

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC
UNTUK SIMULASI KENDALI SUHU RUANG PRODUKSI**

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAN
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)**



Chaerul Rozikin

NIM: 41415120033

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Chaerul Rozikin

NIM : 41415120033

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Implementasi Metode Fuzzy Logic
Untuk Simulasi Kendali Suhu Ruang Produksi

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



METERAI
TEMPEL
T.C. 20
D23AAEF677217208
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Chaerul Rozikin

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK
SIMULASI KENDALI SUHU RUANG PRODUKSI**



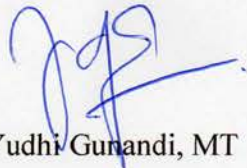
Disusun Oleh:

Nama : Chaerul Rozikin
NIM : 41415120033
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Ir. Yudhi Gunandi, MT

Koordinator Tugas Akhir



Dr. Setiyo Budiyo, ST, MT

Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah yang telah menurunkan kepada hamba-Nya Al Kitab (Al Quran) dan Dia tidak mengadakan kebengkokan di dalamnya sebagai bimbingan yang lurus, untuk memperingatkan akan siksaan yang sangat pedih dari sisi Allah dan memberi berita gembira kepada orang-orang yang beriman, yang mengerjakan amal saleh, bahwa mereka akan mendapat pembalasan yang baik, mereka kekal di dalamnya untuk selamanya. (Q.S.Al Kahfi : 1-4)

Shalawat beruntai salam tak lupa selalu penulis haturkan kepada junjungan, panutan dan idola penulis, sang pembawa cahaya keislaman, Muhammad SAW. beserta seluruh keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Simulasi Kendali Suhu Ruang Produksi”** ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai Strata Satu pada Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama proses penyusunan laporan ini, yaitu kepada :

1. Bpk. Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
2. Bpk. Fadli Sirait, S.Si, MT. selaku Wakil Ketua Program Studi Teknik Elektro.
3. Bpk. Triyanto Pangaribowo, ST,MT. selaku Koordinator Tugas Akhir dan dosen mata kuliah Metodologi Penelitian.
4. Bpk. Ir. Yudhi Gunandi.MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan staf Universitas Mercu Buana Jakarta.
6. Bapak, Ibu, saudara dan saudari penulis yang telah memberikan bantuan dan motivasi sampai selesainya tugas akhir ini.
7. Teman-teman PKK UMB Teknik Elektro terutama angkatan 28 dan semua pihak yang membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai tepat waktu.

Penulis berharap laporan akhir ini akan memberikan manfaat bagi kita semua baik itu bagi akademisi ataupun bagi rekan–rekan sesama mahasiswa di Universitas Mercu Buana dan bagi para penggemar robotika.

Akhir kata dengan senang hati penulis menghargai semua kritikan dan saran dari pembaca guna kesempurnaan tugas akhir ini di masa yang akan datang.

Jakarta, 10 Agustus 2017

Chaerul Rozikin



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
Kata Pengantar	ii
ABSTRAK	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR	8
BAB I PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Batasan Permasalahan	11
1.4 Tujuan Peneitian.....	12
1.5 Metodologi Penelitian.....	12
1.1.1. Studi Literatur	12
1.1.2. Studi Laboratorium.....	12
1.6 Sistematika Penulian	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
2.1. Studi Litelatur.....	14
2.2. Kendali On/Off.....	17
2.3. Fuzzy Logic.....	18
2.3.1. Fungsi Keanggotaan Segitiga	19
2.3.2. Fuzzifikasi	20
2.3.3. Proses Inferensi	20
2.3.4. Defuzzifikasi	21
2.4. Pulse Width Modulation (PWM).....	22
2.4.1. Perhitungan Duty Cycle PWM	23
2.5. Nidce VA450DC Fan Brushless High Speed	25
2.5.1. Rangkaian Nidce VA450DC	26
2.6. DHT 11 Temperature Sensor.....	27
2.7 Arduino Mega 2560.....	29
2.8. Perangkat Lunak.....	36

