



# Prototype Burner Control of Gas Fuel Oven Machine using Fuzzy Logic Control and Wireless Data Monitoring

## Prototipe Burner Control Mesin Oven Berbahan Bakar Gas menggunakan Fuzzy Logic Control dan Monitoring Data secara Wireless

*Imam Wahyu Putra Perkasa<sup>1)</sup>, Fachrudin Hunaini<sup>2)</sup>, Sabar Setiawidayat<sup>3)</sup>*  
<sup>1,2,3)</sup> *Departement Electrical Engineering, Widyagama University Malang, Indonesia*

<sup>1)</sup> imamwahyu0412@gmail.com

<sup>2)</sup> fachrudin\_h@widyagama.ac.id

<sup>3)</sup> masdapro@yahoo.com

**Abstract.-** In the food processing industry that requires a roasting process using an oven machine, the temperature stability produced by the oven machine greatly affects the output produced. Oven machines that are often used are electric and gas oven machines, the burner control system maximizes the use of gas to fuel the oven engine. This system utilizes input from the DS18B20 temperature sensor which is used to read the temperature in the oven engine. The temperature control of the gas-fired burner control system is carried out by a microcontroller using a fuzzy logic method to control the gas valve in the form of a servo motor to open and close the gas valve automatically. For monitoring and controlling the work of the burner control using Internet of things (IoT) technology by utilizing the NodeMCU ESP8266 microcontroller as a processor and sending data wirelessly to an android smartphone via the BLYNK application which can make it easier for users to get information about actual temperature, setting temperature and timer. By using the fuzzy Sugeno, this system can regulate the gas servo valve with an accuracy rate of 99.93%.

**Keywords:** Gas oven; Burner control; Fuzzy logic; Internet of things.

**Abstrak.-** Pada industri pengolahan makanan yang memerlukan proses pemanggangan menggunakan mesin oven, kestabilan suhu yang dihasilkan mesin oven sangat berpengaruh pada *output* yang dihasilkan. mesin oven yang sering digunakan yaitu mesin oven listrik dan gas, sistem *burner control* memaksimalkan penggunaan gas untuk bahan bakar mesin oven, Sistem ini memanfaatkan *input* dari sensor suhu DS18B20 yang digunakan membaca temperatur dalam mesin oven. Pengendalian suhu sistem *burner control* berbahan bakar gas dikerjakan mikrokontroler dengan menggunakan metode logika fuzzy untuk mengendalikan *valve* gas yang berupa motor servo untuk buka tutup *valve* gas secara otomatis. Untuk *monitoring* dan *controlling* kerja dari *burner control* ini menggunakan teknologi *Internet of things* (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* sebagai pemroses dan mengirimkan data secara nirkabel ke *smartphone* android lewat aplikasi *BLYNK* yang dapat memudahkan *user* untuk mendapatkan informasi tentang suhu aktual, mengatur setpoint suhu dan timer. Dengan menggunakan fuzzy sugeno sistem ini bisa mengatur servo valve gas dengan tingkat akurasi mencapai 99,96%.

**Kata Kunci :** Oven gas; Burner control; Logika Fuzzy; Internet of things.

## I. PENDAHULUAN

Pada industri pengolahan makanan khususnya yang bahan baku produksinya memerlukan proses *baking* (pemanggangan) menggunakan mesin oven, dalam proses *baking* dalam oven ini menjadi hal sangat penting untuk menentukan hasil produksi tersebut, dimana kestabilan suhu yang dihasilkan mesin oven sangat berpengaruh pada *output* yang dihasilkan, ada beberapa jenis mesin oven yang sering digunakan yaitu mesin oven listrik dan gas, pada penggunaannya oven listrik lebih mudah dalam pengendalian suhunya dibandingkan oven gas. oven listrik dalam pengendalian temperatur umumnya menggunakan sensor *thermocouple* dan *thermostat* sebagai pengatur pensaklaran elemen pemanas. Sedangkan pengendalian waktu pada oven umumnya menggunakan *timer* [1]. kali ini akan memaksimalkan penggunaan gas untuk bahan bakar mesin oven, bahan bakar gas terutama LPG memiliki nilai kalor yang cukup tinggi sekitar 47081 kJ/kg yang dapat memberi keunggulan dalam proses [2], kendala yang ada pada mesin oven gas adalah kurang maksimalnya pengendalian suhu yang terjadi dan tentunya sangat berpengaruh besar pada hasil produksi dan juga penggunaan gas yang kurang efisien.

Pada penelitian tentang kendali suhu mesin oven yang lebih dahulu masih banyak yang menggunakan metode PID, dimana pengontrol PID akan menghasilkan aksi kontrol dengan membandingkan kesalahan atau *error* yang merupakan selisih dari *process variable* dan *set point* sebagai masukan, berbeda dengan *fuzzy logic control* yang memiliki cara yang lebih sederhana dalam memberikan keputusan seperti halnya manusia berpikir, dengan menafsirkan data dan mencari solusi yang lebih tepat [3]. Metode kontrol logika *fuzzy* adalah metode yang mempresentasikan suatu nilai linguistik dari suatu variabel, misalkan variabel suhu yang dinyatakan dengan nilai linguistik panas, sejuk dan dingin. FLC lebih kokoh dibandingkan pengendali PID, karena mencakup daerah operasi yang lebih luas daripada pengendali PID, FLC juga dapat bekerja dengan lingkungan yang banyak gangguan, Selain itu FLC juga lebih mudah dimengerti dan dimodifikasi aturan-aturannya. *Fuzzy logic controller* banyak diaplikasikan pada bidang kendali peralatan rumah tangga seperti kulkas, mesin cuci, penghisap debu, penyejuk udara (AC), dan alat pengatur suhu pemanas pada *heater* mesin oven [4], Sistem *burner control* memanfaatkan *input* dari sensor suhu DS18B20 yang digunakan membaca temperatur ruangan dalam mesin oven. Sensor ini mampu membaca suhu dengan rentang pembacaan dari -55°C hingga 125°C dengan ketelitian kurang lebih 0.5°C [5]. Pada sistem *burner control* berbahan bakar gas pengendalian suhu dikerjakan mikrokontroler dengan menggunakan metode logika fuzzy untuk mengendalikan *valve gas* yang berupa motor servo, kerjanya untuk buka tutup

katup *valve gas* secara otomatis. Kelebihan motor servo dapat bekerja sesuai dengan kapasitas gas yang dibutuhkan mesin oven untuk mencapai kebutuhan setpoint suhu yang diinginkan.

