

## IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY PADA PENGENDALIAN ARUS TENAGA LISTRIK

### IMPLEMENTATION AND ANALYSIS FUZZY LOGIC USE ON CONTROL OF CURRENTS ELECTRIC POWER

Dewa Gede Cahya Prastika<sup>1</sup>, Dr. Rendy Munadi, Ir.,MT.<sup>2</sup>, Unang Sunarya, ST.,MT<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>dewacahya51@gmail.com, <sup>2</sup>rendy\_munadi@yahoo.co.id, <sup>3</sup>unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

#### ABSTRAK

Energi listrik adalah sumber daya yang benar-benar dibutuhkan pada masa ini. Semua elektronik baik yang terbaru maupun terancang pasti menggunakan energi listrik yang biasanya tersimpan dalam baterai. Keterbatasan penghasil energi dari fosil bumi mengharuskan manusia beralih untuk mendapatkan energi dengan cara lain, yaitu dengan sumber daya panas dari matahari dan sumber daya angin. Namun pemakaian energi yang tinggi dari keterbatasan penyimpanan baterai harus dikontrol.

Oleh karena itu, dibuat Implementasi dan Analisis Penggunaan Logika Fuzzy Pada Pengendalian Arus Tenaga Listrik. Terdapat sensor arus masuk dan arus keluar sebagai masukan untuk logika fuzzy. Logika fuzzy akan mengolah data input agar didapat eksekusi yang tepat. Menggunakan teknologi Iot untuk mengetahui data output dari logika fuzzy, kondisi lingkungan penghasil energi dan mengontrol alat yang tercatu pada baterai.

Dibuatnya alat ini, manusia dengan mudah bisa manajemen pemakaian energi dari pembangkit dengan melihat arus masuk dan keluar. Dibantu teknologi IoT yang memungkinkan komunikasi dan kontrol dengan jarak jauh.

Kata kunci: Arus Listrik, IoT, Fuzzi Logic.

#### ABSTRACT

Electrical energy is a resource that is really needed at this time. All of the latest electronics and advanced both definitely uses electrical energy that is usually stored in the battery. Income pliers limited energy of the earth's fossil require humans switch to get energy in other ways, namely by heat from solar resources and wind resources. However, the high energy of the limitations of battery storage should be controlled.

Therefore, created Implementation and Analysis Fuzzy Logic Use On Control Of Currents Electric Power. There are sensors inflows and outflows as input for fuzzy logic. Fuzzy logic will process the data input in order to obtain the precise execution. Using technology Iot to know the data output of the fuzzy logic, the environmental conditions and the energy-producing tercatu control tool on the battery.

with the making of this instrument, the human could easily manage the energy consumption of the plant to see the inflows and outflows. Assisted IOT technology that allows communication and control with the remote.

Keywords: Energy, IOT, Fuzzi Logic.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Energi adalah sesuatu yang bisa habis jika dipergunakan secara tidak teratur. Energi dalam bumi berupa fosil akan habis dan tidak mampu memenuhi kebutuhan energi listrik untuk manusia. Hal ini membuat manusia harus memanfaatkan sumber energi lain yang bisa didapat dari panas matahari dan angin. Energi dari pembangkit biasanya disimpan dalam baterai pembangkit. Tapi pada pembangkit, memiliki keterbatasan penyimpanan energi pada baterai dan keterbatasan dari pemasukan energi. Maka dari itu, pemakaian energi dari baterai pembangkit harus dikontrol dengan cara melihat arus masuk dan keluar dari baterai tersebut. Didukung dengan data yang didapat dari pembangkit yang membutuhkan alat untuk manajemen pemakaian energi baterai pada pembangkit.

Alat ini menggunakan teknologi Iot untuk berkomunikasi dan mengontrol alat yang tercatu pada batre dari jarak jauh. Menggunakan Fuzzi Logic untuk pengolahan dari input agar didapat eksekusi yang tepat dari masukan yang berupa kondisi arus masuk dan arus keluar dari batre.

Pada Tugas Akhir ini akan dibuat Implementasi dan Analisis Penggunaan Logika Fuzzy Pada Pengendalian Arus Tenaga Listrik, agar membantu masyarakat yang menggunakan pembangkit tenaga angin dan surya untuk menstabilkan antara kondisi dari arus masuk dan arus keluar pada batre pembangkit.

