

# Penerapan Fuzzy Logic Pada Sistem Lampu Ruangan Otomatis

Jonathan Suara Patty<sup>#1</sup>, Ariel Jusuf Indrastata<sup>\*2</sup>

Program Studi Ilmu Komputer, Departemen Pendidikan Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, Indonesia

<sup>#1</sup>[jonaruo@upi.edu](mailto:jonaruo@upi.edu)

<sup>2</sup>[ariel@upi.edu](mailto:ariel@upi.edu)

**Abstrak**— Dewasa ini, perkembangan teknologi dan informasi begitu pesat, hingga melahirkan sebuah konsep yang dinamakan sistem cerdas, yaitu sebuah sistem yang memanfaatkan kecerdasan buatan, dimana sistem tersebut dapat berpikir seolah-olah seperti manusia sehingga dapat beradaptasi secara fleksibel untuk mencapai tujuannya. Di jaman modern ini, konsep tersebut telah diterapkan ke berbagai jenis alat atau aplikasi yang biasa kita gunakan untuk membantu kita dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Pada laporan ini, dirancang sebuah sistem lampu ruangan otomatis yang tingkat kecerahannya dipengaruhi oleh intensitas cahaya pada ruangan dan keberadaan orang di dalam ruangan. Sistem tersebut akan menerapkan *fuzzy logic* untuk memanfaatkan derajat keanggotaan dan *fuzzy rules*, sehingga kecerahan lampu dapat diatur sedemikian hingga menghemat pemakaian listrik.

**Kata kunci**— Sistem Cerdas, Lampu Otomatis, Fuzzy Logic

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Lampu memiliki peran yang besar dalam keseharian banyak orang, dari hari mulai sore sampai pagi penggunaan lampu tidak pernah berhenti sekalipun, oleh karena itu pemakaian listrik dalam penggunaan lampu bukanlah angka yang kecil. Seringkali lampu dinyalakan dan dipakai untuk penerangan ketika waktu sudah mulai gelap, walaupun memakai listrik yang cukup tinggi dan lampu yang terlalu terang untuk waktunya dan juga lampu sering dinyalakan dalam ruangan yang sudah dipakai dan ditinggal menyala, ini terjadi karena banyak pemakaian listrik yang berlebihan dalam penggunaan lampu terjadi karena adanya pengabaian dalam penggunaannya.

Pengabaian dan terlalu terangnya penerangan yang diberikan oleh lampu menjadi alasan utama mengapa pemakaian listrik dalam penggunaan lampu ada dalam angka yang cukup tinggi, oleh karena itu kami mengintegrasikan sistem cerdas pada penggunaan lampu.

Dalam mengaplikasikan sistem cerdas dalam penggunaan lampu dan listrik dalam sehari-hari, diharapkan penggunaan listrik akan dapat diminimalisir dari terlalu banyaknya energi yang dipakai dan juga dari pengabaian pemakaian lampu dalam ruangan.

### B. Tujuan

Dalam implementasi sistem cerdas dalam pemakaian lampu, didapatkan 2 tujuan, yaitu:

- Membantu mengurangi pemakaian listrik karena lampu yang terlalu terang dan memakai banyak energi.
- Membantu mengurangi pemakaian listrik karena pengabaian pemakaian lampu yang terlalu lama.

## II. PERANCANGAN SISTEM

### A. Arsitektur Sistem

Dalam perancangan sistem lampu ruangan otomatis, digunakan mikrokontroler untuk mengimplementasikan *fuzzy logic*. Sensor cahaya yang digunakan adalah *Light Dependent Resistor* (LDR) dan sensor untuk mendeteksi keberadaan orang menggunakan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04.



Fig. 1 Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor*



Fig. 2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

*Light Dependent Resistor* (LDR) juga disebut *photoresistor* adalah komponen elektronik yang resistansinya akan berubah tergantung dari cahaya yang diterimanya. Dalam keadaan gelap, sebuah LDR dapat memiliki nilai resistansi kisaran beberapa megaohm (MΩ). Saat keadaan terang, nilai resistansinya serendah ratusan ohm.