Untuk *monitoring* proses kerja dari *burner control* dibuat suatu sistem monitor jarak jauh dengan *smartphone* dengan bantuan internet untuk kita lebih mudah mengetahui proses kerja *burner control* dari jarak jauh, Sistem yang dikembangkan meliputi dua bagian yaitu sistem kontrol dan sistem monitor data. Sistem kontrol ini akan mengatur agar suhu yang terjadi akan terus sesuai dengan yang diharapkan, sistem monitor data akan memberikan informasi kepada *user* tentang keadaan yang sedang berlangsung pada saat itu juga. Pengguna akan lebih mudah dan cepat untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan terkait dengan suhu yang sedang dimonitor saat itu juga. komponen penunjang yang tepat digunakan untuk penelitian ini adalah *Node MCU*, yaitu sebuah mikrokontroler keluarga arduino yang sudah terpasang modul wifi ESP8266 [6]. Penggunaan jaringan internet sebagai jalur komunikasi data memungkinkan sistem ini dapat bekerja dengan cepat. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam penelitian ini akan dirancang suatu sistem *burner control* mesin oven berbahan bakar gas menggunakan metode *fuzzy logic control* untuk mengendalikan dan menjaga kestabilan suhu dalam proses *baking*, sistem *burner control* juga dilengkapi dengan *monitoring* dan *controlling* jarak jauh yang dapat memudahkan *user* untuk mendapatkan informasi tentang proses kerja sistem tersebut secara langsung maupun mengontrol sistem tersebut sesuai dengan kebutuhan.

## II. METODE

### 2.1 Mesin Oven

Mesin oven banyak digunakan pada industri makanan, terutama industri yang dalam alur produksinya membutuhkan proses *baking*, dimana dalam proses *baking* tersebut membutuhkan suhu panas dari mesin oven tersebut untuk menghasilkan produk. sementara itu kebanyakan mesin oven otomatis menggunakan energi listrik untuk menggerakkan heater sebagai bahan utama pembakaran oven pada penggunaannya Oven listrik lebih mudah dalam pengendalian suhunya dibandingkan oven gas [1]. Namun penggunaan oven listrik dirasa kurang cocok jika digunakan pada industri yang membutuhkan energi panas yang cukup besar untuk proses produksinya, mesin oven gas lebih efektif dalam menyalurkan kalor yang dibutuhkan di proses pembakaran jika dibandingkan dengan *heater*.

[Figure 1 about here.]

### 2.2 Logika Fuzzy

Metode kontrol logika *fuzzy* adalah metode yang mempresentasikan suatu nilai linguistik dari suatu variabel, misalkan variabel suhu yang dinyatakan dengan nilai linguistik sejuk, hangat dan panas. Logika

fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [7].

2.3 Arduino Uno

Arduino merupakan platform yang terdiri dari software dan hardware. Hardware Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. arduino merupakan kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel serta software pemrograman yang berlisensi open source [8].

[Figure 2 about here.]

2.4 Servo Motor Valve

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (axis) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang ada pada pin kontrol motor servo [9].

[Figure 3 about here.]

2.5 Sensor Suhu Ds18b20

Sensor suhu DS18B20 merupakan komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur. Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC. Sensor ini mampu membaca suhu dengan rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian (+/-0.5°C) [5]. sensor DS18B20 ini tidak membutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler dan hanya membutuhkan 1 wire saja untuk mentransfer data suhu yang dibaca (single wiredata bus/1-wire protocol) [10].

[Figure 4 about here.]

2.6 Rtc Ds3231 (Real Time Clock)

RTC (Real Time Clock) merupakan jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu mulai detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan hingga tahun dengan akurat, dan menjaga serta menyimpan data waktu tersebut secara real time. Terdapat berbagai jenis RTC diantaranya DS3231. Pencacah waktu pada RTC lain dapat bergeser (drift) hingga hitungan menit setiap bulannya, terutama pada lingkungan dengan kondisi suhu yang ekstrim [11].

[Figure 5 about here.]

2.7 Nodemcu Esp8266

NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT [12].

[Figure 6 about here.]

2.8 Aplikasi Blynk

Blynk dirancang untuk Internet of Things dengan tujuan dapat mengontrol hardware dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal canggih lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library [13].

[Figure 7 about here.]

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Perencanaan

Berikut adalah desain mekanik dari sistem prototype burner control mesin oven berbahan bakar gas menggunakan metode fuzzy logic control dengan monitoring data secara wireless.

[Figure 8 about here.]

Keterangan gambar :

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| 1. Exhaust Fan         | 5. Box control |
| 2. Sensor suhu DS18B20 | 6. servo valve |
| 3. Kompor              | 7. Selenoid    |
| 4. LCD Display         | 8. Regulator   |
|                        | 9. Tabung gas  |

3.2 Tahap Pembuatan Sistem

Tahap ini mulai dilakukan perancangan hardware dan software yang mengacu pada pembuatan konsep dan fitur yang direncanakan sebelumnya.

[Figure 9 about here.]

[Figure 10 about here.]

Keterangan dan penjelasan blok diagram gambar 9 adalah sebagai berikut :

1. Sensor suhu DS18B20  
 Sensor suhu DS18B20 sebagai komponen input berfungsi sebagai pembaca nilai suhu aktual mesin oven yang selanjutnya data hasil pembacaannya akan diteruskan dan diproses oleh mikrokontroler.
2. RTC Module  
 RTC Module sebagai komponen input berfungsi untuk menghitung waktu secara real time guna memberikan masukan pada mikrokontroler dalam berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses

*burner* mesin oven yang telah kita tentukan dalam setpoint waktu.