2.8.1. Programmer.....	36
BAB III PERANCANGAN ALAT.....	37
3.1. Tujuan Desain	37
3.2. Langkah Desain.....	37
3.3. Spesifikasi Plant Kendali Suhu.....	37
3.4. Desain Ruang Simulasi.....	38
3.5. Desain Sistem Elektronik	39
3.5.1. Rangkaian Power Supply.....	41
3.5.2. Rangkaian Sensor Suhu	41
3.5.3. Rangkaian Input <i>Toggel Switch</i>	42
3.5.4. Rangkaian PWM Fan dan Hall Effect Sensor	43
3.5.5. Rangkaian LCD Display.....	44
3.5.6. Perancangan Rangkaian Keseluruhan Sistem	45
3.6. Desain Perancangan Perangkat Lunak.....	47
3.6.1. Flow Chart.....	47
3.6.2. Desain Fuzzy Logic Controller.....	49
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA.....	53
4.1. Hasil Desain	53
4.2. Pengujian Sensor.....	55
4.2.1. Pengujian Sensor DHT 11	55
4.2.2. Pegujian Hall Sensor	57
4.3. Pengujian Output Fuzzy	57
4.4. Pengujian Output RPM.....	62
4.5. Pengujian Respon <i>Simulasi Kendali Suhu</i>	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	78
A. Listing Code Main Controller.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 - Tabel karakteristik sensor kelembaban udara/Humiditi	27
Tabel 2.2 - Spesifikasi Arduino Mega 2560	29
Tabel 2.3 - Pin Serial RX dan TX	32
Tabel 2.4 - Pin Eksternal Interupsi.....	31
Tabel 2.5 - Pin SPI.....	32
Tabel 3.1 - Pin Konfigurasi Keseluruhan Sistem	40
Tabel 3.2 - 3x3 Rule Fuzzy	46
Tabel 4.1 - Hasil Pengujian Sensor DHT 11	51
Tabel 4.2 - Hasil Pengukuran Suhu antara DHT11 dan Thermo-Hygrometer Digital	52
Tabel.4.3 - Hasil Pengujian Hall-Effect Sensor	53
Tabel.4.4 - Hasil Pengujian Hall-Effect Terhadap Perubahan nilai PWM.....	54
Tabel.4.5 - Hasil Pengujian Hall-Effect Sensor	58
Tabel 4.6 - Pengujian Output RPM	63
Tabel 4.7 - Respon Percobaan 1	66
Tabel 4.8 - Respon Percobaan 2.....	67
Tabel 4.9 - Respon Percobaan 3	68
Tabel 4.10 - Respon Percobaan 4.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Kontrol <i>ON/OFF</i>	16
Gambar 2.2 Ilustrasi Kontrol <i>ON/OFF</i> dengan Histerisis	17
Gambar 2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga	19
Gambar 2.4 Blok Diagram Close Loop Fuzzy Controller	21
Gambar 2.5 <i>Duty Cycle</i> dan Resolusi PWM	23
Gambar 2.6 Sinyal PWM	24
Gambar 2.7 Nidce BETAV VA450DC Fan High Speed	25
Gambar 2.8 Wiring Diagram Nidce BETAV VA450D	26
Gambar 2.9 Diagram Hall Effect Sensor	26
Gambar 2.10 Sensor kelembaban udara/Humidity (DHT11)	28
Gambar 2.11 <i>Board</i> Arduino Mega 2560	30
Gambar 2.12 Konfigurasi Pin Atmega 2560	36
Gambar 3.1. Simulasi Ruang tampak dari depan dan belakang	38
Gambar 3.2. Simulasi Ruang tampak dari samping	39
Gambar 3.3. Hardware Block Diagram	40
Gambar 3.4. Rangkaian Elektronika Keseluruhan	41
Gambar 3.5. Flow Chart Sistem Simulasi Kendali Suhu	45
Gambar 3.6. Fuzzy Logic Controller Block Diagram	46
Gambar 3.7 Grafik Membership Variable Suhu	47
Gambar 3.8 Grafik Membership Variable Status Mesin	47
Gambar 3.9 Grafik Membership Variable Output PWM	48
Gambar 4.1 Hasil Desain Maket Sistem Simulasi	50
Gambar 4.2 Hasil Desain Maket Sistem Simulasi Bagian Power dan Kendali	51
Gambar 4.3 Hasil Desain Maket Sistem Simulasi pada Bagian Dalam	51
Gambar 4.4 Hasil Desain Maket Sistem Simulasi Tampilan LCD	51
Gambar 4.5 Tampilan Pemodelan Fuzzy dalam Software MATLAB	56
Gambar 4.6 Tampilan Membership Input Suhu	57
Gambar 4.7 Tampilan Membership Jumlah Aktifasi Mesin	58
Gambar 4.8 Membership Output Fuzzy	58

