakan sebagai pemanas dan menciptakan perbedaan tekanan udara yang akan mempercepat proses pengeringan pakaian. PTC Heater ini memiliki keunggulan ketahanan termal kecil, efisiensi perpindahan panas tinggi [3].



Gambar 2. 10. PTC Heater 220 V

2.8 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS *logic*. LCD bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya, tetapi dengan memantulkan cahaya yang terdapat di sekelilingnya terhadap *front-line* atau mengirimkan cahaya *backlit*. Penggunaan LCD pada alat pengering ini menggunakan LCD dengan 16x2 karakter (2 baris 16 karakter). LCD 16x2 memiliki 16 nomor pin, dimana setiap pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya sendiri. LCD 16x2 ini beroperasi pada *power supply* +5V, tetapi dapat juga beroperasi pada *power supply* +3V. LCD yang digunakan seperti pada Gambar 2.10 [2].



Gambar 2. 11. *Liquid Crystal Display (LCD)*

2.9 *Relay*

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Dalam rangkaian elektronika *relay* dibutuhkan sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet *relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Tampilan *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12. Fisik *Relay*

Sifat – sifat *relay* :

- a. Impedansi kumparan, biasanya impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan. Biasanya impedansi berharga 1 – 50 .
- b. Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan *relay* besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.
- c. Banyaknya kontak-kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak sekaligus tergantung pada kontak dan jenis *relay*nya. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut [6].

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada bulan April 2021 sampai dengan Juni 2022.

3.2 Alat dan Bahan

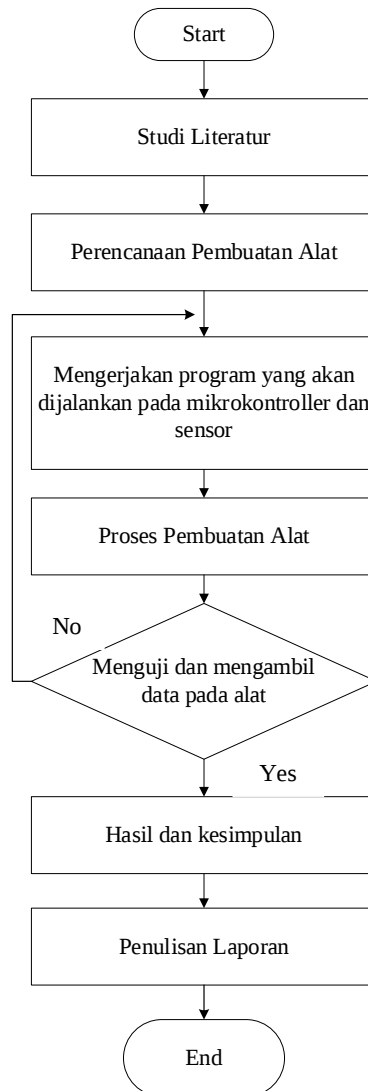
Alat dan bahan dapat diperlihatkan pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Alat dan bahan pada penelitian

No.	Alat dan Spesifikasi	Kuantitas (Unit)	Kegunaan
1.	Laptop Asus X454W Series AMD	1	Digunakan untuk melakukan <i>coding</i> dan <i>upload</i> instruksi ke dalam mikrokontroler Arduino Uno.
2.	Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT22)	1	Sensor yang mendeteksi suhu dan kelembapan udara.
3.	<i>Motor Fan</i> dimensi 120 mm x 120 mm x 38 mm	2	Sebagai penghasil aliran udara masuk untuk proses pemerataan panas di dalam alat pengering.
4.	<i>PTC Heater</i>	1	Sebagai penghasil energi panas pada alat pengering.
5.	Arduino Uno 10 bit	1	Mikrokontroler yang berfungsi menerima <i>input</i> data nilai suhu dari sensor DHT22.
6.	LCD 16x2	1	Menampilkan <i>output</i> berupa kelembapan serta suhu dalam alat pengering.
7.	Tombol <i>Push Button</i>	1	Sebagai tombol untuk menyalakan dan mematikan alat pengering.
8.	<i>Driver relay</i> 2 Channel	1	Menyalakan kipas dan elemen pemanas.
9.	<i>Sensor Load cell</i> 5 kg	1	Sebagai pengukur berat pada pakaian.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilaksanakan terlihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



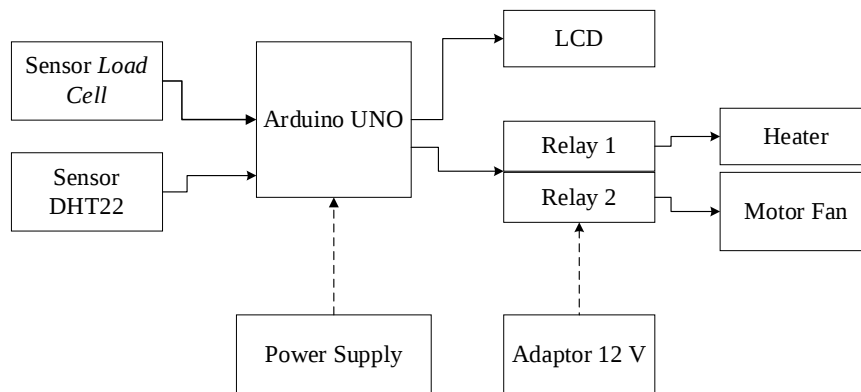
Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, hal yang dilakukan yaitu mencari referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, internet, tugas akhir dan sebagainya. Dilakukan pengkajian terhadap penelitian yang telah ada yang berhubungan dengan penelitian yang akan dikerjakan sebagai bahan acuan dalam penelitian.