## 1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan pelaksanaan tugas akhir ini adalah:

- Memudahkan pemantauan terhadap kondisi dari jumlah energi masuk dan keluar dalam batre pembangkit. Sekaligus memantau kondisi sumber energi, yaitu kecepatan angin dan panas dari matahari.
- Memudahkan manajemen pemakaian energi karena info yang didapat dari logika fuzzy.
- Memudahkan kontrol terhadap alat yang memakai energi batre pembangkit dari jarak jauh

## 1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

- Bagaimana desain dari sensor agar bisa memantau perhitungkan kecepatan angin, panas dari matahari, energi keluar dan energi masuk dalam batre.
- Bagaimana perhitungan logika *Fuzzi* agar bisa memberi info untuk manajemen pemakaian arus.
- Bagaimana membuat sistem kontrol dengan internet agar bisa berkomunikasi dan melakukan kontrol dari jarak jauh.

## 1.4. Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan, yaitu:

- Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno.
- Pengendalian arus tenaga listrik dilakukan pada pembangkit listrik tenaga angin dan surya.
- Satuan yang digunakan untuk kecepatan angin adalah m/s, Celcius untuk panas dan Ampere untuk arus.
- Input dari logika fuzzy adalah arus masuk dan arus keluar.

## 2. Pembahasan Penelitian

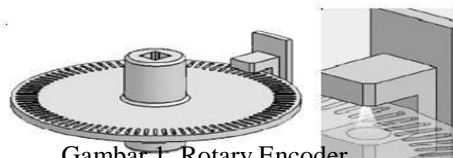
### 2.1. Dasar teori

#### 1. Optocoupler

Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu Transmitter yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan Receiver yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya.

#### 2. Sensor Kecepatan Angin

Sensor ini berfungsi sebagai pengukur kecepatan angin, sensor ini menggunakan Rotary Encoder. Kepingan dibantu dengan baling-baling untuk bergerak lalu sensor akan mendeteksi tiap rotasi dari baling-baling ini dan mendeskripsikannya dalam kecepatan.

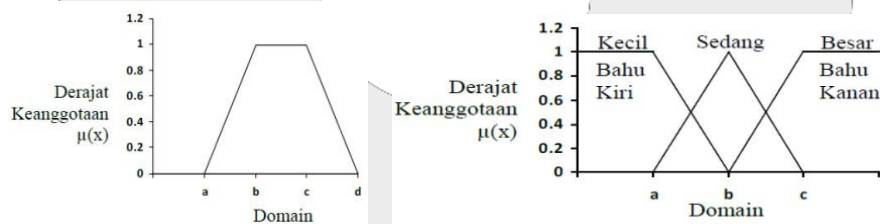


Gambar 1. Rotary Encoder

#### 3. LM35

Sensor LM35 adalah komponen elektronika berbentuk chip IC dengan 3 pin yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis, berupa suhu atau temperature sekitar sensor menjadi besaran elektris dalam bentuk perubahan tegangan. Sensor suhu LM35 memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1 °C tegangan keluarannya naik sebesar 10 mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5 V pada suhu 150 °C.

4. ESP8266  
Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya.
5. ACS712  
ACS712 adalah sensor untuk pengukuran arus AC atau DC industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional
6. Relay  
Relay adalah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai saklar. Relay memiliki 2 bagian utama yaitu elektromagnet (Coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar atau switch). Prinsip elektromagnetik pada relay untuk menggerakkan kontak saklar dengan elektromagnet 5V 50mA.
7. Arduino Uno  
Arduino Uno adalah mikrokontroler dengan ATmega328 sebagai IC pemrosesnya. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, dimana 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Semua itu adalah komponen dasar untuk mikrokontroler. Perbedaan arduino dengan mikrokontroler lain adalah arduino tidak membutuhkan downloader luar untuk mengunggah data, jadi kita tinggal menghubungkan arduino ke PC dengan kabel serial.
8. Logika Fuzzy  
Metode fuzzy logic merupakan metode alternatif yang menarik untuk memunculkan suatu sistem kontroler yang klasik maupun modern untuk mendesain sistem kontrol yang non-linear. Pada sistem logika ini tidak diperlukan model sistem atau persamaan model matematika yang kompleks yang mendeskripsikan masukan dan keluaran sistemnya. Terdapat beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan, yaitu:
  - Fungsi kurva trapesium, pada fungsi ini terdapat beberapa nilai  $x$  yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika  $b \leq x \leq c$ . Tetapi, derajat keanggotaan untuk  $a < x < b$  dan  $c < x \leq d$  memiliki karakteristik yang sama dengan fungsi segitiga.
  - Fungsi kurva bentuk bahu, Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.