Gambar 4.9 Rule Fuzzy.....	59
Gambar 4.10 Rule Viewer.....	59
Gambar 4.11 Membership Suhu Fuzzy untuk Output RPM.....	62
Gambar 4.12 Membership Jumlah Mesin Fuzzy untuk Output RPM	62
Gambar 4.13 Membership Output RPM	63
Gambar 4.14 Rule Fuzzy Output RPM	64
Gambar 4.15 Rule Viewer Output Fuzzy	65
Gambar 4.16 Grafik Output Simulasi Kendali Suhu	67
Gambar 4.17 Grafik Percobaan 1	68
Gambar 4.18 Grafik Percobaan 2	69
Gambar 4.19 Grafik Percobaan 3	72



DAFTAR PUSTAKA

- [1]Prihatmoko, Dias. 2016. *Perancangan dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno*.Jurnal SIMETRIS Volume 7 No. ISSN 2252-4983.
- [2]S.Malaisamy, A.Srinivasan, M.Mohamed Rafiq, 2016. Power Optimization and Temperature control in Solar Powered Automated Dryer Using Fuzzy Controller. International Journal of ChemTech Research Vol.9, No.05 pp 551-557.
- [3]Kaur, Arshdeep dan Kaur, Amrit. 2013 *Comparison Of Fuzzy Logic And Neuro Fuzzy Algorithms For Air Conditioning System*.International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) Volume-2 ISSN: 2231-2307.
- [4]Kumar Das, Tarun. dan Das,Yudhajit. 2013 *Design of A Room Temperature And Humidity Controller Using Fuzzy Logic*.American Journal of Engineering Research (AJER) 2013 Volume-02, No 86-97 ISSN : 2320-0847
- [5]Singhala, P. dan Shah, D. N. 2014 *Temperature Control using Fuzzy Logic*. International Journal of Instrumentation and Control Systems (IJICS) Vol.4, No.1
- [6]Lestari,Riris Eka. dan Abadi,Agus Maman. 2015 Aplikasi Fuzzy Logic Pada Pengaturan Air Cooler Untuk Ruang, *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*. ISBN. 978-602-73403-0-5
- [7] Kurniawan,Adi.2012 Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban Untuk Optimasi Proses Pembuatan Tempe Berbasis Micocontoller. Skripsi. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional
- [8] Abdussaid, Omar. 2017. *Desain Dan Implementasi Line Follower Robot Dengan Metode Kontrol Fuzzy Logic Berbasis Atmega 16*. Tugas Akhir. Jakarta: Universitas Mercu Buana
- [9] Widodo Budiharto. (2016). *Machine & Learning Computational Intelligence*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [10]Suyanto. (2014). *Artificial Intelligence*. Bandung: Penerbit Informatika
- [11] Endra Pitowarno. (2006). *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset
- [12] Datasheet Nidec BETAV450 <http://www.nidecpg.com/fanpdfs/ta450dc7.pdf>

- [14] Datasheet DHT 11 <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>
- [15] Islam, Izzatul, Hannif, dan Nabilah, Nida. 2016 *Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Dht22 Dan Passive Infrared (Pir)*. Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2016 Volume V No.ISSN 2339-0654