### 3. Arduino uno

Arduino uno merupakan sebuah komponen pemroses data yang diterima dari komponen *input* dan akan merubah data tersebut menjadi suatu perintah untuk komponen *output*, dalam hal ini arduino akan dikendalikan menggunakan kendali logika fuzzy untuk menjaga suhu mesin oven agar tetap stabil. Setelah proses inialisasi maka kita menentukan setpoint suhu dan waktu pemanasan, setelah api menyala maka solenoid utama gas akan membuka, kemudian sensor suhu akan membaca suhu aktual di dalam mesin oven, jika suhu kurang dari setpoint maka servo valve gas akan membuka penuh, servo valve gas dan kipas exhaust akan bekerja sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan untuk mencapai suhu setpoint dan menjaga kestabilan suhu selama waktu pemanasan belum berakhir, jika waktu pemanasan telah selesai maka solenoid utama gas akan menutup diikuti dengan menutupnya servo valve gas dan matinya kipas exhaust.

Berikut flowchart yang digunakan pada arduino uno :

[Figure 11 about here.]

### 4. Smartphone (android)

Smartphone sebagai *hardware* yang sudah dipasang aplikasi *blinky* dan juga sudah terkoneksi internet berfungsi sebagai tempat *user* untuk memberikan perintah maupun *monitoring* sistem *burner control* secara *wireless*.

### 5. Nodemcu ESP8266

Fungsi dari nodemcu ESP8266 yang sudah terkoneksi dengan internet ini sebagai tempat komunikasi dengan smartphone dimana Perintah dari aplikasi di android akan diterima subsistem *data logger* melalui modul NodeMCU ESP8266 dan subsistem *data logger* akan mengirimkan data yang diminta aplikasi android.

### 6. Relay

Relay berfungsi sebagai saklar yang digunakan untuk menyalakan pemantik api, solenoid valve dan exhaust fan pada sistem *burner control*.

### 7. Display LCD 16x2

LCD 16x2 berfungsi sebagai komponen yang menampilkan data yang diproses oleh arduino selain dari *smartphone* yang digunakan untuk *monitoring* jarak jauh, dalam hal ini yang ditampilkan yaitu suhu aktual, suhu *setpoint* dan *timer burner control*.

### 8. Solenoid valve

*Solenoid valve* sebagai komponen *output* berfungsi sebagai *valve* utama buka tutup gas setelah pemantik api dinyalakan sebelum nantinya kapasitas gas yang keluar akan diatur oleh motor servo.

### 9. Motor servo valve

Motor servo sebagai komponen *output* berfungsi sebagai *valve* pengaturan kapasitas gas yang keluar, bekerja sesuai dengan kapasitas *heating* yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang diinginkan dan menjaga kestabilan suhu selama *timer* pemanasan yang dibutuhkan.

### 10. Kipas exhaust

Kipas *exhaust* sebagai komponen *output* berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu selama pemanasan yang dibutuhkan oleh sistem *burner control*.

## 3.3 Penerapan Sistem Kendali Logika Fuzzy

Dalam sistem *burner control* digunakan kendali logika fuzzy untuk mengatur suhu pemanasan mesin oven, dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu di dalam mesin oven yang memberikan masukan kepada pengendali (Arduino Uno) yang akan diproses untuk menjadi keluaran yaitu *motor servo valve*. Sistem kendali yang digunakan untuk pengaturan *motor servo valve* adalah logika fuzzy dengan metode sugeno.

[Figure 12 about here.]

[Figure 13 about here.]

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem burner control yaitu dengan menggabungkan keseluruhan perangkat keras meliputi mesin oven, kompor, kipas exhaust, pemantik api, solenoid valve dan motor servo valve yang dipasang pada selang LPG, sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada bagian dalam mesin oven setelah itu dilanjutkan dengan melakukan perakitan panel kontrol yang didalamnya terdapat arduino uno, relay, power supply 5 volt, trafo stepdown 12 volt untuk power solenoid valve, baterai 3.8 volt untuk power pemantik api, nodemcu ESP8266, pemantik api, terminal blok, LCD 16x2 dan modul RTC.

[Figure 14 about here.]

Setelah semua komponen tergabung maka selanjutnya adalah membuat script untuk arduino sebagai komponen utama dan nodemcu ESP8266 untuk fitur internet of thing atau monitoring data secara wireless. Setelah semua script diupload pada arduino maka berikut adalah tampilan informasi pada LCD.

[Figure 15 about here.]

Gambar 15 menunjukkan display pada LCD menunjukkan suhu aktual suhu pada mesin oven, setpoint suhu, error suhu atau selisih suhu dari suhu aktual ke setpoint dan yang dimaksud sudut adalah

posisi kerja pada motor servo valve yang merupakan hasil dari perhitungan fuzzy logic control, setpoint timer yang sudah diatur di aplikasi blynk yang kemudian ditampilkan di LCD dan valve open adalah persentasi valve gas yang terbuka.

[Figure 16 about here.]

Gambar 16 menunjukkan display pada aplikasi blynk dimana kita bisa mengatur setpoint timer dan setpoint suhu serta menerima data suhu aktual dan persentasi valve gas yang terbuka pada mesin oven serta tombol emergency stop untuk mematikan mesin.

#### 4.2 Data Hasil Pengujian Dan Analisa Sistem Burner Control Mesin Oven

##### 1. Pengujian Timer Pada Burner Control

pengujian timer pada burner control yang didapat saat kita mengatur setpoint timer dari aplikasi blynk, yang kemudian dibandingkan dengan hasil dari perhitungan stopwatch. Dalam pengujian timer terdapat 30x percobaan dengan setpoint yang berbeda.

[Figure 17 about here.]

Gambar 17 menunjukkan perhitungan stopwatch dan display setpoint pada LCD.

[Table 1 about here.]