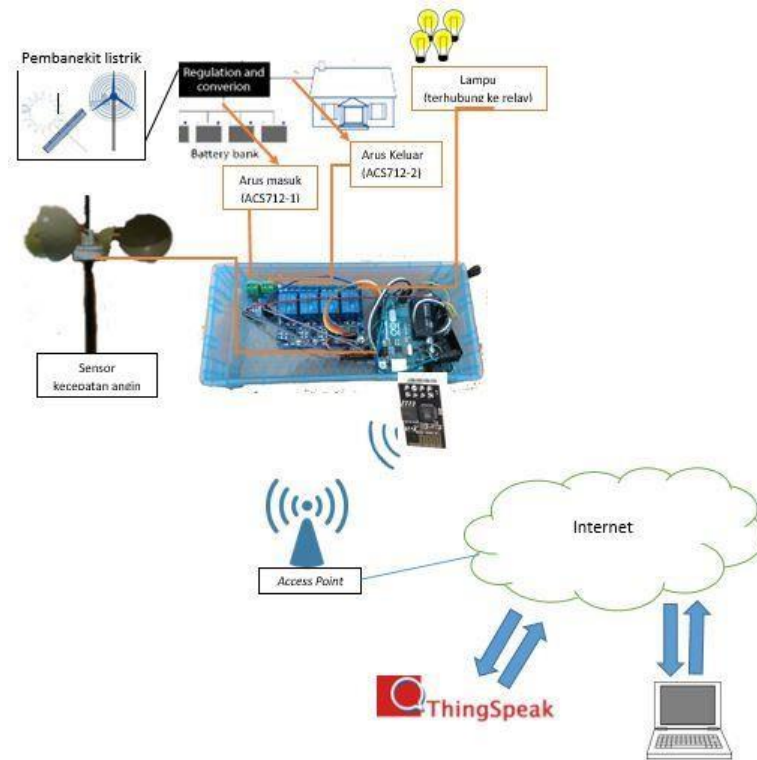
Gambar 2. Fungsi Bentuk Trapesium dan Bentuk Bahu

Suatu sistem berbasis aturan fuzzy yang lengkap terdiri dari tiga komponen utama : Fuzzification, Inference (Fuzzy Rures), dan Defuzzification.

## 2.2. Model Perancangan

1. Desain Sistem Hardware  
Pembangkit listrik menghasilkan aliran arus listrik yang masuk atau penghasilan ke baterai, penggunaan listrik juga menghasilkan arus listrik keluar atau arus listrik penggunaan. Arus listrik ini diukur dengan 2 buah ACS712 yang terhubung dengan arduino. Arus masuk (penghasilan) dan arus keluar (penggunaan) ini yang diolah oleh logika fuzzy untuk memberi informasi kontrol terhadap lampu yang menggunakan listrik. Lampu terhubung dengan relay agar bisa dihidupkan atau dimatikan. Kontrol menghidupkan dan mematikan lampu ini dilakukan lewat internet, dibantu dengan modul wifi ESP8266 untuk terkoneksi dengan access point. Sensor kecepatan angin dan sensor suhu terhubung dengan

arduino. Data dari sensor yang telah diolah arduino dikirim ke thingspeak dan bisa dilihat melalui halaman channel thingspeak.



Gambar 3. Desain Sistem Hardware

2. Perancangan alat

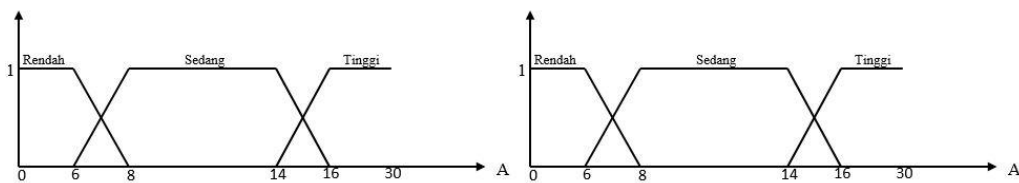
Model Perancangan ini dibuat sedemikian rupa untuk mendukung kerja sensor agar sensor bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan. Berikut adalah gambar dari alat yang dirancang.