LAMPIRAN

A. Listing Code Main Controller

```
/** Tugas Akhir 2017
/** Simulasi Kendali Suhu Ruang
// * Created: 01/06/2017 18:44:49
/** Author : Chaerul Rozikin */

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);

const int chipSelect = 54;

#include "DHT.h" //Memasukan Library DHT ke Program
#define DHTPIN 2 //menggunakan pin 2 untuk pemasangan sensornya
#define DHTTYPE DHT11 //memilih tipe DHT11, bisa diubah menjadi DHT22, DHT21

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //setting pin yang dipilih dan tipe DHT
Adafruit_BMP085 bmp;

//Membership Suhu dingin Limit
#define Suhu_Ding_Low 25.0f
#define Suhu_Ding_Hi 30.0f
#define Suhu_DingF (Suhu_Ding_Flag==1)

//Membership Suhu Normal Limit
#define Suhu_Nor_Low 25.0f
#define Suhu_Nor_Hi 35.0f
#define Suhu_Nor_Mid 30.0f
#define Suhu_NorF (Suhu_Nor_Flag==1)

//Membership Suhu Panas Limit
#define Suhu_Pan_Low 30.0f
#define Suhu_Pan_Hi 35.0f
#define Suhu_PanF (Suhu_Pan_Flag==1)

//Membership Kapasitas Mesin Sedikit Limit
#define Kap_Sedi_Low 0.0f
#define Kap_Sedi_Hi 5.0f
#define Kap_SediF (Kap_Sedi_Flag==1)
```

```

//Membership Kapasitas Mesin Sedang Limit
#define Kap_Seda_Low 0.0f
#define Kap_Seda_Hi 10.0f
#define Kap_Seda_Mid 5.0f
#define Kap_SedaF (Kap_Seda_Flag==1)

//Membership Kapasitas Mesin Banyak Limit
#define Kap_Ban_Low 5.0f
#define Kap_Ban_Hi 10.0f
#define Kap_BanF (Kap_Ban_Flag==1)

//Membership Speed Mati
#define Spd_Mat_Low 0.0f
#define Spd_Mat_Hi 40.0f
//#define Spd_MatF (Spd_Mat_Flag==1)

//Membership Speed Pelan
#define Spd_Pel_Low 0.0f
#define Spd_Pel_Hi 80.0f
#define Spd_Pel_Mid 40.0f
//#define Spd_PelF (Spd_Pel_Flag==1)

//Membership Speed Sedang
#define Spd_Sed_Low 40.0f
#define Spd_Sed_Hi 120.0f
#define Spd_Sed_Mid 80.0f
//#define Spd_SedF (Spd_Sed_Flag==1)

//Membership Speed Cepat
#define Spd_Cep_Low 80.0f
#define Spd_Cep_Hi 120.0f
//#define Spd_CepF (Spd_Cep_Flag==1)

//Semesta membership Kecepatan
#define Min_Membership 0
#define Max_Membership 120
#define Semesta_Member (Max_Membership - Min_Membership)
#define PWM_OUT 13// pin PWM di no 13

//Variables used for calculations

//The pin location of the sensor
int hallsensor = 18; typedef struct{

//Defines the structure for multiple fans and
//their dividers
char fantype;
unsigned int fandiv; }fanspec;

```

```

//Definitions of the fans
//This is the variable used to select the fan and it's divider,
//set 1 for unipole hall effect sensor
//and 2 for bipole hall effect sensor
fanspec fanspace[3]={{0,1},{1,2},{2,8}}; char fan = 1;

int NbTopsFan, Calc; //int Calc;
ISR(INT3_vect)
{ NbTopsFan++; }

int OutPinA = 30;
int OutPinB = 31;
int OutPinC = 32;
int OutPinD = 33;
void setup() {
  //noInterrupts();
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PWM_OUT, OUTPUT); // Pin PWM di No 13
  pinMode(2, INPUT_PULLUP); // Pin Count Up
  //pinMode(3, INPUT_PULLUP); // Pin Count Down
  pinMode(OutPinA, OUTPUT);
  pinMode(OutPinB, OUTPUT);
  pinMode(OutPinC, OUTPUT);
  pinMode(OutPinD, OUTPUT);
  pinMode(30, INPUT_PULLUP);
  pinMode(32, INPUT_PULLUP);
  pinMode(34, INPUT_PULLUP);
  pinMode(36, INPUT_PULLUP);
  pinMode(38, INPUT_PULLUP);
  pinMode(40, INPUT_PULLUP);
  pinMode(42, INPUT_PULLUP);
  pinMode(44, INPUT_PULLUP);
  pinMode(46, INPUT_PULLUP);
  pinMode(48, INPUT_PULLUP);
  //pinMode(19, INPUT_PULLUP);
  //pinMode(30, INPUT_PULLUP);
  //pinMode(30, INPUT_PULLUP);
  //pinMode(30, INPUT_PULLUP);
  dht.begin(); //Komunikasi DHT dengan Arduino
  //if (!SD.begin(chipSelect)) {return;}
  SD.begin(chipSelect);
  //if (!bmp.begin()) {
//Serial.println("Could not find a valid BMP085 sensor, check
wiring!");
//while (1) {}
//}
  //set timer1 interrupt at 1Hz
  TCCR1A = 0; // set entire TCCR1A register to 0
  TCCR1B = 0; // same for TCCR1B
  TCNT1 = 0; //initialize counter value to 0