Hasil perhitungan error didapat dari membagi antara selisih perhitungan dari stopwatch dengan setpoint timer yang sudah dijadikan di satuan detik, untuk perhitungan error didapat dari menjumlahkan keseluruhan error kemudian dibagi dari jumlah percobaan, dari hasil pengujian didapat error perhitungan sebesar 0,29%. Dapat disimpulkan di setiap pengujian masih ada sedikit error, terdapat selisih maksimal 12 detik pada perhitungan timer kerja mesin dan perhitungan stopwatch.

##### 2. Pengujian Suhu Pada Mesin Oven

Pengujian kedua adalah menguji suhu pada mesin oven dengan membandingkan hasil pada display LCD dengan thermocouple type K. pengujian ini dilakukan pada 30 kali pengujian pada 30 setpoint suhu yang berbeda.

[Figure 18 about here.]

Gambar 18 menunjukkan perbandingan antar pembacaan thermocouple type K dan pada display LCD.

[Table 2 about here.]

Pada 30 kali percobaan diperoleh error pembacaan sebesar 7%. Dapat disimpulkan bahwa di setiap pengujian suhu dengan setpoint berbeda masih selisih antara thermocouple type K yang digunakan sebagai

acuan dengan pembacaan sensor suhu DS18B20 yang ditampilkan pada LCD

#### 4.3 Proses Fuzzy Sugeno

##### 1. Proses Fuzzifikasi

Secara garis besar, metode fuzzy untuk pengendalian sudut motor *servo valve* ini memiliki 1 *input* yaitu variabel error suhu yang dideteksi oleh sensor suhu, variabel error suhu didapat dengan menghitung selisih setpoint temperatur dengan suhu aktual temperatur. Sedangkan *output* menggunakan variabel perbedaan sudut servo valve untuk mengendalikan nyala pengapian oven.

[Figure 19 about here.]

[Figure 20 about here.]

Himpunan fuzzy yang digunakan untuk variabel input adalah error suhu dengan kategori error kecil, error sedang dan error besar. Himpunan fuzzy pada output adalah sudut servo besar, sedang, dan kecil. Persamaan fungsi keanggotaan untuk error suhu seperti dibawah ini :

◆ Error kecil

$$\mu_{\text{errorkecil}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -43,2 \\ \frac{x - (-43,2)}{-4,8 - (-43,2)}, & -43,2 \leq x \leq -4,8 \\ 1, & -4,8 \leq x \leq 4,8 \\ \frac{43,2 - x}{43,2 - (4,8)}, & 4,8 \leq x \leq 43,2 \\ 0, & x \geq 43,2 \end{cases}$$

◆ Error sedang

$$\mu_{\text{errorsedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 16,8 \\ \frac{x - (16,8)}{55,2 - (16,8)}, & 16,8 \leq x \leq 55,2 \\ 1, & 55,2 \leq x \leq 64,8 \\ \frac{103,2 - x}{103,2 - (64,8)}, & 64,8 \leq x \leq 103,2 \\ 0, & x \geq 103,2 \end{cases}$$

◆ Error besar

$$\mu_{\text{errorbesar}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 76,8 \\ \frac{x - (76,8)}{115,2 - (76,8)}, & 76,8 \leq x \leq 115,2 \\ 1, & 115,2 \leq x \leq 124,8 \\ \frac{163,2 - x}{163,2 - (124,8)}, & 124,8 \leq x \leq 163,2 \\ 0, & x \geq 163,2 \end{cases}$$

[Figure 21 about here.]

Parameter untuk *output* kecil diisi 5, untuk sedang 40 dan untuk besar 70. Parameter ini ditentukan untuk mengatur bukaan sudut servo valve gas yang menentukan hasil pengapian pada mesin oven.

[Figure 22 about here.]



Rule adalah untuk menentukan kondisi *input* dalam hal ini adalah error suhu, sehingga akan menghasilkan *output*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil *output sudut servo* pada tampilan LCD dan matlab dengan perhitungan manual menggunakan metode *weighted average*.

[Figure 23 about here.]

pada baris pertama menunjukkan error suhu atau selisih suhu antara setpoint dan suhu aktual kemudian pada baris kedua menunjukkan posisi bukaan sudut servo valve.

[Figure 24 about here.]

Pada gambar 23 menunjukkan output sudut sebesar 33,44 dan pada gambar 4.11 output pada rule viewer menunjukkan 33,44 Selanjutnya adalah menghitung manual dengan metode *weighted average* :

$$WA = \frac{(\mu_{errorkecil} \times besar) + (\mu_{errorSedang} \times Sedang) + (\mu_{errorbesar} \times kecil)}{\mu_{errorkecil} + \mu_{errorSedang} + \mu_{errorbesar}}$$

$$WA = \frac{(0 \times 70) + (0,559 \times 40) + (0,129 \times 5)}{0,00 + 0,559 + 0,129}$$

$$WA = \frac{22,99}{0,688}$$

$$WA = 33,44$$

[Table 2 about here.]

Hasil perhitungan menggunakan metode *weighted average* terdapat perbedaan eror 0,04% dengan *output* pada LCD dan *output* yang ditampilkan pada matlab. Dari hasil perbedaan tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan model fuzzy sugeno sebesar 99,96%.

## V. PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

1. Sistem burner control dapat bekerja sesuai dengan setpoint timer yang ditentukan dengan rata rata error sebesar 0,29% .
2. Sesuai perancangan sistem burner control mesin oven dapat bekerja untuk mengendalikan suhu sesuai dengan setpoint dengan rata rata error pembacaan suhu sebesar 7%.
3. Sesuai dengan perancangan sistem burner control dapat melakukan monitoring dan controlling dengan menggunakan internet dengan aplikasi blynk dan bisa menampilkan suhu aktual, menampilkan persentasi valve gas yang terbuka serta mengatur setpoint suhu dan timer dari smartphone.
4. Motor servo valve sebagai output dari fuzzy logic control dapat bekerja sebagai pengatur volume gas secara otomatis untuk pengendalian burner sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan dengan tingkat keakuratan menggunakan fuzzy sugeno mencapai 99,96%.