Sensor HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengukur jarak objek di depannya. Sensor ini terdiri dari dua komponen, yaitu *transmitter* (pemancar) dan *receiver* (penerima). Prinsip kerja pengukuran jaraknya yaitu dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dari *transmitter* dan secara bersamaan, sensor akan memulai waktu pengukuran yang akan berhenti saat *receiver* menerima kembali gelombang ultrasonik hasil pantulan objek di depannya. Pengukuran jarak oleh sensor HC-SR04 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$s = t \times \frac{340m/s}{2}$$

Dimana :

- $s$  = Jarak antara sensor dengan objek di depannya (m)
- $t$  = waktu tempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* ke *receiver* (s)

Untuk mendeteksi keberadaan orang di dalam ruangan, sistem ini menggunakan dua buah sensor HC-SR04 yang diletakkan di dekat pintu masuk ruangan. Misalkan, kedua sensor tersebut diberi nama “A” dan “B”. Ketika ada objek yang melewati kedua sensor tersebut, maka sensor akan

menganggap adanya keberadaan objek, karena jarak yang ditangkap oleh sensor menjadi lebih dekat dari jarak semula. Untuk kondisi masuk, maka sensor “A” yang mendeteksi objek terlebih dahulu, diikuti oleh sensor “B” dan jumlah orang dalam ruangan yang mulanya 0, bertambah menjadi 1. Untuk keluar, maka sensor “B” yang mendeteksi objek terlebih dahulu, kemudian sensor “A” dan jumlah orang dalam ruangan berkurang dari 1 menjadi 0.

Semua sensor di atas beserta lampu akan dihubungkan ke sebuah mikrokontroler yang akan mengatur kerja komponen-komponen tersebut. Lampu yang dimaksud disini adalah lampu AC yang memiliki kapabilitas meredupkan cahaya. Kemudian untuk mengatur kecerahan lampu, akan menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) yaitu suatu cara untuk memanipulasi lebar sinyal pulsa, sehingga memungkinkan sinyal digital diubah menjadi sinyal analog. PWM memiliki *value* dari 0 - 255 untuk merepresentasikan *duty cycle*. Semakin besar nilai PWM, maka semakin cerah cahaya yang dihasilkan oleh lampu.

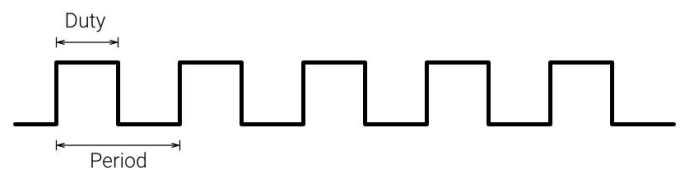


Fig. 3 Gambaran *Pulse Width Modulation*

Selain komponen dan alat yang sudah disebutkan diatas, sistem ini juga akan menggunakan resistor 10KΩ, relay, dan power supply untuk mendayai lampu serta mikrokontroler. Rangkaian arsitektur sistem dapat dilihat pada Fig. 4.

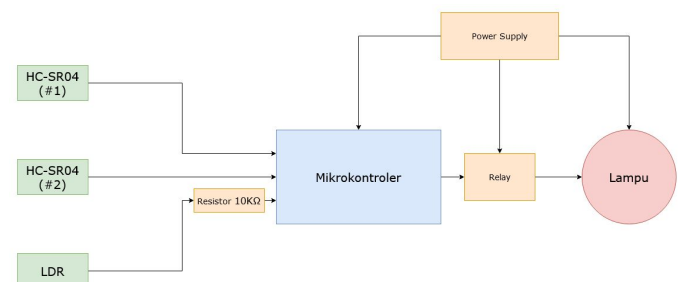


Fig. 4 Arsitektur Blok Sistem

### B. Pengelolaan Data

Proses pengolahan data dari sensor LDR dan output ke lampu dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Sedangkan untuk mengidentifikasi adanya orang di dalam ruangan dengan sensor ultrasonik HC-SR04 akan menggunakan *value* 0 dan 1, dimana *value* akan bernilai :

