

# Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Pada Casing PC Desktop Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduino

(*Arduino-Based Design of Temperature Control Device on Desktop PC Case Using Fuzzy Logic Method*)

Muhammad Andrie Ichwana<sup>[1]</sup>, Ahmad Zafrullah M. <sup>[1]</sup>, Ariyan Zubaidi <sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Dept Informatics Engineering, Mataram University

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: andrie.ichwana@yahoo.com, [zaf, zubaidi13]@unram.ac.id

As a tropical country, Indonesia has areas that are exposed to sunlight every day, which causes high temperatures and easy overheating for electronic devices. The use of fans in electronic devices is currently not optimal. Fans in general have static properties and need to be more adaptive to temperature, especially those in computer casings. This study aims to overcome this problem by comparing the use of static methods with the implementation of fuzzy logic. After testing, the results obtained were more efficient 8.79% in idle conditions for cold conditions, then 6.37% when running Google Chrome, then 4.81% when running Dota2, and 3.07% power efficiency when running Dota2 and Albion Online simultaneously, which are included in the normal temperature, while for testing the room temperature of the PC case above 40<sup>0</sup> Celsius, the testers have not received this temperature due to several factors, such as the components used in the PC.

**Keywords:** Fuzzy, Fan, Arduino, Temperature, PC

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam kurun waktu singkat dapat dilihat bahwa perkembangan teknologi melaju dengan sangat pesat. Perkembangan teknologi merupakan hasil dari pikiran dan tindakan manusia yang berlandaskan keingintahuan yang tinggi guna untuk meringankan dan mempermudah pekerjaan manusia. Dengan pesatnya perkembangan teknologi saat ini sudah banyak alat-alat canggih yang diciptakan oleh manusia mulai dari yang manual maupun yang otomatis. Indonesia merupakan negara tropis yang dimana setiap wilayah Indonesia terpapar sinar matahari tiap harinya yang mengakibatkan suhu pada sebagian besar wilayah Indonesia dapat dikatakan cukup tinggi. Tingginya suhu pada suatu wilayah mengakibatkan mudah terjadinya *overheat* pada perangkat elektronik yang pada wilayah tersebut terutama apabila perangkat elektronik tersebut berada pada ruangan atau wadah yang memiliki *air flow* yang buruk[1]. Kenaikan suhu bukan hanya

karena paparan sinar matahari, dapat juga berasal dari objek panas yang berada pada suatu wadah atau ruangan tertentu apalagi di Indonesia terdapat polusi dari kendaraan bermotor yang cukup tinggi dapat menyebabkan udara semakin terasa panas[2].

Komputer saat ini merupakan salah satu barang elektronik yang memerlukan perawatan yang cukup mahal jika terjadi kerusakan pada komponennya. Pengawasan pada komponen komputer terhadap naik turunnya suhu memerlukan perhatian khusus. Kelalaian pengawasan komputer menimbulkan banyak masalah, terutama jika suhu komponen komputer naik sangat tinggi ditambah dengan suhu ruangan tempat komputer ditempati. Untuk meminimalisasi kerusakan dapat dilakukan dengan membuat udara yang berada pada suatu wadah atau ruangan menjadi sejuk dan dibutuhkannya sirkulasi udara yang baik. Bila udara di suatu wadah atau ruangan dapat diatur dengan baik maka suhu yang berada di suatu wadah atau ruangan tersebut dapat diturunkan sehingga perangkat elektronik bisa tidak mengalami *overheat* dan mampu bekerja dengan maksimal[1]. Penggunaan kipas pada perangkat elektronik terutama pada *desktop PC* saat ini kurang maksimal dimana kipas pada *desktop PC* saat ini memiliki sifat statis dan tidak adaptif terhadap suhu yang ada pada *casing* kemudian kipas pada *desktop PC* memiliki tegangan yang dapat memberatkan *motherboard* pada *desktop PC* sehingga berpengaruh terhadap pemilihan *Power Supply*[4]. Hal ini merupakan suatu pemborosan energi listrik[5]. Dengan inferensi fuzzy dapat ditentukan suhu optimal yang akan dikeluarkan oleh pendingin PC pada ruang *casing* berdasarkan suhu yang ditimbulkan oleh tiap komponen, jumlah kipas, dan spesifikasi besaran daya kipas yang digunakan[2]. Fuzzy logic merupakan logika bernilai banyak atau *multivalued logic* yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti benar atau salah. Dipilihnya fuzzy logic sebagai controller karena kelebihan tersebut yang bisa digunakan untuk kebanyakan sistem keseharian yang merupakan *non-linear sistem*, seperti pada kasus ini kecepatan kipas pada *casing PC*[6]