### 5.2 SARAN

1. Dapat dikembangkan dengan menambahkan safety berupa flame detector supaya jika suatu saat pemantik api tidak dapat menghasilkan api maka valve gas akan menutup.
2. Dapat dikembangkan dengan menambahkan flowmeter gas untuk mengetahui kapasitas gas yang sudah terpakai.
3. Untuk pendekatan teknologi internet of things masih bisa dikembangkan lagi agar bisa lebih informatif dan mempermudah user untuk menjalankan sistem.

## REFERENSI

- [1]. Setiawan, F. B., Rizqiyanto, M. and Yiwa, J. U. M. (2013) ‘Oven Terprogram Berbasis Mikrokontroler’, Widya Teknika, 21(2), pp. 10–14.
- [2]. Djafar, Z. et al. (2018) ‘Analisis Prestasi Pengereng Kopi Berbasis Bahan Bakar Gas ( LPG )’, prosiding seminar ilmiah nasional sains dan teknologi, 4(November), pp. 399–408.
- [3]. Maerani, R. and Bakhri, S. (2013) ‘Perbandingan Sistem Pengontrolan Pid Konvensional Dengan Pengontrolan Cmac , Fuzzy Logic Dan Ann Pada Water Level’, Sigma Epsilon, 17(3), pp. 129–141.
- [4]. Wahyono, S. and Arief, M. (2015) ‘Seledri Menggunakan Kontrol Fuzzy Logic’, Edu Elekrika Journal, 4(2), pp. 21–26.
- [6]. Wicaksana, I. S. et al. (2018) ‘Perancangan Sistem Monitoring Suhu Gudang’, CIASTECH, (1), pp. 503–511.
- [7]. Iskandar, J. and Utami, D. K. (2019) ‘Penerapan Fuzzy Logic Untuk Meningkatkan Derajat Kebenaran Deteksi Pada Alat Bantu Buta Warna Berbasis Sensor Optik’, Komputasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer dan Matematika, 16(1), pp. 195–202. doi: 10.33751/komputasi.v16i1.1590.
- [8]. Risal, M. (2017) ‘Sistem Kontrol Sirkulasi Air Dan Pemberian Pakan Pada Akuarium Ikan Hias’, Jurnal IT, 8(2), pp. 126–135.
- [9]. Insantama, D. A. and Suprianto, B. (2019) ‘Rancang Bangun Kendali Level Air Otomatis Pada Tangki Dengan Servo Valve Berbasis Fuzzy Logic Controller Menggunakan Arduino’, Jurnal Teknik Elektro, 08(01), pp. 143–151.

- [10]. Nurazizah, E. (2017) 'Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk Penyandang Tunanetra', e-Proceeding of Engineering, 4(3), pp. 3294–3301.
- [11]. K, V. D. and Syaryadhi, M. (2017) 'Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos', Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro, 2(3), pp. 91–98.
- [12]. Hidayati, N. et al. (2018) 'Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)', Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit, pp. 1–9.
- [13]. Supegina, F. and Setiawan, E. J. (2017) 'Rancang Bangun Iot Temperature Controller Untuk Enclosure Bts Berbasis Microcontroller Wemos Dan Android', Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, 8(2), pp. 145–150.

Conflict of Interest Statement: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2021 Author [s]. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Received: 2021-03-23

Accepted: 2021-03-26

Published: 2021-03-19

DAFTAR TABEL

I	Pengujian Timer .....	9
II	Pengujian Suhu Mesin Oven .....	10
III	Pengujian Output Fuzzy .....	11



Table I. Pengujian Timer

no	Setpoint timer	Hasil perhitungan stopwatch	Error
1	(2 menit) 120 detik	121 detik	0,8%
2	(5 menit ) 300 detik	303 detik	1%
3	(8 menit) 480 detik	482 detik	0,42%
4	(10 menit) 600 detik	605 detik	0,8%
5	(13 menit) 780 detik	785 detik	0,64%
6	(15 menit) 900 detik	888 detik	1,33%
7	(20 menit) 1200 detik	1205 detik	0,42%
8	(25 menit) 1500 detik	1505 detik	0,33%
9	(30 menit) 1800 detik	1790 detik	0,55%
10	(35 menit) 2100 detik	2107 detik	0,33%
11	(40 menit) 2400 detik	2403 detik	0,12%
12	(45 menit) 2700 detik	2705 detik	0,18%
13	(48 menit) 2880 detik	2882 detik	0,07%
14	(50 menit) 3000 detik	3008 detik	0,26%
15	(53 menit) 3180 detik	3182 detik	0,06%
16	(55 menit) 3300 detik	3305 detik	0,15%
17	(58 menit) 3480 detik	3487 detik	0,20%
18	(60 menit) 3600 detik	3603 detik	0,08%
19	(63 menit) 3780 detik	3784 detik	0,1%
20	(65 menit) 3900 detik	3905 detik	0,13%
21	(68 menit) 4080 detik	4083 detik	0,07%
22	(70 menit) 4200 detik	4202 detik	0,05%
23	(73 menit) 4380 detik	4382 detik	0,05%
24	(75 menit) 4500 detik	4504 detik	0,09%
25	(78 menit) 4680 detik	4683 detik	0,06%
26	(80 menit) 4800 detik	4802 detik	0,04%
27	(83 menit) 4980 detik	4983 detik	0,06%
28	(85 menit) 5100 detik	5103 detik	0,06%
29	(88 menit) 5280 detik	5282 detik	0,04%
30	(90 menit) 5400 detik	5403 detik	0,06%
<b>Rata rata error</b>			0,29%

Table II. Pengujian Suhu Mesin Oven

no	Setpoint suhu	Suhu aktual pada LCD (°C)	Pembacaan pada thermocouple type K(°C)	Error
1	50	58	64	9%
2	53	60	66	9%
3	57	65	70	7%
4	60	65	70	7%
5	63	67	71	6%
6	65	67	74	9%
7	67	70	76	8%
8	70	72	78	8%
9	73	75	80	6%
10	75	76	83	8%
11	77	79	85	7%
12	80	81	87	7%
13	83	84	90	7%
14	85	87	93	6%
15	87	88	93	5%
16	90	91	97	6%
17	95	97	105	8%
18	98	100	106	6%
19	100	101	108	6%
20	105	106	111	5%
21	108	110	117	6%
22	110	111	120	8%
23	113	114	120	5%
24	115	117	125	6%
25	118	119	127	6%
26	120	121	129	6%
27	125	125	134	7%
28	128	129	137	6%
29	130	132	140	6%
30	135	136	143	5%
<b>Rata rata error</b>				<b>7%</b>