- 0; Untuk jumlah orang di dalam ruangan = 0
- 1; Untuk jumlah orang di dalam ruangan > 0

Ketika nilai diatas adalah 1, maka sensor LDR akan menangkap cahaya di dalam ruangan dan menghasilkan output berupa data *raw* yang kemudian akan diubah oleh mikrokontroler ke satuan lux. Setelah itu, dilakukan pengelompokkan nilai melalui fuzzifikasi, dengan lima variabel linguistik dan derajat keanggotaan-nya sebagai berikut.

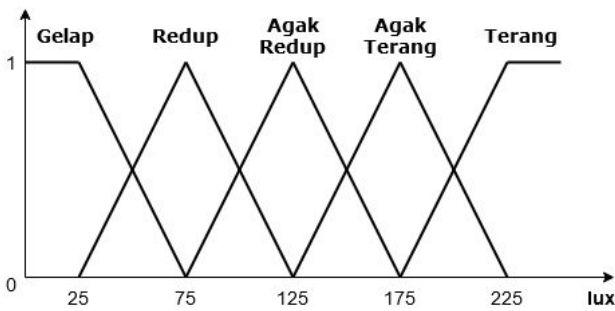


Fig. 5 Grafik Keanggotaan Intensitas Cahaya Ruangan

Berikut fungsi keanggotaan dari intensitas cahaya pada ruangan.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Gelap}}(x) &= \{1; x \leq 25\} \\ &= \left\{ \frac{75-x}{75-25}; 25 < x < 75 \right\} \\ &= \{0; x \geq 75\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Redup}}(x) &= \{0; x \leq 25\} \\ &= \left\{ \frac{x-25}{75-25}; 25 < x < 75 \right\} \\ &= \left\{ \frac{125-x}{125-75}; 75 < x < 125 \right\} \\ &= \{0; x \geq 125\}\end{aligned}$$

$$\mu_{\text{Agak Redup}}(x) = \{0; x \leq 75\}$$

$$\begin{aligned}&= \left\{ \frac{x-75}{125-75}; 75 < x < 125 \right\} \\ &= \left\{ \frac{175-x}{175-125}; 125 < x < 175 \right\} \\ &= \{0; x \geq 175\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Agak Terang}}(x) &= \{0; x \leq 125\} \\ &= \left\{ \frac{x-125}{175-125}; 125 < x < 175 \right\} \\ &= \left\{ \frac{225-x}{225-175}; 175 < x < 225 \right\} \\ &= \{0; x \geq 225\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Terang}}(x) &= \{0; x \leq 175\} \\ &= \left\{ \frac{x-175}{225-175}; 175 < x < 225 \right\} \\ &= \{1; x \geq 225\}\end{aligned}$$

Setelah mengubah data input *crisp* menjadi *fuzzy set*, maka selanjutnya sistem menentukan keluaran nilai PWM berdasarkan *fuzzy rules* berikut.

TABEL I  
FUZZY RULES

Rul es	Intensitas Cahaya Ruangan	Keberada an	PWM
1	Gelap	1	Terang
2	Redup	1	Agak Terang
3	Agak Redup	1	Agak Redup
4	Agak Terang	1	Redup
5	Terang	1	Mati
6	Gelap    Redup    Agak Redup    Agak Terang    Terang	0	Mati

Derajat keanggotaan dari nilai PWM :