Oleh karena itu dibuat suatu alat yang dapat mengatur penggunaan kipas pada *desktop PC* agar penggunaannya

lebih efektif dan efisien serta dapat meringankan kerja dari *motherboard* dan *power supply* (PSU) pada *desktop PC* dengan tidak mengambil daya kipas dari *motherboard* dan *power supply* (PSU) melalui pin maupun *molex* sehingga berpengaruh pada pengeluaran dana saat melakukan pemilihan *power supply* (PSU) yang dimana *power supply* (PSU) memiliki harga yang cukup tinggi. Tujuannya tak lain yaitu untuk menghindari pemborosan energi listrik dan meminimalisasi dana yang dikeluarkan dalam pemilihan *power supply* (PSU)[1]. Berbagai macam penelitian yang lain kebanyakan digunakan dalam pengaturan suhu ruangan tertentu yang menggunakan *air conditioner* (AC) namun pada penelitian ini akan dibangun sebuah alat yang dapat mengendalikan suhu pada *PC desktop* secara otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy logic* mamdani berbasis arduino serta dapat meringankan kerja *motherboard*[7]. *Fuzzy mamdani* dipilih karena metode *fuzzy* ini memiliki struktur yang sederhana dan juga *fuzzy* ini banyak digunakan dalam penelitian sistem cerdas[8]. Dengan adanya perangkat ini, diharapkan dapat meminimalisasi penggunaan daya langsung dari *motherboard* (pin) atau *power supply* (*molex*) dan menghemat pengeluaran dalam penggunaan *PC desktop*. Dari pemaparan yang dijelaskan maka dibuat penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Pada *Casing PC Desktop* Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino”.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana mengimplementasikan alat pengendali suhu pada *casing PC desktop* dan mengimplementasikan metode *fuzzy logic* serta bagaimana mengurangi daya yang digunakan?

## C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun alat yang dapat mengendalikan suhu pada *casing PC desktop* yang berbasis *fuzzy logic* serta mengoptimalkan penggunaan daya pada kipas *casing PC*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

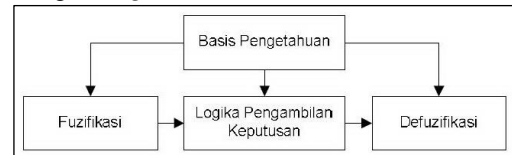
### A. Dasar Teori

#### A.1 PC Desktop

*PC desktop* atau yang lebih dikenal sebagai komputer meja adalah komputer yang didesain untuk penggunaan harian di satu tempat, hal ini berkebalikan dengan laptop atau komputer portabel lainnya. *PC desktop* terdiri dari 3 bagian utama yaitu monitor, *input device* (*keyboard*, *mouse*), dan *desktop* (berisi komponen utama PC seperti CPU, RAM, Motherboard, VGA, dsb). Umumnya *PC desktop* memiliki *casing* sebagai wadah untuk menyatukan tiap komponen komputer dengan suhu normal diantara 30° samapi dengan 40°C.

#### A.2 Fuzzy Logic

Pada dasarnya logika *fuzzy* atau *fuzzy logic* mendefinisikan pemetaan *nonlinear* dari vektor data *input* menjadi skalar *output*. Proses pemetaan melibatkan *input/output*, fungsi keanggotaan, operator-operator *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, agregasi dari himpunan *output* dan *defuzzification*, terdapat beberapa tahapan, gambar dibawah menunjukkan struktur dasar pengendalian *fuzzy*[14]. Pada penelitian ini *fuzzy logic* digunakan adalah *fuzzy mamdani* dalam pengambilan keputusan atas kecepatan putar pada kipas yang akan menstabilkan suhu pada ruang *casing PC*.



Gambar. 1. Struktur dasar pengendalian *fuzzy*.

### A.3 Casing PC

*Casing* berfungsi sebagai pakaian atau pelindung dari CPU. Selain sebagai pelindung CPU, *casing* juga bisa berfungsi sebagai pendingin tambahan. Pada *casing* modern saat ini dilengkapi dengan kipas pendingin yang jumlahnya bisa lebih dari satu buah. Pada penelitian ini alat akan dirancang pada pada ruang *casing PC*.

### A.4 Arduino UNO

Arduino uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional 16 bertindak seperti sebuah komputer). Piranti digunakan sebagai mikrokontroler pada penelitian ini dan dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

### A.5 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan yang memiliki tingkat kestabilan output yang cukup tinggi dan mempunyai keandalan jangka panjang. DHT-11 mengukur suhu sekitarnya dengan mengeluarkan sinyal digital pada pin data sehingga tidak lagi memerlukan sinyal input analog lain di dalam pengoperasiannya. Sensor ini termasuk komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik dan juga memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat[15]. Pada penelitian ini sensor suhu digunakan sebagai pengukur suhu dalam ruang *casing PC* sebagai parameter dalam menentukan kecepatan kipas.