Table III. Perhitungan Output Fuzzy

No	Setpoint suhu	Suhu aktual	Error suhu	Output sudut pada LCD	Output sudut pada matlab	Perhitungan weighted average	Error
1	125	25	100	9,24	9,24	9,24	0,03%
2	125	30	95	15,9	15,9	15,87	0,18%
3	125	35	90	22,5	22,5	22,50	0,00%
4	125	37	88	25,2	25,2	25,15	0,19%
5	125	40	85	29,1	29,1	29,13	0,10%
6	125	43,25	81,75	33,4	33,4	33,44	0,11%
7	125	45	80	35,8	35,8	35,76	0,12%
8	125	48	77	39,7	39,7	39,73	0,09%
9	125	50	75	40	40	40,00	0,00%
10	125	55	70	40	40	40,00	0,00%
11	125	60	65	40	40	40,00	0,00%
12	125	63,5	61,5	40	40	40,00	0,00%
13	125	65	60	40	40	40,00	0,00%
14	125	70	55	40	40	40,00	0,00%
15	125	72,5	52,5	40	40	40,00	0,00%
16	125	75	50	40	40	40,00	0,00%
17	125	77,25	47,75	40	40	40,00	0,00%
18	125	80	45	40	40	40,00	0,00%
19	125	82,5	42,5	40,8	40,8	40,80	0,01%
20	125	85,25	39,75	43,9	43,9	43,92	0,05%
21	125	88	37	47	47	47,05	0,10%
22	125	90,5	34,5	49,9	49,9	49,89	0,03%
23	125	93	32	52,7	52,7	52,73	0,05%
24	125	95,75	29,25	55,9	55,9	55,85	0,09%
25	125	98	27	58,4	58,4	58,41	0,02%
26	125	100	25	60,7	60,7	60,68	0,03%
27	125	105,5	19,5	66,9	66,9	66,93	0,05%
28	125	110	15	70	70	70,00	0,00%
29	125	125	0	70	70	70,00	0,00%
30	125	127,5	-2,5	70	70	70,00	0,00%
<b>Rata rata error</b>							<b>0,04%</b>

DAFTAR GAMBAR

1	Mesin Oven Konvensional .....	13
2	Arduino Uno .....	13
3	Motor Servo Valve .....	13
4	Sensor Suhu DS18B20 .....	13
5	RTC DS3231 .....	14
6	Nodemcu ESP8266.....	14
7	Tampilan Aplikasi Blynk.....	14
8	Desain Mekanik Burner Control Oven .....	15
9	Diagram Blok Keseluruhan Sistem Burner Control Mesin Oven .....	15
10	Skema Rangkaian Elektrik Burner Control Mesin Oven.....	16
11	Flow Chart Pada Arduino .....	16
12	Flowchart Logika Fuzzy .....	17
13	Flowchart Sistem Kendali Fuzzy .....	17
14	Perancangan Sistem Secara Keseluruhan .....	17
15	Tampilan Pada LCD .....	18
16	Tampilan Pada Aplikasi Blynk.....	18
17	Pengujian Timer .....	18
18	Pengujian Suhu Mesin Oven .....	19
19	Rancangan Sistem Fuzzy .....	19
20	Fungsi Keanggotaan Error Suhu.....	19
21	Fungsi Keanggotaan Output Servo .....	20
22	Fuzzy Rule.....	20
23	Tampilan LCD.....	20
24	Tampilan Rule Viewer Matlab .....	21