3.3.2 Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibuat menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Diagram blok sistem perancangan

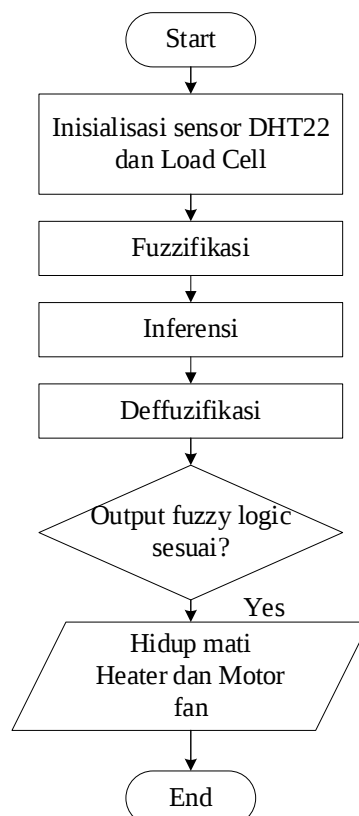
Sensor *load cell* akan mendeteksi berat pada pakaian kemudian suhu dan kelembapan akan diukur oleh sensor DHT22 sinyal dari kedua sensor akan masuk ke arduino uno. Hasil dari suhu dan kelembapan akan ditampilkan pada LCD. Selain itu di arduino uno sinyal dari suhu dan kelembapan akan diolah dengan metode *fuzzy logic* dengan output sebuah sinyal yang akan mempengaruhi relay untuk menghidupkan *motor fan* dan *heater*.

3.3.2.1 Skenario Sistem Perancangan

Diagram alir sistem perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 yang pertama yaitu start untuk memulai keseluruhan alat ini kemudian pembacaan berat pada pakaian, lalu inisialisasi lcd dan dht22. Pembacaan suhu dan kelembapan yang dideteksi oleh sensor dht22 yang ditampilkan pada lcd. Proses fuzzifikasi dimana mengubah *input* menjadi nilai tegas dan didapatkan hasil dari fuzzifikasi apabila sudah sesuai/kering dengan aturan yang dibuat maka pengeringan selesai. Bila pada hasil fuzzifikasi belum sesuai dengan aturan maka *heater* dan *motor fan* akan hidup kemudian membaca suhu dan kelembapan lagi sehingga sesuai dengan hasil fuzzifikasi yang ditentukan.

3.3.2.2 Diagram Alir Sistem *Fuzzy logic*

Diagram sistem *fuzzy logic* diperlihatkan pada Gambar 3.4. Langkah pertama sensor DHT22 sebagai *input* pada metode *fuzzy logic*, kemudian dilakukan fuzzifikasi untuk mengubah input menjadi himpunan *fuzzy*. Pada proses inferensi dilakukan untuk mengubah nilai *input* menjadi *output fuzzy* sesuai dengan aturan. Proses defuzzifikasi mengubah *output fuzzy* menjadi nilai tegas yang akan mengendalikan *motor fan* dan *heater*. Apabila proses yang dilakukan dalam kondisi pakaian belum kering maka program akan terus berlanjut kembali pada pembacaan DHT22 sehingga terdeteksi kondisi pakaian sudah kering lalu selesai.



Gambar 3. 3. Diagram alir *fuzzy logic*

3.3.3 Implementasi Sistem

Setelah sistem yang ingin dibuat sudah melalui tahap analisa kebutuhan, studi literatur dan perancangan maka sistem tersebut siap untuk diterapkan atau diimplementasikan.

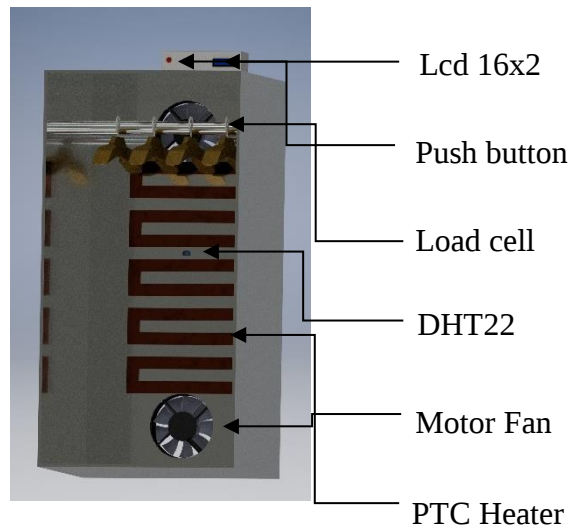
3.3.4 Pengujian Sistem

Untuk mengetahui hasil kinerja maka dilakukan pengujian sistem pada alat. Pengujian sistem dilakukan ketika pembuatan alat telah berhasil. Adapun pengujian yang dilakukan adalah :

1. Pengujian pada komponen DHT22, *load cell* dan *relay* dilakukan untuk mengetahui spesifikasi komponen dapat bekerja dengan baik.
2. Pengujian alat secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja dari pengontrolan *fuzzy logic* pada pengering pakaian.