### A.6 MOSFET IRF520

Modul Mosfet IRF520 ini merupakan modul untuk mempermudah penggunaan transistor. *Driver* pada Mosfet IRF520 ini memiliki *switching time* yang tinggi, artinya perubahan dari *low* ke *high* dan sebaliknya sangat cepat, sehingga cocok untuk kontrol *switching* tegangan yang

lebih tinggi dengan PWM dari mikrokontroler atau Arduino.

#### A.7 Kipas 12V

Fungsi utama dari sebuah kipas komputer adalah mengeluarkan panas dan menggantinya dengan udara segar ke dalam sistem. Kipas pendingin ini telah dirancang agar sesuai ditempatkan pada motherboard atau hard disk drive.

#### A.8 LCD I2C

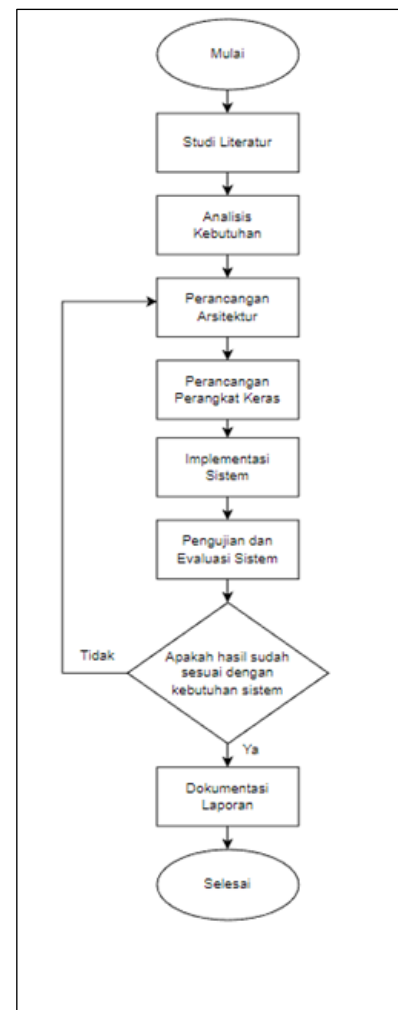
LCD adalah layar yang menggunakan susunan kristal cair dengan diterangi oleh lampu latar untuk menghasilkan gambar sedangkan I2C merupakan modul standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya.

#### A.9 Adaptor

Adaptor adalah rangkaian elektronika yang memiliki kegunaan untuk mengubah arus bolak-balik (AC) yang tinggi menjadi arus searah (DC) yang rendah. Adaptor kerap menjadi alternative untuk menggantikan tegangan DC yang biasanya diperoleh dari aki, baterai, dan lain-lain.

### III. METODOLOGI

Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan metode *fuzzy logic* dalam pengimplementasiannya dan sensor DHT11 dalam pembaca suhu pada ruang *casing* PC serta Mosfet IRF520 sebagai pengatur kecepatan kipas. Tahap-tahap pengembangan sistem tersebut diilustrasikan pada diagram alir penelitian pada Gambar 1. berikut:



Gambar. 2. Diagram alir penelitian.

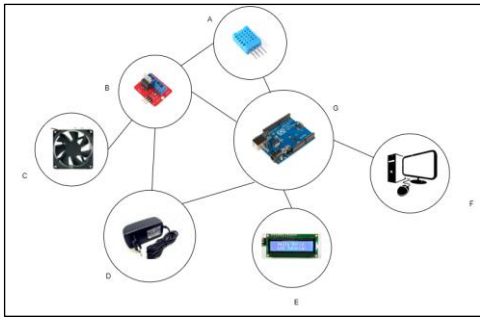
#### A. Analisa Kebutuhan

Pada tahap analisa kebutuhan sistem, persyaratan pengembangan akan dianalisis sistem. Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan. Adapun perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) adalah sebagai berikut:

- Laptop digunakan sebagai media pengembangan dan alat pengujian sistem yang akan digunakan.
- Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 10.
- 1 buah Arduino Uno sebagai mikrokontroler.
- 1 buah sensor suhu DHT11 sebagai pendeteksi suhu pada dalam casing PC.
- 1 buah modul Mosfet IRF520.
- 1 buah kipas 12v.
- 1 buah adaptor sebagai sumber daya.

#### B. Perancangan Arsitektur

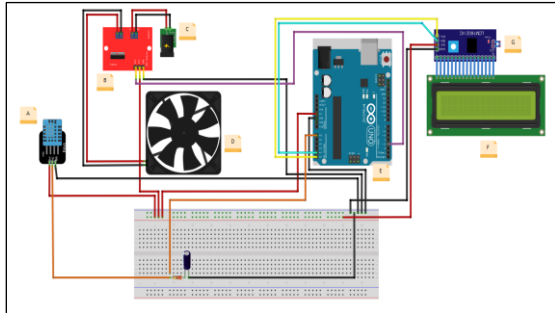
Perancangan arsitektur dilakukan untuk merancang arsitektur pada sistem dan alur kerja sistem dari alat pengendali suhu berbasis *fuzzy logic* yang akan dibangun.