Figure 1. Mesin Oven Konvensional



Figure 2. Arduino Uno



Figure 3. Motor Servo Valve



Figure 4. Sensor Suhu DS18B20



Figure 5. RTC DS3231



Figure 6. Nodemcu ESP8266



Figure 7. Tampilan Aplikasi Blynk



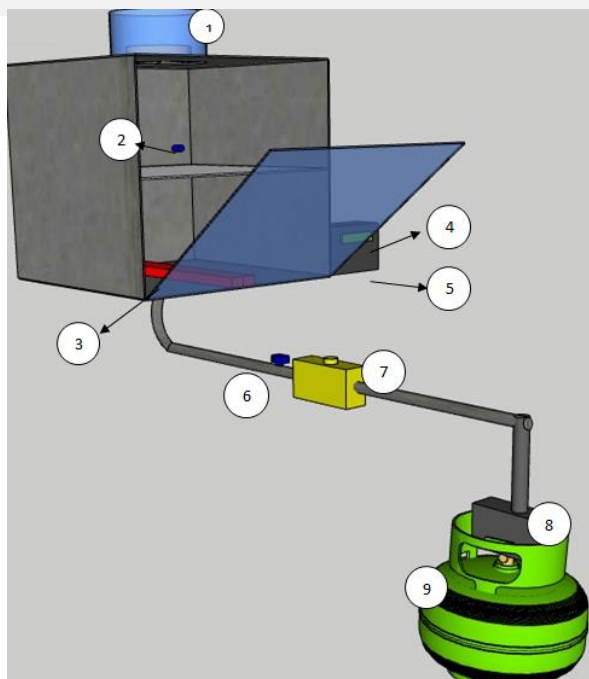


Figure 8. Desain Mekanik Burner Control Oven

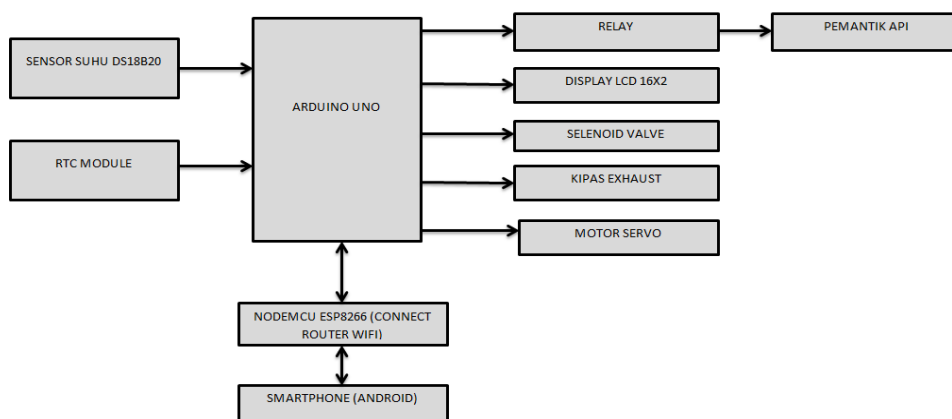


Figure 9. Diagram Blok Keseluruhan Sistem Burner Control Mesin Oven

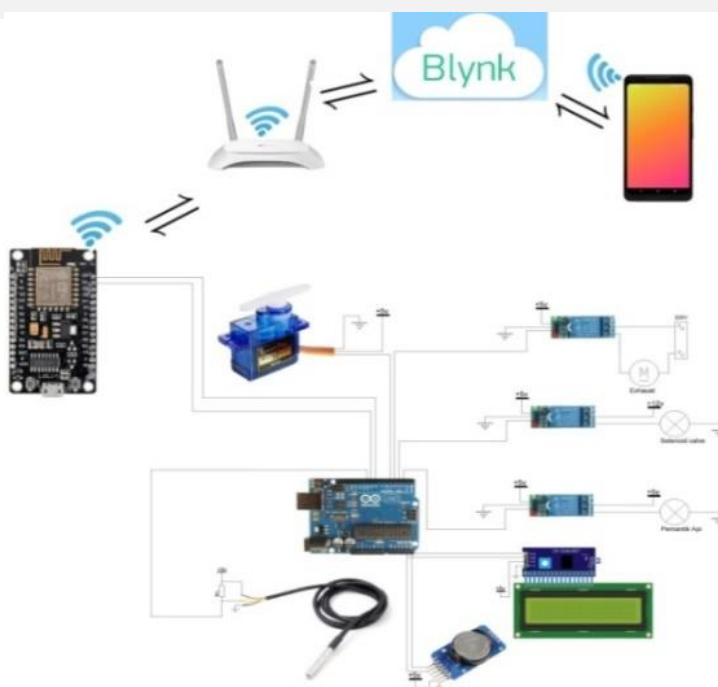


Figure 10. Skema Rangkaian Elektrik Burner Control Mesin Oven.