```

```

// set compare match register for 1hz increments
OCR1A = 15624;// = (16*10^6) / (1*1024) - 1 (must be <65536)
// turn on CTC mode
TCCR1B |= (1 << WGM12);
// Set CS12 and CS10 bits for 1024 prescaler
TCCR1B |= (1 << CS12) | (1 << CS10);
// enable timer compare interrupt
TIMSK1 |= (1 << OCIE1A);

lcd.begin();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Suhu:           ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Qty Mesin ON:       ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Fuzzy:              ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("PWM:                ");
pinMode(hallsensor, INPUT);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
// INT3: On
// INT3 Mode: Rising Edge
// INT4: Off
// INT5: Off
// INT6: Off
// INT7: Off
EICRA=0xC0;
EICRB=0x00;
EIMSK=0x08;
EIFR=0x08;
  //Serial.begin(9600);
  //attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(hallsensor),      rpm,
RISING);
  interrupts();
  //interrupts();
}
String dataString = "";
/*
void send_string(int data_buf) {

  dataString = String (data_buf);
  File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
  dataFile.println(dataString);
  dataFile.close();}*/

```



```

ISR(TIMER1_COMPA_vect){
//Calc =(NbTopsFan * 60)/fanspace[fan].fandiv);
Calc =NbTopsFan*0.6;//(NbTopsFan*60)/30;
NbTopsFan=0;
//send_string(
File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
    dataFile.println(dataString);
    dataFile.close();
dataString = "";
}
int jumlah_msn,PWM_Val;//,counting_rpm=0,rpm_val=0;
int sensor_suhu_val;
float suhu,out_fuzzy;
boolean msn1,msn2,msn3,msn4,msn5,msn6,msn7,msn8,msn9,msn10;
char buff[9];byte simbol_derajat=B11011111;

```

```

void loop(){
//test();

    digitalWrite(OutPinA, HIGH);
    digitalWrite(OutPinB, LOW);
    digitalWrite(OutPinC, HIGH);
    digitalWrite(OutPinD, LOW);
    unsigned char pwm_val;
    //interrupts();
    //cli();
    while(1){
//        NbTopsFan = 0;

        suhu=dht.readTemperature();
        //interrupts();
        //delay(1000);
        //noInterrupts();

msn1=!digitalRead(30);msn2=!digitalRead(32);msn3=!digitalRead(
34);msn4=!digitalRead(36);msn5=!digitalRead(38);

msn6=!digitalRead(40);msn7=!digitalRead(42);msn8=!digitalRead(
44);msn9=!digitalRead(46);msn10=!digitalRead(48);

jumlah_msn=msn1+msn2+msn3+msn4+msn5+msn6+msn7+msn8+msn9+msn10;

        //sensor_suhu_val=bmp.readTemperature();
        //fuzzifikasi((float)sensor_suhu_val,
(float)jumlah_msn);
        fuzzifikasi(suhu, (float)jumlah_msn); //dht11 optional
sensor
        fuzzy_inference();

```

```

        out_fuzzy=defuzzifikasi();
        pwm_val = (unsigned
char) ((out_fuzzy/Max_Membership)*255);
        analogWrite(PWM_OUT,pwm_val); // output PWM di pin 13
konek kipas ke sini....
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Suhu:");
        //lcd.print(sensor_suhu_val); //display for bmp 085
        lcd.print(suhu); // diplay for dht 11
        lcd.write(simbol_derajat);lcd.print("C ");
        lcd.setCursor(0,1);
        sprintf(buff,"Jumlah Mesin ON= %d ",jumlah_msn);
        lcd.print(buff);
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print("Fuzzy:");
        lcd.print(out_fuzzy);
        lcd.setCursor(0,3);
        sprintf(buff,"PWM= %d ",pwm_val);
        lcd.print(buff);
        lcd.setCursor(9,3);
        lcd.print("RPM=");
        lcd.print(Calc);
        dataString = String(out_fuzzy);
        dataString +=",";
        dataString += String(suhu); //bmp085
        //dataString += String(sensor_suhu_val);
        dataString +=",";
        dataString +=String(jumlah_msn);
        delay(200);
    }
}

```

```

unsigned int integerValue1 = 0, integerValue2 = 0; // Max
value is 65535
char incomingByte1, incomingByte2 ;

float Suhu_Ding, Suhu_Nor, Suhu_Pan, Kap_Sedi, Kap_Seda,
Kap_Ban, Temp_Mati [4], Temp_Pelan[4], Temp_Sedang[3],
Cepat_Val, Mati_Val, Pelan_Val, Sedang_Val;
boolean Suhu_Ding_Flag = 0, Suhu_Nor_Flag = 0, Suhu_Pan_Flag =
0, Kap_Sedi_Flag = 0, Kap_Seda_Flag = 0, Kap_Ban_Flag = 0;
float tes_z;
void test(){
    Serial.print("Suhu: ?");
    while (1) {
        if (Serial.available() > 0) { // something came across
serial