Gambar 4. Perancangan Alat

3. Logika Fuzzy

Pada sistem ini, Fuzzy Logic memiliki 2 input berupa nilai sensor energi masuk dan nilai sensor energi keluar, memiliki 1 output yang akan dieksekusi melalui IoT. Berikut adalah derajat keanggotaan dari input logika fuzzy:



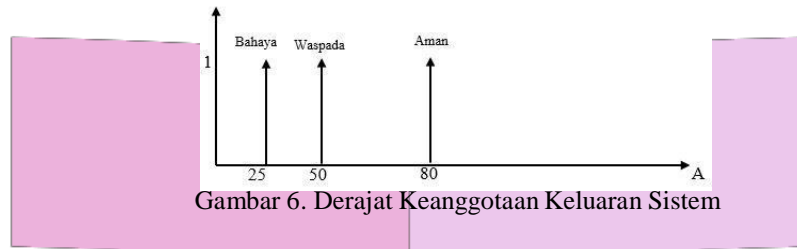
Gambar 5. Derajat Keanggotaan arus masuk (AM) dan Arus Keluar (AK)

Berikut adalah tabel dari aturan logika fuzzy.

Tabel 1. Aturan Fuzzy

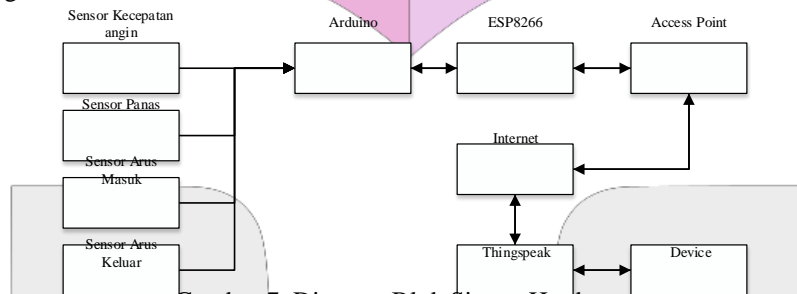
|                       |               |               |               |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>AM</b> \ <b>AK</b> | <b>Tinggi</b> | <b>Sedang</b> | <b>Rendah</b> |
| <b>Tinggi</b>         | Bahaya        | Bahaya        | bahaya        |
| <b>Sedang</b>         | Aman          | Waspada       | bahaya        |
| <b>Rendah</b>         | Aman          | Aman          | Aman          |

Hasil yang berada didalam tabel adalah satu keluaran dari dua masukan, nantinya keluaran itu menjadi info yang akan dikontrol dengan Internet. Berikut adalah Derajat keanggotaan keluaran sistem:



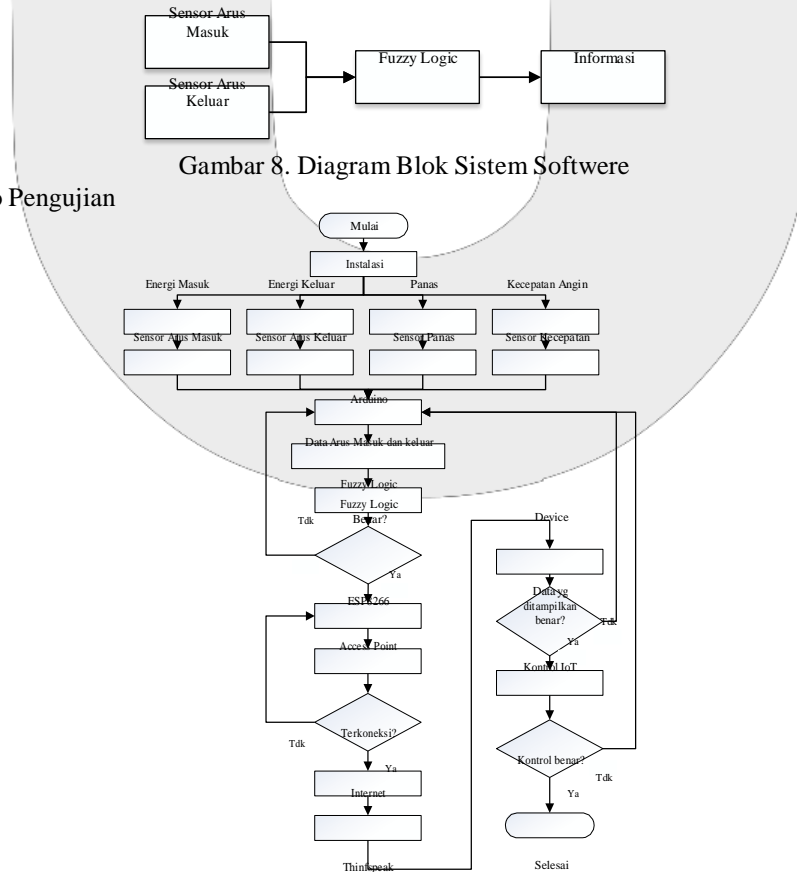
Gambar 6. Derajat Keanggotaan Keluaran Sistem