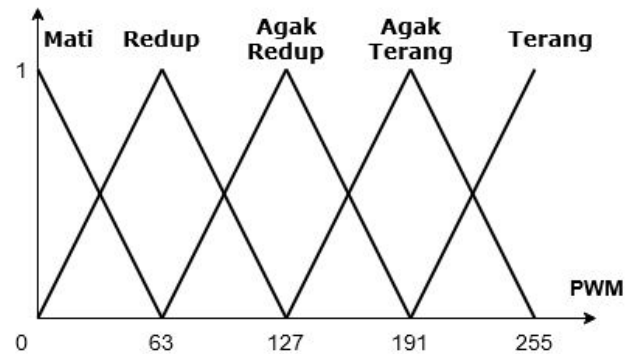


Fig. 6 Grafik Keanggotaan PWM

Berikut fungsi keanggotaan dari nilai PWM.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Terang}}(x) &= \{1 ; x \geq 255\} \\ &= \left\{ \frac{x-191}{255-191} ; 191 < x < 255 \right\} \\ &= \{0 ; x \leq 191\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Agak Terang}}(x) &= \{0 ; x \geq 255\} \\ &= \left\{ \frac{255-x}{255-191} ; 191 < x < 255 \right\} \\ &= \left\{ \frac{x-127}{191-127} ; 127 < x < 191 \right\} \\ &= \{0 ; x \leq 127\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Agak Redup}}(x) &= \{0 ; x \geq 191\} \\ &= \left\{ \frac{191-x}{191-127} ; 127 < x < 191 \right\} \\ &= \left\{ \frac{x-63}{127-63} ; 63 < x < 127 \right\} \\ &= \{0 ; x \leq 63\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Redup}}(x) &= \{0 ; x \geq 127\} \\ &= \left\{ \frac{127-x}{127-63} ; 63 < x < 127 \right\} \\ &= \left\{ \frac{63-x}{63} ; 0 < x < 63 \right\} \\ &= \{0 ; x \leq 0\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Mati}}(x) &= \{0 ; x \geq 63\} \\ &= \left\{ \frac{x}{63} ; 0 < x < 63 \right\} \\ &= \{1 ; x \leq 0\}\end{aligned}$$

Lalu, setelah menghitung nilai *fuzzy* untuk output-nya, sistem menghitung kembali nilai *crisp* dari output tersebut melalui defuzzifikasi.