Gambar. 3. Rancangan arsitektur sistem.

### C. Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini merupakan tahap rancangan perangkat keras dimana akan dilakukan penyusunan perangkat yang digunakan pada alat. Rangkaian terdiri dari:



Gambar. 4. Rancangan perangkat keras.

Pada Gambar 3 merupakan rancangan perangkat keras dari “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Pada Casing PC Desktop Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduino” yang akan dibuat pada penelitian ini. Untuk penjelasan masing-masing dari komponen di atas sebagai berikut:

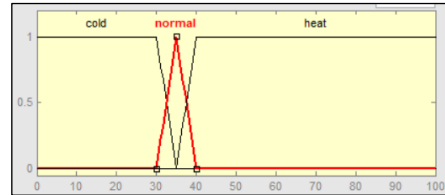
- Sensor suhu DHT11 (A) sebagai pengukur suhu pada casing PC desktop untuk mengetahui apakah suhu di dalam casing sudah mulai berubah dari suhu dingin ke suhu yang panas.
- Modul Mosfet IRF520 (B) digunakan sebagai kontrol untuk switching tegangan dengan PWM dari mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino. Modul ini memiliki terminal yang berguna untuk memudahkan koneksi dengan power eksternal dan beban yang ingin dikendalikan.
- Adaptor (C) digunakan sebagai sumber daya pada kipas. Prinsip kerja adaptor konvensional adalah menurunkan tegangan arus listrik AC menjadi arus listrik DC menggunakan transformator step down. Tegangan AC yang masuk akan diturunkan melalui transformator step down. Tegangan arus listrik tersebut kemudian akan disearahkan oleh rectifier.
- Kipas (D) digunakan sebagai pendingin pada casing yang dimana kecepatannya ditentukan oleh set point sesuai dengan perhitungan fuzzy logic yang diolah berdasarkan suhu yang ada.

- Arduino Uno (E) sebagai mikrokontroler dalam mengendalikan dan memproses data dari perangkat input lalu meneruskannya ke alat output.
- LCD (F) sebagai penampil suhu pada ruang casing PC sebagai monitoring apakah alat bekerja.
- Modul I2C (G) merupakan bus yang digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan divais periferil pada sensor temperatur dan I/O.

### D. Rancangan Fuzzy

Rancangan fuzzy berikut merupakan rancangan yang akan digunakan sebagai dasar nilai suhu dan kecepatan putar kipas.

#### D.1 Variabel input temperature



Gambar. 5. Variabel input temperature.

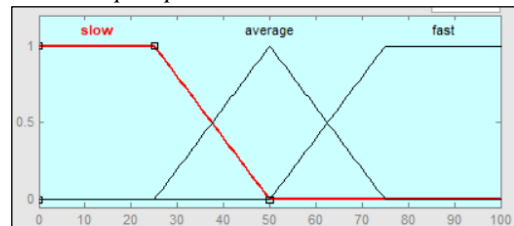
Pada variabel input temperature merupakan nilai yang didapat dari sensor suhu terhadap suhu yang ada pada ruang casing PC kemudian menentukan apakah suhu tersebut termasuk dalam suhu dingin, normal, atau panas. Berikut derajat keanggotaannya:

$$\mu_{\text{cold}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-30}; & 30 \leq x \leq 35 \\ 1; & x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{normal}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x-30}{35-30}; & 30 \leq x \leq 35 \\ \frac{40-x}{40-35}; & 35 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{heat}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{40-35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \geq 40 \end{cases}$$

#### D.2 Variabel output speed



Gambar. 6. Variabel output speed.

Pada variabel output speed merupakan nilai yang akan diubah menjadi kecepatan kipas berdasarkan nilai suhu yang ada pada ruang casing PC apakah kipas akan berputar lambat, sedang, atau cepat. Nilai 0 sampai

dengan 100 merupakan kalkulasi kecepatan kipas yang diubah[16][17]. Berikut derajat keanggotaannya;

$$\begin{aligned} \mu_{\text{slow}}(x) &= 0; & x \geq 50 \\ & \frac{50-x}{50-25}; & 25 \leq x \leq 50 \\ & 1; & x \leq 25 \\ \\ \mu_{\text{average}}(x) &= 0; & x \geq 75 \text{ atau } x \leq 25 \\ & \frac{x-25}{50-25}; & 25 \leq x \leq 50 \\ & \frac{75-x}{75-50}; & 50 \leq x \leq 75 \\ \\ \mu_{\text{fast}}(x) &= 0; & x \leq 50 \\ & \frac{x-50}{75-50}; & 50 \leq x \leq 75 \\ & 1; & x \geq 75 \end{aligned}$$

#### E. Aturan Fuzzy

Pada bagian ini akan membuat aturan-aturan yang ada pada implementasi fuzzy yang dimana dapat dilihat sebagai berikut!