```

```

        integerValue1 = 0;                // throw away previous
integerValue
        while (1) {                      // force into a loop until 'n' is
received
            incomingByte1 = Serial.read();
            if (incomingByte1 == '\n') break;    // exit the
while(1), we're done receiving
            if (incomingByte1 == -1) continue;    // if no
characters are in the buffer read() returns -1
            integerValue1 *= 10; // shift left 1 decimal place
            // convert ASCII to integer, add, and shift left 1
decimal place
            integerValue1 = ((incomingByte1 - 48) +
integerValue1);
        }
        Serial.print("Jumlah Orang:");
    }
    //Serial.print("Error: %i\n", integerValue1);

    if (Serial.available() > 0) { // something came across
serial
        integerValue2 = 0;                // throw away previous
integerValue
        while (1) {                      // force into a loop until 'n' is
received
            incomingByte2 = Serial.read();
            if (incomingByte2 == '\n') break;    // exit the
while(1), we're done receiving
            if (incomingByte2 == -1) continue;    // if no
characters are in the buffer read() returns -1
            integerValue2 *= 10; // shift left 1 decimal place
            // convert ASCII to integer, add, and shift left 1
decimal place
            integerValue2 = ((incomingByte2 - 48) +
integerValue2);
        }
        //Serial.print("DError: %i\n", integerValue1);
        fuzzifikasi((float)integerValue1, (float)integerValue2);
        fuzzy_inference();

        Serial.print("Suhu: ");
        printDouble((double) integerValue1, 100);
        Serial.print("Jumlah Orang: ");
        printDouble((double) integerValue2, 100);
        Serial.print("Suhu_Ding: ");
        printDouble((double) Suhu_Ding, 100);
        Serial.print("Suhu_Nor: ");
        printDouble((double) Suhu_Nor, 100);
        Serial.print("Suhu_Pan: ");
        printDouble((double) Suhu_Pan, 100);
        Serial.print("Kap_Sedi: ");

```

```

    printDouble((double) Kap_Sedi, 100);
    Serial.print("Kap_Seda: ");
    printDouble((double) Kap_Seda, 100);
    Serial.print("Kap_Ban: ");
    printDouble((double) Kap_Ban, 100);
    Serial.print("Temp_Mati1: ");
    printDouble((double) Temp_Mati[0], 100);
    Serial.print("Temp_Mati2: ");
    printDouble((double) Temp_Mati[1], 100);
    Serial.print("Temp_Mati3: ");
    printDouble((double) Temp_Mati[2], 100);
    Serial.print("Temp_Pelan1: ");
    printDouble((double) Temp_Pelan[0], 100);
    Serial.print("Temp_Pelan2: ");
    printDouble((double) Temp_Pelan[1], 100);
    Serial.print("Temp_Pelan3: ");
    printDouble((double) Temp_Pelan[2], 100);
    Serial.print("Temp_Sedang1: ");
    printDouble((double) Temp_Sedang[0], 100);
    Serial.print("Temp_Sedang2: ");
    printDouble((double) Temp_Sedang[1], 100);
    Serial.print("Temp_Sedang3: ");
    printDouble((double) Temp_Sedang[2], 100);
    Serial.print("Cepat_Val: ");
    printDouble((double) Cepat_Val, 100);
    Serial.print("Mati_Val: ");
    printDouble((double) Mati_Val, 100);
    Serial.print("Pelan_Val: ");
    printDouble((double) Pelan_Val, 100);
    Serial.print("Sedang_Val: ");
    printDouble((double) Sedang_Val, 100);
    tes_z = defuzzifikasi();
    Serial.print("out defuzzifikasi: ");
    printDouble((double) tes_z, 100);
    Serial.print("Suhu: ?");
}
}

}
/////          segitiga
// Calculate Membership Negative
float Mem_Neg(float Err, float Hi, float Lo) {
    float hitung;
    hitung = (Hi - Err) / (Hi - Lo);
    return hitung;
}

/////          segitiga
//calculate membership Positive
float Mem_Pos(float Err, float Hi, float Lo) {
    float hitung;