4. Blok Diagram Sistem



Gambar 7. Diagram Blok Sistem Hardware

5. Skenario Pengujian



Gambar 8. Diagram Blok Sistem Software

Gambar 9. Skenario Pengujian

## 2.3 Hasil dan Analisa

### 1. Sensor Kecepatan Angin

Berikut adalah tabel perbandingan hasil uji antara alat yang dibuat dengan anemometer alat pabrik.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Sensor Kecepatan Angin

| NO         | ALAT YANG DIBUAT<br>(m/s) | ALAT YANG SUDAH<br>TERUJI (m/s) | TINGKAT AKURASI<br>(%) |
|------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1          | 0.1050                    | 0.1                             | 95.23                  |
| 2          | 0.3975                    | 0.5                             | 79.50                  |
| 3          | 0.4770                    | 0.7                             | 68.14                  |
| 4          | 0.5830                    | 0.7                             | 83.28                  |
| 5          | 0.5980                    | 0.8                             | 74.75                  |
| 6          | 0.7850                    | 0.9                             | 87.22                  |
| 7          | 0.8590                    | 1                               | 85.90                  |
| Rata-Rata: | 0.5435                    | 0.7                             | 82.002                 |

Hasil uji dari table 2 diatas menunjukkan kinerja dari sensor kecepatan angin sudah bagus dan memenuhi perancangan karena rata-rata tingkat akurasi antara alat yang dibuat dengan alat pabrik adalah 82.002%.

### 2. Sensor Suhu

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian sensor suhu yang dicoba dengan 3 kondisi yang berbeda:

Tabel 3. Pengujian Sensor Suhu

| NO         | ALAT YANG DIBUAT<br>(°C) | ALAT YANG SUDAH<br>TERUJI (°C) | TINGKAT AKURASI<br>(%) |
|------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1          | 27.86                    | 27.0                           | 96.91                  |
| 2          | 27.48                    | 27.4                           | 99.70                  |
| 3          | 27.83                    | 27.2                           | 97.73                  |
| 4          | 28.81                    | 28.3                           | 98.22                  |
| 5          | 29.30                    | 29.0                           | 98.97                  |
| 6          | 29.79                    | 29.6                           | 99.36                  |
| 7          | 30.27                    | 30.1                           | 99.43                  |
| Rata-Rata: | 28.76                    | 28.37                          | 98.61                  |

Hasil uji dari table 3 diatas menunjukkan kinerja dari sensor suhu sudah bagus dan memenuhi perancangan karena rata-rata tingkat akurasi antara alat yang dibuat dengan alat pabrik adalah 98.61%.

### 3. Sensor Arus

Berikut adalah tabel perbandingan hasil uji antara alat yang dibuat dengan alat pengukur arus pabrik yang sudah tervalisadi.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Uji Sensor Arus

| NO         | ALAT YANG DIBUAT<br>(A) | ALAT YANG SUDAH<br>TERUJI (A) | TINGKAT AKURASI<br>(%) |
|------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1          | 0.45                    | 0.50                          | 90.00                  |
| 2          | 1.23                    | 1.28                          | 96.09                  |
| 3          | 1.60                    | 1.70                          | 94.11                  |
| 4          | 1.74                    | 1.85                          | 94.05                  |
| 5          | 1.86                    | 1.93                          | 96.37                  |
| 6          | 1.90                    | 2.00                          | 95.00                  |
| Rata-Rata: | 1.46                    | 1.54                          | 94.27                  |

Hasil uji dari table 4 diatas menunjukkan kinerja dari sensor suhu sudah cukup bagus dan memenuhi perancangan karena rata-rata tingkat akurasi antara alat yang dibuat dengan alat pabrik adalah 94.27%.

#### 4. Logika Fuzzy

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan logika Fuzzy dalam mengolah data dan memberikan info output. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil keluaran dari alat yang dibuat dengan perhitungan manual. Berikut adalah tabel hasil logika fuzzy dan hasil perhitungan manual lainnya yang dilakukan untuk menguji.