- [R1] Jika suhu dingin maka kecepatan kipas lambat
- [R2] Jika suhu normal maka kecepatan kipas normal
- [R3] Jika suhu panas maka kecepatan kipas cepat.

#### F. Implementasi Sistem

Pada bagian ini akan terdapat dua tahap yaitu penyusunan perangkat dan implementasi *code*. Pada tahap penyusunan perangkat meliputi penyusunan perangkat keras Arduino Uno, Sensor DHT11, Mosfet IRF520, kipas, LCD dan adaptor nantinya disusun menjadi satu rangkaian untuk mengontrol sistem pengendali suhu. Proses penyusunan perangkat dilakukan sesuai dengan rancangan perangkat keras yang telah dibuat pada tahap perancangan perangkat keras sistem yang sebelumnya dirancang pada aplikasi fritzing dan pada tahap implementasi *code* meliputi penerapan *fuzzy mamdani* pada alat sampai dengan alat bekerja dengan semestinya.

#### G. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat dan setelah dilakukan pengujian maka selanjutnya akan dilakukan evaluasi sistem. Metode pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode black box dan metode pengujian perangkat keras untuk memastikan tiap kondisi memiliki hasil.

#### H. Dokumentasi dan Laporan

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

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Realisasi Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Penggunaan perangkat keras didasarkan pada desain sistem yang sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Implementasi akhir dari perangkat keras alat pengendali suhu pada *casing PC desktop* dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar. 7. Rangkaian perangkat keras.

Pada gambar 7 merupakan rangkaian perangkat keras alat pengendali suhu pada *casing PC desktop*. Terdapat arduino UNO, Mosfet IRF520, sensor DHT11, LCD, modul I2C, kipas, dan adaptor yang tertata pada box hitam.



Gambar. 8. Implementasi alat.

Pada gambar 8 merupakan pengimplementasian alat langsung pada *PC desktop* untuk melihat apakah alat sudah bekerja semestinya atau belum.

### B. Pengujian Sistem

Pada tahap ini, dilakukan pengujian keseluruhan terhadap sistem yang telah dibuat untuk memastikan apakah sistem tersebut dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian ini mencakup pengujian perangkat keras. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode black box. Pengujian black box ini digunakan untuk menganalisis dan mengecek fungsionalitas fitur-fitur yang ada pada sistem. Berikut merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

#### B.1 Pengujian Perangkat Keras

Setelah dilakukan proses perakitan alat kemudian pengimplementasian alat pada *PC desktop* apakah alat dapat bekerja. Pada pengujian ini dilakukan pengujian menyeluruh pada alat untuk mengetahui apakah alat yang dirakit setiap komponennya dapat bekerja dengan baik atau sebaliknya. Pengujian ini menggunakan metode black box.

##### B.1.1 Pengujian Inisialisasi Awal

Pada tahap ini dilakukannya pengujian inisialisasi awal pada alat yang bertujuan untuk melihat masing-masing komponen apakah sudah terhubung dengan dengan satu sama lain kemudian apakah alat sudah mendapat daya yang dapat dilihat dari indikator LED yang menyala. Jika LED sudah menyala maka perangkat atau alat tersebut sudah terhubung dengan sumber daya. Kemudian untuk inisialisasi awal pengukuran daya (watt) akan dilakukan dengan menggunakan wattmeter seperti pada Gambar 4.4 kemudian teknik perhitungan dan pengaturan daya kipas dengan menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM)* dapat dilakukan dan dihitung dengan menggunakan Arduino dengan fungsi *timer hardware* yang ada di dalamnya.

#### B.1.2 Pengujian variabel temperature fuzzy

Pada pengujian *temperature fuzzy* ini dilakukan pengujian untuk melihat apa yang akan terjadi bila batas bawah dan batas atas pada semesta pembicara. Hasil yang didapat jika batas atas *fuzzy* yaitu suhu maksimalnya diubah menjadi lebih rendah maka kipas pada alat akan mencapai kecepatan maksimal sesuai dengan batas atas yang diberikan, begitu pula dengan batas bawahnya jika diubah menjadi lebih tinggi maka kecepatan kipas akan masuk pada kategori normal sesuai dengan suhu batas bawah yang diberi sehingga mengakibatkan suhu *casing* yang didapatkan tidak optimal sesuai dengan referensi.