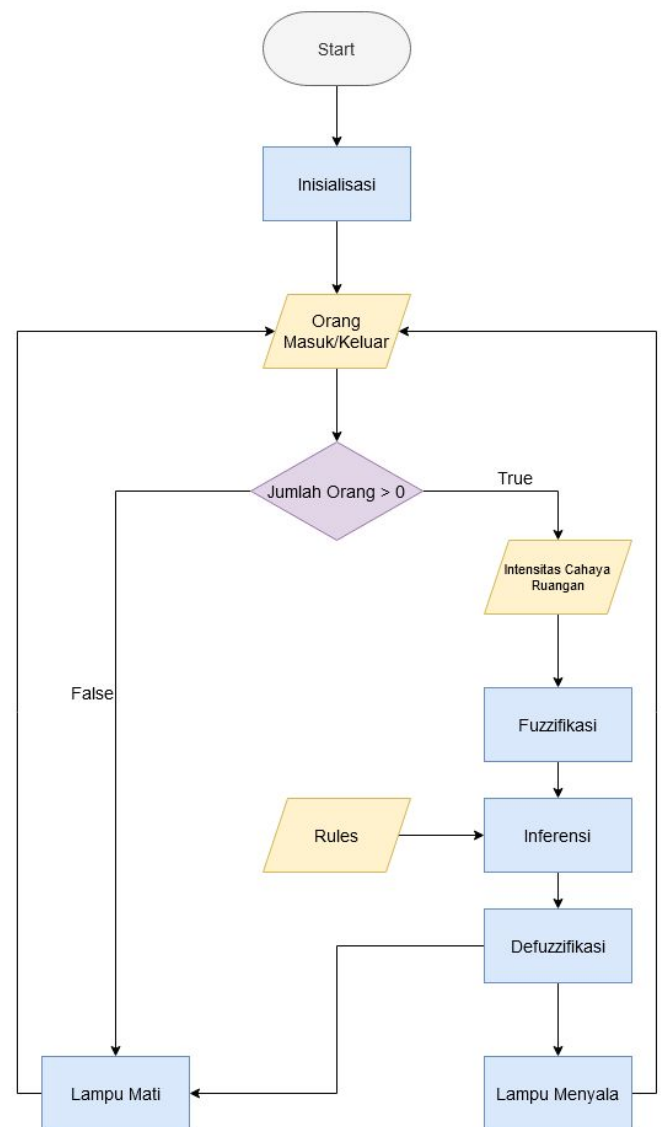


Fig. 7 Flowchart Pengolahan Data

Sebagai contoh kasus, diketahui intensitas cahaya pada ruangan sebesar 98 lux dan jumlah orang di dalam ruangan adalah 1. Maka untuk mencari nilai PWM, kita melakukan fuzzifikasi terlebih dahulu.

$$\mu_{\text{Redup}}(98) = \frac{125-98}{125-75} = 0,54$$

$$\mu_{\text{Agak Redup}}(98) = \frac{98-75}{125-75} = 0,46$$

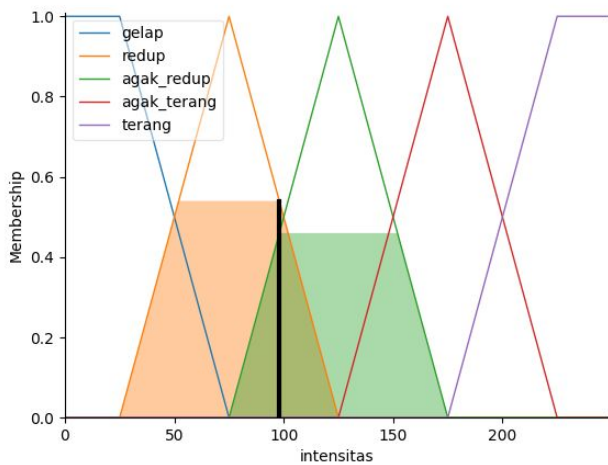


Fig. 8 Grafik Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya Ruangan

Fuzzy set yang dihasilkan berdasarkan rules yang telah ditetapkan :

- IF(intensitas\_cahaya\_ruangan = “redup”) AND(keberadaan = 1) THEN(PWM = “agak terang”)
- IF(intensitas\_cahaya\_ruangan = “agak redup”) AND(keberadaan = 1) THEN(PWM = “agak redup”)

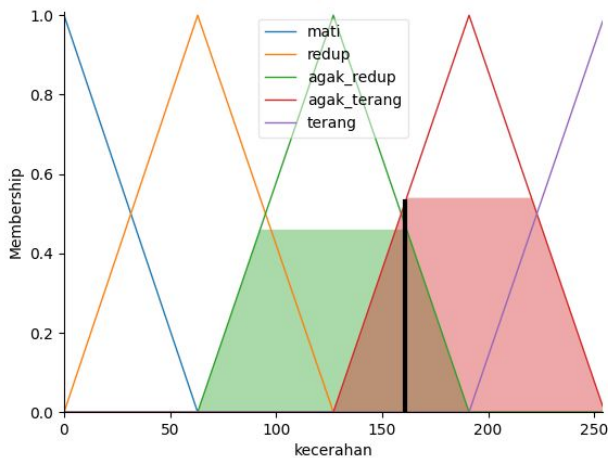


Fig. 9 Grafik Fungsi Keanggotaan PWM

Kemudian, melakukan proses defuzzifikasi dengan metode *average weight* :

$$Z = \frac{\sum(w_i \times z)}{\sum(w_i)} = \frac{(0.54 \times 191) + (0.46 \times 127)}{0.54 + 0.46} = 161,56$$

Simulasi perhitungan dibuat dengan menggunakan bahasa *Python* dan menggunakan library *scikit-fuzzy* serta *matplotlib*. Kode program :