Tabel 5. Perbandingan hasil Fuzzy

| NO         | KONDISI INPUT FUZZY |    | HASIL FUZZY | PERHITUNGAN MANUAL | TINGKAT AKURASI |
|------------|---------------------|----|-------------|--------------------|-----------------|
|            | A                   | B  |             |                    |                 |
| 1          | 5                   | 17 | 25          | 25                 | 100%            |
| 2          | 5                   | 5  | 50          | 50                 | 100%            |
| 3          | 9                   | 3  | 80          | 80                 | 100%            |
| 4          | 7                   | 7  | 51          | 51.6               | 98.83%          |
| 5          | 9                   | 7  | 65          | 65                 | 100%            |
| 6          | 7                   | 9  | 37          | 37.5               | 98.60%          |
| Rata-Rata: |                     |    | 51.3        | 51.51              | 99.57%          |

Hasil uji dari table 5 diatas menunjukkan kinerja dari logika Fuzzy yang dibuat sudah bagus dan memenuhi perancangan karena rata-rata tingkat akurasi antara hasil Fuzzy yang dibuat dengan perhitungan manual adalah 99.57% dan memberikan info keluaran dengan benar. Dengan menggunakan 25 base Fuzzy Rule memberikan hasil yang akurat.

#### 5. Kontrol Dengan Internet

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja kontrol dengan internet dalam mengolah relay, apakah harus dimatikan atau dihidupkan sesuai dengan info logika Fuzzy. Pengujian dilakukan dengan melihat berapa eksekusi yang berhasil dalam 10 percobaan dan diulang selama 3 kali. Berikut adalah tabel dari hasil pengujian control dengan internet yang dicoba selama 10 kali dan diulang selama 3 kali:

Tabel 6 Pengujian Kontrol Internet

| NO                  | LOOP 1 | LOOP 2 | LOOP 2 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 1                   | 1      | 0      | 1      |
| 2                   | 1      | 1      | 1      |
| 3                   | 0      | 1      | 1      |
| 4                   | 1      | 1      | 0      |
| 5                   | 1      | 0      | 1      |
| 6                   | 1      | 1      | 1      |
| 7                   | 1      | 1      | 1      |
| 8                   | 1      | 1      | 1      |
| 9                   | 0      | 1      | 1      |
| 10                  | 1      | 1      | 1      |
| <b>Jum.Berhasil</b> | 8      | 8      | 9      |

Dari tabel 6 diatas, didapat rata-rata keberhasilan kontrol dengan internet sebesar 83.33%. hasil tersebut sudah cukup bagus dalam perancangan tugas akhir ini.

### 3. Kesimpulan dan Saran

#### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Pada sensor kecepatan angin, rotari encoder optocoupler berhasil membaca lubang-lubang yang dibuat. Sehingga memberikan hasil perhitungan yang cukup bagus, yaitu 82.002.

- b. Sensor arus bekerja dengan bagus setelah dikalibrasi terlebih dahulu. Kinerja sensor arus memiliki ketepatan 94.27%.
  - c. Logika Fuzzy bekerja sesuai dengan perancangan, menggunakan 25 rule dan mendapatkan hasil akurasi 99.57%.
  - d. Tingkat akurasi sensor suhu sesuai dengan harapan perancangan, yaitu 98.61%.
  - e. Kontrol internet memiliki kinerja yang cukup bagus dengan rata-rata keberhasilan yaitu 83.33.
2. Saran
- a. Baling-baling kipas dibuat agar lebih ringan diterpa angin untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.
  - b. Bisa mengetahui berapa lampu yang harus dimatikan dan dihidupkan.
  - c. Untuk lebih murah bisa mengganti arduino dengan esp8266-12e yang memiliki memori lebih besar dan langsung bisa terkoneksi dengan internet.

## Daftar Pustaka

- [1] Novianti, Atik dan Sunarya, Unang. 2015. Perancangan Robot Pendeteksi Lingkungan Berbahaya Berbasis Logika Fuzzy Dan Kontrol Android. Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (JETT).
- [2] Suyanto. 2014. Artificial Intelligence. Bandung : Informatika.
- [3] Budiharto, Widodo. 2011. Aneka Proyek Mikrokontroler (Panduan Untuk Riset/ Tugas Akhir). Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Pfister, Cuno. 2011. Getting Started With The Internet of Things. Sebastopol : O'Reilly Media.
- [5] Oser, Jonathan dan Blemings, Hugh. 2009. Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware. the United States of America: Apres.
- [6] LM35 Datasheet,  
<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/nationalsemiconductor/DS005516.PDF> (20/03/2017).
- [7] Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.