#### B.1.3 Pengujian Pada Suhu Dingin

TABEL 1. PENGUJIAN DAYA SUHU DINGIN

Rata-Rata Suhu (Celcius)	Rata-Rata Suhu Tanpa Menggunakan Fuzzy(Celcius)	Rata-Rata Daya (Watt)	Daya Tanpa Menggunakan Fuzzy (Watt)
29.5 <sup>0</sup>	29.8 <sup>0</sup>	79.19	86.83

Pada setiap pengujian dilakukan pengujian sebanyak 10 kali kemudian diambil rata-ratanya, pada skenario ini dengan *input* suhu kurang dari 30 derajat *celcius* yang masuk ke dalam kategori dingin dengan pengujian pada komputer dalam kondisi *Idle*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kipas pada PC *desktop* dapat bekerja secara otomatis dan mengatur kecepatan putaran kipas sesuai dengan suhu udara yang masuk. Dalam skenario ini, kipas berputar pada kecepatan rendah ketika suhu udara masih dalam kategori dingin. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan logika fuzzy pada kipas dapat meningkatkan efisiensi daya

#### B.1.4 Pengujian Pada Suhu Normal

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada skenario dengan *input* suhu mulai dari 30 sampai dengan 40 derajat *celcius* yang masuk ke dalam kategori normal.

TABEL 2. PENGUJIAN DAYA SUHU NORMAL PERTAMA

Rata-Rata Suhu (Celcius)	Rata-Rata Suhu Tanpa Menggunakan Fuzzy(Celcius)	Rata-Rata Daya (Watt)	Daya Tanpa Menggunakan Fuzzy (Watt)
31.3 <sup>0</sup>	30.8 <sup>0</sup>	95.34	101.83

Pada Tabel 2 dilakukan dengan kondisi komputer yang sedang menjalankan aplikasi yang ringan. Pada pengujian

ini dilakukan pengujian dengan membuka browser Google Chrome dengan membuka situs twitch.

TABEL 3. PENGUJIAN DAYA SUHU NORMAL KEDUA

Rata-Rata Suhu (Celcius)	Rata-Rata Suhu Tanpa Menggunakan Fuzzy(Celcius)	Rata-Rata Daya (Watt)	Daya Tanpa Menggunakan Fuzzy (Watt)
32.7 <sup>0</sup>	32.3 <sup>0</sup>	200.43	210.57

Pada Tabel 3 dilakukan dengan kondisi komputer yang sedang menjalankan *game*. Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan menjalankan game yang cukup berat yakni Dota 2. Dari hasil pengujian tersebut, terlihat bahwa rata-rata suhu yang diukur menggunakan metode fuzzy logic (32.70<sup>0</sup>C) sedikit lebih tinggi daripada pengukuran tanpa menggunakan fuzzy logic (32.30<sup>0</sup>C). Namun, rata-rata daya yang diukur dengan menggunakan metode fuzzy logic (200.43 Watt) lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran tanpa menggunakan fuzzy logic (210.57 Watt). Dengan menggunakan metode *fuzzy logic*, dapat membantu mengoptimalkan penggunaan daya dan menjaga suhu agar lebih stabil ketika komputer digunakan untuk kegiatan yang memerlukan sumber daya yang lebih besar, seperti bermain *game*.

TABEL 4. PENGUJIAN DAYA SUHU NORMAL KETIGA

Rata-Rata Suhu (Celcius)	Rata-Rata Suhu Tanpa Menggunakan Fuzzy(Celcius)	Rata-Rata Daya (Watt)	Daya Tanpa Menggunakan Fuzzy (Watt)
35.7 <sup>0</sup>	35.4 <sup>0</sup>	270.18	278.75

Pada Tabel 4.4 dilakukan dengan kondisi komputer yang sedang menjalankan *game*. Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan menjalankan 2 game secara serentak yakni Dota 2 dan Albion Online. Pada pengujian ini PC *desktop* dipaksa melakukan kerja seberat mungkin sehingga hasil suhu pada ruang *casing* PC yang dihasilkan dapat maksimal namun suhu rata-rata tertinggi yang didapat hanya 35.7<sup>0</sup>C. Sama seperti Tabel 4.3, suhu yang dihasilkan sedikit lebih tinggi namun suhu tersebut masih dalam kategori normal kemudian daya yang dihasilkan dengan menggunakan metode *fuzzy logic* lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran tanpa menggunakan *fuzzy logic*. Dalam skenario ini, kipas berputar pada kecepatan normal ketika suhu udara masih dalam kategori normal. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan logika fuzzy pada kipas dapat meningkatkan efisiensi daya.