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

intensitas = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 250, 1),
                              'intensitas')
pwm = ctrl.Consequent(np.arange(0, 255, 1),
                      'kecerahan')

intensitas['gelap'] = fuzz.trapmf(intensitas.universe, [0, 0, 25, 75])
intensitas['redup'] = fuzz.trimf(intensitas.universe, [25, 75, 125])
intensitas['agak_redup'] = fuzz.trimf(intensitas.universe, [75, 125, 175])
intensitas['agak_terang'] = fuzz.trimf(intensitas.universe, [125, 175, 225])
intensitas['terang'] = fuzz.trapmf(intensitas.universe, [175, 225, 250, 250])

pwm['mati'] = fuzz.trimf(pwm.universe, [0, 0, 63])
pwm['redup'] = fuzz.trimf(pwm.universe, [0, 63, 127])
pwm['agak_redup'] = fuzz.trimf(pwm.universe, [63, 127, 191])
pwm['agak_terang'] = fuzz.trimf(pwm.universe, [127, 191, 255])
pwm['terang'] = fuzz.trimf(pwm.universe, [191, 255, 255])

intensitas.view()
pwm.view()

rule1 = ctrl.Rule(intensitas['gelap'],
                  pwm['terang'])
rule2 = ctrl.Rule(intensitas['redup'],
                  pwm['agak_terang'])
rule3 = ctrl.Rule(intensitas['agak_redup'],
                  pwm['agak_redup'])
rule4 = ctrl.Rule(intensitas['agak_terang'],
                  pwm['redup'])
rule5 = ctrl.Rule(intensitas['terang'],
                  pwm['mati'])
```

```

pwm_ctrl = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2,
rule3, rule4, rule5])
nilai_pwm = ctrl.ControlSystemSimulation(pwm_ctrl)

input_jml_orang = input("Masukan jumlah orang
dalam ruangan : ")
input_intensitas = input("Masukan intensitas
cahaya dalam ruangan dalam lux (lx) : ")

if (int(input_jml_orang) > 0) :

    nilai_pwm.input['intensitas'] =
int(input_intensitas)
    nilai_pwm.compute()

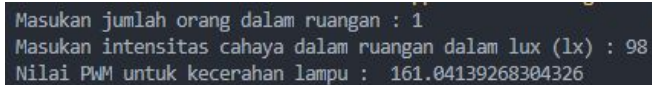
    intensitas.view(sim=nilai_pwm)
    pwm.view(sim=nilai_pwm)

    print("Nilai PWM untuk kecerahan lampu : ",
nilai_pwm.output['kecerahan'])
    a = input()

else :
    print("Nilai PWM untuk kecerahan lampu : 0")

```

Untuk hasil output dari program dengan data input contoh kasus diatas :



```

Masukan jumlah orang dalam ruangan : 1
Masukan intensitas cahaya dalam ruangan dalam lux (lx) : 98
Nilai PWM untuk kecerahan lampu : 161.04139268304326

```

Fig. 10 Hasil Output Program

### III. KESIMPULAN

Sistem lampu ruangan otomatis adalah sistem yang mampu mengatur kecerahan lampu secara otomatis berdasarkan keberadaan orang di dalam ruangan dan intensitas cahaya di dalam ruangan. Sistem ini menggunakan dua jenis sensor, yaitu LDR dan sensor ultrasonik HC-SR04. Dengan *fuzzy logic*, sistem dapat menentukan kecerahan lampu lebih halus, dengan memanfaatkan PWM pada mikrokontroler.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Electronic Notes, *Light Dependent Resistor*. [Online]. Tersedia : [https://www.electronics-notes.com/articles/electronic\\_components/resistors/light-dependent-resistor-ldr.php/](https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/resistors/light-dependent-resistor-ldr.php/)
- [2] Andalan Elektro (2018), *Cara Kerja dan Karakteristik Sensor Ultrasonic HC-SR04*. [Online]. Tersedia : <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html/>
- [3] Ganjar Turesna, Zulkarnain, dan Hermawan, "Pengendali Intensitas Lampu Ruangan Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode Fuzzy Logic", *J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst)*, Vol 7 (2), 2015.