3.4 Sketsa Alat

Sketsa alat pada penelitian ini berbentuk box yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3. 4. Sketsa Alat

Pada penelitian ini alat yang telah dibuat berbentuk kotak dengan ukuran panjang 60 cm lebar 50 cm dan tinggi 120 cm. Komponen yang digunakan seperti PTC (*heater*) dan sensor DHT22 yang terletak di bagian belakang, *motor fan* yang diletakkan di bagian atas dan bawah PTC *heater* dan LCD diletakkan di bagian atas alat untuk dapat menampilkan suhu dan kelembapan pada alat pengering pakaian ini. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan pakaian yang sudah diperas oleh tangan dan sistem pengeringannya dengan cara menggantungkan pakaian tersebut pada alat ini.

Cara kerja dari alat pengering pakaian ini dengan menyalakan *push button* untuk menghidupkan keseluruhan alat kemudian inisialisasi LCD untuk menampilkan suhu dan kelembapan pada alat pengering ini. Nilai dari hasil pembacaan sensor akan diproses dalam mikrokontroler, nilai ini yang akan berfungsi untuk mengatur *heater* dan *motor fan* yang bekerja berdasarkan *fuzzy* dimana *heater* dan *motor fan* merupakan *output* defuzzifikasi pada metode *fuzzy*. Jika kelembapan yang terbaca oleh sensor DHT22 pada pakaian melebihi nilai yang telah ditentukan maka *heater* dan kipas akan mati.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan dan pengujian alat yang telah dilakukan, sebagai berikut :

1. Terealisasi sistem pengering pakaian menggunakan arduino uno dengan metode *fuzzy logic* dengan tingkat keberhasilan alat pengering pakaian sebesar 100%.
2. Berdasarkan metode *fuzzy logic* yang diterapkan, diperoleh bahwa Pada kondisi kelembapan kering dengan nilai 20% dan suhu dingin 15°C maka *heater* akan *off* dan *motor fan* akan *on*. *Heater* dan *motor fan* akan *on* ketika kelembapan mencapai kondisi lembap 25% dengan kondisi suhu sejuk 35°C sedangkan *heater* dan *motor fan* akan *off* secara bersamaan ketika kondisi kelembapan kering 29% dengan kondisi suhu panas 35°C.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan, maka dapat diambil saran sebagai berikut :

1. Menggunakan metode *fuzzy logic* Tsukamoto dan Sugeno pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui metode mana yang lebih akurat dan lebih baik.
2. Menggunakan *Internet Of Things* untuk memudahkan dalam memonitoring alat pengering.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mulyono, "Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten," *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Garut*, vol. 13, no. 1, pp. 2302-7312, 2014.
- [2] Kosasi, K. Fahmi and Sandy, "Rancang Bangun Jemuran Otomatis dengan Pengering Pendukung dan Monitoring Mobile Apps Menggunakan Metode Inferensi Tsukamoto," *ENTER*, vol. 1, pp. 503-516, 2018.
- [3] A. Rozaq, K. Joni and R. Alfita, "Rancang Bangun Lemari Pengering Pakaian Otomatis Energi Matahari Menggunakan Arduino Mega Berbasis Fuzzy Logic," in *Seminar Nasional Fortei7-2*, Madura, 2019.
- [4] Amri, M. Ardi and Himatul, "Analisa Rancang Bangun Alat Pengering Otomatis," *Kournal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, vol. 4, pp. 253-256, 2019.
- [5] A. Langi, J. Rindengan and Y. A.R., *Sistem Fuzzy*, Manado: CV.Patra Media Grafindo Bandung, 2018.
- [6] A. Setiawan, B. Yanto and K. Yasdomi, "Konsep Logika Fuzzy," in *Logika Fuzzy Dengan Matlab*, Bali, Jayapangus Press, 2018.
- [7] P. Marian, "AM2302 / DHT22 Datasheet," 2017.
- [8] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22," *Jurnal Infotel*, vol. 6, pp. 49-55, 2014.
- [9] P. B. Widodo, "Pengenalan Arduino," in *Arduino dan Robot*, Bekasi Timur, CV Pusat e-Technology, 2020.
- [10] M. M. Febrianto, F. M. Akbar and J. Bintoro, "Prototype Alat Pengering Pakaian Berbasis Arduino Uno," *Journal Autocracy*, vol. 4, pp. 1-9, 2017.
- [11] C. Danuputri, L. Hakim, W. S. Susilo and F. D. Samuel, "Kontrol Pemakaian Peralatan Elektronik Berbasis Mikrokontroler dan Algoritma Fuzzy Mamdani," *Jurnal Resistor*, vol. 3, 2020.