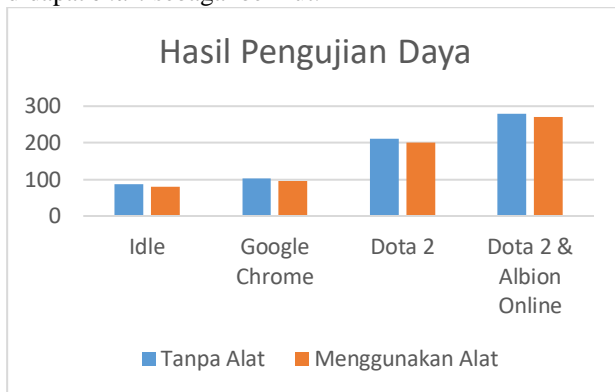
#### B.1.5 Pengujian Pada Suhu Panas

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada skenario dengan *input* suhu lebih dari 40 derajat *celcius* yang masuk ke dalam kategori panas. Pengujian dilakukan dengan kondisi komputer yang sedang menjalankan dua *game* secara bersamaan yakni Dota 2 dan Albion Online kemudian menggunakan aplikasi 3DMark untuk melihat suhu ruang *casing* dalam performa tertinggi yang mana aplikasi 3DMark memaksa CPU dan GPU untuk bekerja semaksimal mungkin sehingga suhu yang dihasilkan maksimal pada ruang *casing* PC. *Casing* kemudian diuji pada ruangan dengan pancaran sinar matahari untuk

memungkinkan ruang casing PC menghasilkan suhu setinggi mungkin, kemudian hasil pengujiannya menunjukkan bahwa bahwa PC *desktop* yang digunakan suhunya tidak lebih dari 40 derajat *celcius* yang artinya suhu PC yang digunakan masih terbilang normal dan tidak mengalami *overheat*. Jika suhu yang dihasilkan lebih dari 40 derajat *celcius*, daya yang dihasilkan sama dengan daya yang dihasilkan dengan tanpa menggunakan alat pengendali suhu dikarenakan kecepatan putarnya sama.

### B.2 Pengujian Daya

Dalam pengujian yang dilakukan pada alat pengendali suhu pada PC *desktop* dengan metode *fuzzy logic* ini didapat *chart* sebagai berikut.



Gambar. 9. Chart hasil pengujian daya.

Dari *chart* tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap pengujian menghasilkan daya yang signifikan lebih rendah daripada pengujian tanpa menggunakan alat. Selanjutnya, untuk menghitung efisiensi daya dari penggunaan alat tersebut, dapat digunakan rumus perhitungan berikut setelah membandingkan dengan hasil pengujian tanpa alat.

- *Suhu Dingin*

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{\text{Output Daya Tanpa Alat} - \text{Output Daya Dengan Alat}}{\text{Output Daya Tanpa Alat}} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{86.83 - 79.19}{86.83} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = 8.79 \%$$

- *Suhu Normal Pertama*

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{\text{Output Daya Tanpa Alat} - \text{Output Daya Dengan Alat}}{\text{Output Daya Tanpa Alat}} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{101.83 - 95.34}{101.83} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = 6.37 \%$$

- *Suhu Normal Kedua*

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{\text{Output Daya Tanpa Alat} - \text{Output Daya Dengan Alat}}{\text{Output Daya Tanpa Alat}} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{210.57 - 200.43}{210.57} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = 4.81 \%$$

- *Suhu Normal Ketiga*

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{\text{Output Daya Tanpa Alat} - \text{Output Daya Dengan Alat}}{\text{Output Daya Tanpa Alat}} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{278.75 - 270.18}{278.75} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = 3.07 \%$$

- *Suhu Panas*

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{\text{Output Daya Tanpa Alat} - \text{Output Daya Dengan Alat}}{\text{Output Daya Tanpa Alat}} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = \frac{0 - 0}{0} \times 100\%$$

$$\text{Pengehematan Daya}(\%) = 0\%$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pengimplementasian alat pengendali suhu pada *casing PC desktop* dapat dilakukan dan diketahui bahwa alat pengendali suhu pada *casing PC desktop* dapat mengendalikan suhu pada ruang *casing* untuk menyentuh angka suhu normal sehingga mencegah terjadinya *overheat* pada PC dan meningkatkan kinerja PC secara optimal.
- Penerapan *fuzzy logic* pada Arduino UNO berdasar suhu pada ruang *casing PC desktop* dapat dilakukan sehingga alat mampu untuk diimplementasikan dengan baik pada *casing PC desktop*.
- Dengan menggunakan alat pengendali suhu pada *casing PC desktop* menggunakan logika fuzzy, daya PC yang dikeluarkan lebih efisien sebesar 8.79% pada kondisi PC *idle*, kemudian 6.37% saat menjalankan Google Chrome, kemudian 4.81% saat menjalankan *game* Dota 2, dan yang terakhir 3.07% efisiensi daya pada saat menjalankan *game* Dota 2 dan Albion Online secara bersamaan, sedangkan untuk pengujian suhu ruang *casing PC* di atas 40<sup>0</sup> Celcius pengujian belum mendapat suhu tersebut dikarenakan beberapa faktor seperti komponen yang digunakan pada *casing PC desktop*.