```

```

    hitung = (Err - Lo) / (Hi - Lo);
    return hitung;
}

//Calculate membership zero
float Mem_Zer(float Err, float Hi, float Lo, float mid)
{
    float hitung;
    if (Err >= mid) {
        hitung = Mem_Neg(Err, Hi, mid);
        return hitung;
    }
    else {
        hitung = Mem_Pos(Err, mid, Lo);
        return hitung;
    }
}

void fuzzifikasi(float Suhu, float Orang)
{
    //Membership Suhu Dingin Condition
    if (Suhu < Suhu_Ding_Low) {
        Suhu_Ding = 1.0;
        Suhu_Ding_Flag = 1;
    }
    else if ((Suhu >= Suhu_Ding_Low) && (Suhu <= Suhu_Ding_Hi))
    {
        Suhu_Ding = Mem_Neg(Suhu, Suhu_Ding_Hi, Suhu_Ding_Low);
        Suhu_Ding_Flag = 1;
    }
    else {
        Suhu_Ding = 0.0;
        Suhu_Ding_Flag = 0;
    }

    //Membership Suhu Normal Condition
    if ((Suhu >= Suhu_Nor_Low) && (Suhu <= Suhu_Nor_Hi)) {
        Suhu_Nor = Mem_Zer(Suhu, Suhu_Nor_Hi, Suhu_Nor_Low,
        Suhu_Nor_Mid); Suhu_Nor_Flag = 1;
    }
    else {
        Suhu_Nor = 0.0;
        Suhu_Nor_Flag = 0;
    }

    //Membership Suhu Panas Condition
    if ((Suhu >= Suhu_Pan_Low) && (Suhu <= Suhu_Pan_Hi)) {
        Suhu_Pan = Mem_Pos(Suhu, Suhu_Pan_Hi, Suhu_Pan_Low);
        Suhu_Pan_Flag = 1;
    }
}

```

```

else if (Suhu > Suhu_Pan_Hi) {
    Suhu_Pan = 1.0;
    Suhu_Pan_Flag = 1;
}
else {
    Suhu_Pan = 0.0;
    Suhu_Pan_Flag = 0;
}

//Membership Mesin Sedikit Condition
if ((Mesin >= Kap_Sedi_Low) && (Mesin <= Kap_Sedi_Hi)) {
    Kap_Sedi = Mem_Neg(Mesin, Kap_Sedi_Hi, Kap_Sedi_Low);
Kap_Sedi_Flag = 1;
}
else {
    Kap_Sedi = 0.0;
    Kap_Sedi_Flag = 0;
}
//Membership Mesin Sedang Condition
if ((Mesin >= Kap_Seda_Low) && (Mesin <= Kap_Seda_Hi)) {
    Kap_Seda = Mem_Zer(Mesin, Kap_Seda_Hi, Kap_Seda_Low,
Kap_Seda_Mid); Kap_Seda_Flag = 1;
}
else {
    Kap_Seda = 0.0;
    Kap_Seda_Flag = 0;
}
//Membership Mesin Banyak Condition
if ((Mesin >= Kap_Ban_Low) && (Mesin <= Kap_Ban_Hi)) {
    Kap_Ban = Mem_Pos(Mesin, Kap_Ban_Hi, Kap_Ban_Low);
Kap_Ban_Flag = 1;
}
else {
    Kap_Ban = 0.0;
    Kap_Ban_Flag = 0;
}
}

void fuzzy_inference() {
    float a, b;
    a = 0.0; b = 0.0;
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        Temp_Mati [i] = 0; Temp_Pelan[i] = 0; Temp_Sedang[i] = 0;
    }
    Cepat_Val = 0;

    if (Suhu_DingF && Kap_SediF) {
        Temp_Mati[0] = min(Suhu_Ding, Kap_Sedi);
    }
    if (Suhu_DingF && Kap_SedaF) {