### B. Saran

Dikarenakan masih banyak kekurangan dari penulis dalam mengembangkan sistem ini, terdapat beberapa saran untuk dapat membuat alat ini menjadi lebih baik pada waktu yang akan datang, diantaranya:

- Untuk pengembangan alat selanjutnya, disarankan untuk meminimalisasi ukuran alat agar dapat digunakan di berbagai macam jenis *casing PC desktop* seperti *casing* yang mendukung *motherboard* Mini-ITX, Micro-ATX.

- Menambahkan variabel fuzzy seperti suhu tiap komponen PC dalam perhitungan sehingga memungkinkan alat dapat diterapkan juga pada kipas CPU dan GPU.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asrofi and B. E. Purnama, "Rancang Bangun Alat Kontrol Otomatis Pendingin Komputer Berbasis Mikrokontroler Atmega8L," *Indones. J. Netw. Secur. (IJNS)-ijns.org IJNS*, vol. 2, no. 2, pp. 2302–5700, 2013, [Online]. Available: [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- [2] K. Diah and Z. Noviard, "Penerapan Inferensi Fuzzy Untuk Kendali Suhu Ruangan Pada Pendingin Ruangan (Ac)," *semnasIF*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2010.
- [3] N. M. Z. Hashim, A. F. Jaafar, Z. Zakaria, A. Salleh, and R. A. Hamzah, "Smart Casing for Desktop Personal Computer," *Int. J. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 8, pp. 2337–2342, 2013.
- [4] A. M. Zungeru, "Design of A Smart Embedded Uninterrupted Power Supply System for Personal Computers," *Int. J. Embed. Syst. Appl.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–19, 2012, doi: 10.5121/ijesa.2012.2401.
- [5] R. R. Abdullah and A. Wibowo, "Monitoring Suhu Ruangan Server Dengan Fuzzy Logic Metode Sugeno Menggunakan Arduino dan SMS," *J. SWABUMI*, vol. I, no. 1, 2014.
- [6] F. S. N. Rohman and P. W. Rusimamto, "Rancang Bangun Kontroller Pendingin Untuk Unit Peltier Berbasis Fuzzy Logic," *Tek. Elektro*, vol. 09, no. 02, pp. 401–407, 2020.
- [7] K. M. Ng and K. R. Shah, "Motherboard heat transfer modeling methodology," *Conf. High Density Microsyst. Des. Packag. Compon. Fail. Anal.*, pp. 43–48, 2006, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1707563>
- [8] L. Santya, M. Miftah, V. Mandala, S. Saepudin, and D. Gustian, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Lantak Si Jimat," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 35–41, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.nusaputra.ac.id/rekayasa/paper/44>
- [9] B. E. Purnama, "Pembuatan Termometer Digital Untuk Mengukur Suhu Ruang Casing Komputer," vol. VI, pp. 155–164, 2011.
- [10] J. S. Chiang, S. H. Chuang, Y. K. Wu, and H. J. Lee, "Numerical simulation of heat transfer in a desktop computer with heat-generating components," *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, vol. 32, no. 1–2, pp. 184–191, 2005, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2004.04.032.
- [11] W. Robson, I. Ernawati, and C. Nugrahaeni, "Perancangan sistem kendali kipas otomatis multisensor dengan logika," *Univ. Pembang. Nas. Veteran Jakarta*, pp. 1–11, 2018.
- [12] R. S. Nugraha, S. Subiyantoro, and S. Nurcahyo, "Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Inkubator Anakan Burung Paruh Bengkok Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 5, no. 3, p. 26, 2021, doi: 10.33795/elkoiind.v5i3.143.
- [13] M. Khalif, D. Syauqy, and R. Maulana, "Pengembangan sistem penghitung langkah kaki hemat daya berbasis wemos D1 mini," *J-Ptiik.Ub.Ac.Id*, vol. 2, no. 6, pp. 2211–2220, 2018.
- [14] A. J. Rindengan and Y. A. R. Langi, *Sistem Fuzzy*. Bandung: CV. PATRA MEDIA GRAFINDO BANDUNG, 2019.
- [15] S. Siswanto, M. Anif, D. N. Hayati, and Y. Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 66–72, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i1.797.
- [16] S. Kaushik, Y. S. Chouhan, N. Sharma, and S. Singh, "Automatic Fan Speed Control using Temperature and Humidity Sensor and Arduino," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 453–457, 2018, [Online]. Available: [www.IJARIIT.com](http://www.IJARIIT.com)
- [17] V. Bhatia and G. Bhatia, "Room Temperature based Fan Speed Control System using Pulse Width Modulation Technique," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 81, no. 5, pp. 35–40, 2013, doi: 10.5120/14011-2067.