```

```

    Temp_Mati[1] = min(Suhu_Ding, Kap_Seda);
}
if (Suhu_DingF && Kap_BanF) {
    Temp_Pelan[0] = min(Suhu_Ding, Kap_Ban);
}

if (Suhu_NorF && Kap_SediF) {
    Temp_Pelan[1] = min(Suhu_Nor, Kap_Sedi);
}
if (Suhu_NorF && Kap_SedaF) {
    Temp_Pelan[2] = min(Suhu_Nor, Kap_Seda);
}
if (Suhu_NorF && Kap_BanF) {
    Temp_Sedang[0] = min(Suhu_Nor, Kap_Ban);
}

if (Suhu_PanF && Kap_SediF) {
    Temp_Sedang[1] = min(Suhu_Pan, Kap_Sedi);
}
if (Suhu_PanF && Kap_SedaF) {
    Temp_Sedang[2] = min(Suhu_Pan, Kap_Seda);
}
if (Suhu_PanF && Kap_BanF) {
    Cepat_Val = min(Suhu_Pan, Kap_Ban);
}

Mati_Val = max(Temp_Mati[0], Temp_Mati[1]);
a = max(Temp_Pelan[0], Temp_Pelan[1]);
Pelan_Val = max(a, Temp_Pelan[2]);
a = max(Temp_Sedang[0], Temp_Sedang[1]);
Sedang_Val = max(a, Temp_Sedang[2]);
}

float defuzzifikasi()
{
    float val_buf_pembilang, val_buf_penyebut, val_buf, n;
    float val_mat_buf, val_pel_buf, val_sed_buf, val_cep_buf,
buf;
    val_buf_pembilang = 0.0; val_buf_penyebut = 0.0;
    val_mat_buf = 0.0; val_pel_buf = 0.0; val_sed_buf = 0.0;
    for (int i = 0 ; i <= Semesta_Member; i++) {
        n = (float)(i + Min_Membership);
        //buf=0.0;
        if (((i + Min_Membership) >= Spd_Mat_Low) && ((i +
Min_Membership) <= Spd_Mat_Hi)) {
            buf = Mem_Neg(n, Spd_Mat_Hi, Spd_Mat_Low);
            val_mat_buf = min(buf, Mati_Val);
        } else {
            val_mat_buf = 0.0;
        }
    }
}

```

```

    if ((i + Min_Membership) >= Spd_Pel_Low) && ((i +
Min_Membership) <= Spd_Pel_Hi) {
        buf = Mem_Zer(n, Spd_Pel_Hi, Spd_Pel_Low, Spd_Pel_Mid);
val_pel_buf = min(buf, Pelan_Val);
    }
    else {
        val_pel_buf = 0.0;
    }

    if (((i + Min_Membership) >= Spd_Sed_Low) && ((i +
Min_Membership) <= Spd_Sed_Hi)) {
        buf = Mem_Zer(n, Spd_Sed_Hi, Spd_Sed_Low, Spd_Sed_Mid);
val_sed_buf = min(buf, Sedang_Val);
    }
    else {
        val_sed_buf = 0.0;
    }

    if (((i + Min_Membership) >= Spd_Cep_Low) && ((i +
Min_Membership) <= Spd_Cep_Hi)) {
        buf = Mem_Pos(n, Spd_Cep_Hi, Spd_Cep_Low); val_cep_buf =
min(buf, Cepat_Val);
    }
    else {
        val_cep_buf = 0.0;
    }

    if ((val_mat_buf >= val_pel_buf) && (val_mat_buf >=
val_sed_buf) && (val_mat_buf >= val_cep_buf)) {
        val_buf_penyebut += val_mat_buf;
        val_buf_pembilang += (n * val_mat_buf);
    }
    else if ((val_pel_buf > val_mat_buf) && (val_pel_buf >=
val_sed_buf) && (val_pel_buf >= val_cep_buf)) {
        val_buf_penyebut += val_pel_buf;
        val_buf_pembilang += (n * val_pel_buf);
    }
    else if ((val_sed_buf > val_pel_buf) && (val_sed_buf >
val_mat_buf) && (val_sed_buf > val_cep_buf)) {
        val_buf_penyebut += val_sed_buf;
        val_buf_pembilang += (n * val_sed_buf);
    }
    else if ((val_cep_buf > val_pel_buf) && (val_cep_buf >
val_mat_buf) && (val_cep_buf > val_sed_buf)) {
        val_buf_penyebut += val_cep_buf;
        val_buf_pembilang += (n * val_cep_buf);
    }
    else {
        val_buf_pembilang += 0.0;
        val_buf_penyebut += (0.0);
    }

```



```

    }
}
val_buf = val_buf_pembilang / val_buf_penyebut;
return val_buf;
}
void printDouble( double val, unsigned int precision) {
    // prints val with number of decimal places determine by
    precision
    // NOTE: precision is 1 followed by the number of zeros for
    the desired number of decimal places
    // example: printDouble( 3.1415, 100); // prints 3.14 (two
    decimal places)

    Serial.print (int(val)); //prints the int part
    Serial.print("."); // print the decimal point
    unsigned int frac;
    if (val >= 0)
        frac = (val - int(val)) * precision;
    else
        frac = (int(val) - val ) * precision;
    Serial.println(frac, DEC) ;
}

```