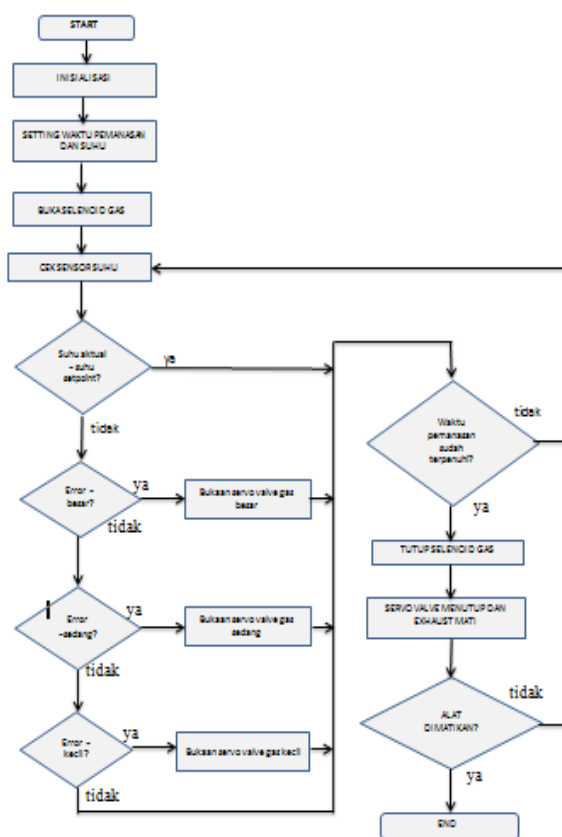


Figure 11. Flow Chart Pada Arduino

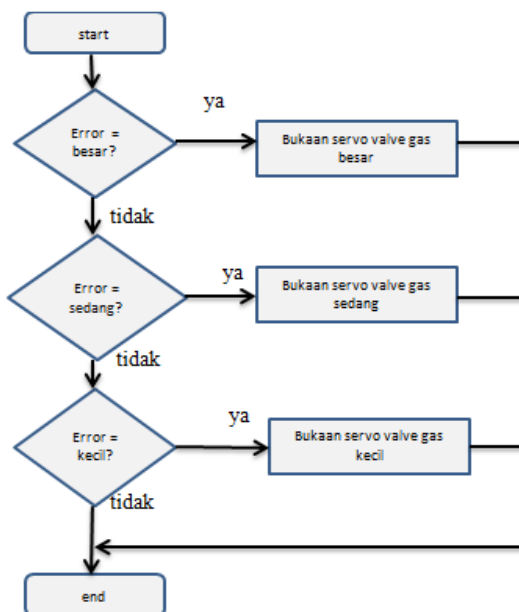


Figure 12. Flowchart Logika Fuzzy

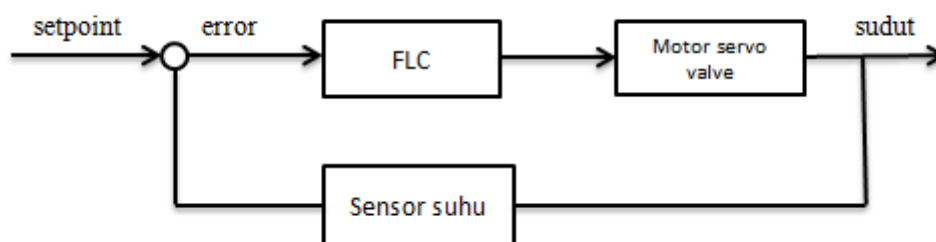


Figure 13. Flowchart Sistem Kendali Fuzzy



Figure 14. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

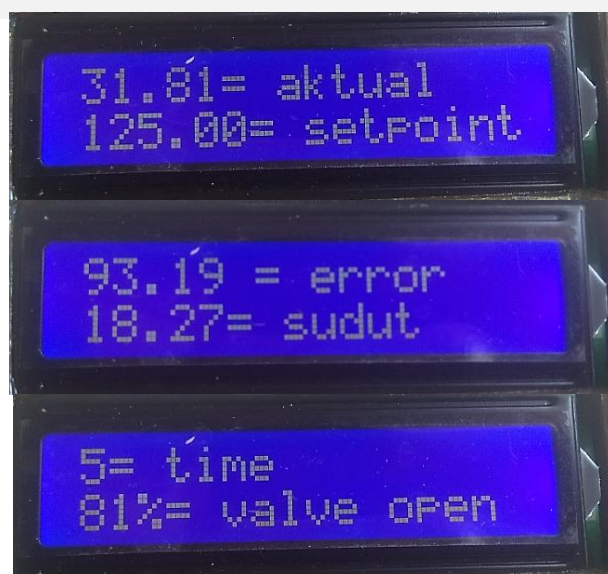


Figure 15. Tampilan Pada LCD

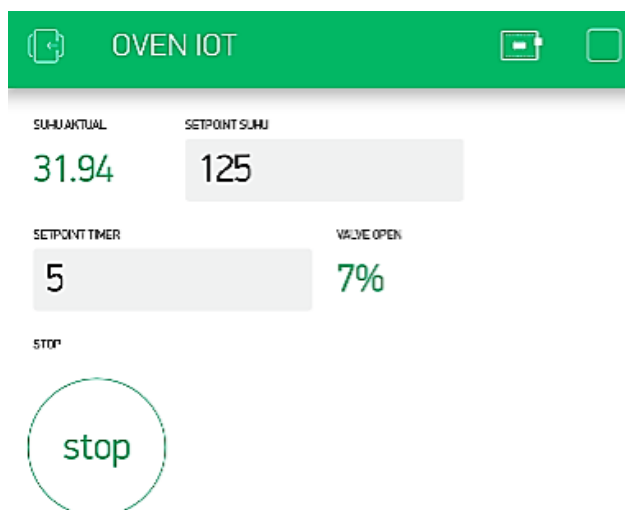


Figure 16. Tampilan Pada Aplikasi Blynk



Figure 17. Pengujian Timer



Figure 18. Pengujian Suhu Mesin Oven

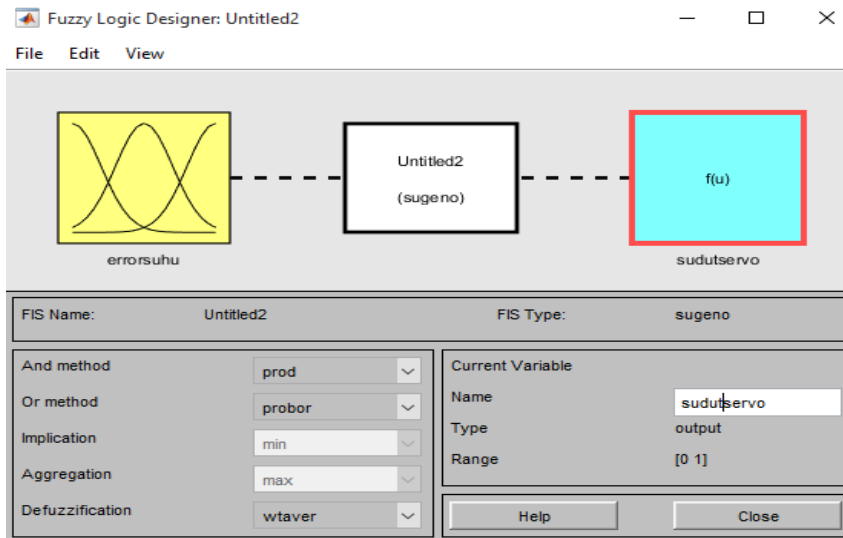


Figure 19. Rancangan Sistem Fuzzy

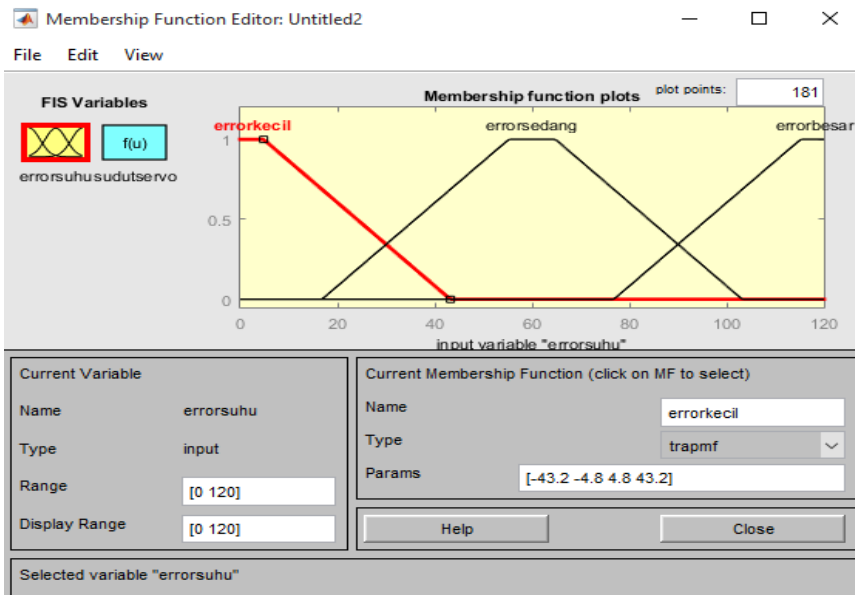


Figure 20. Fungsi Keanggotaan Error Suhu

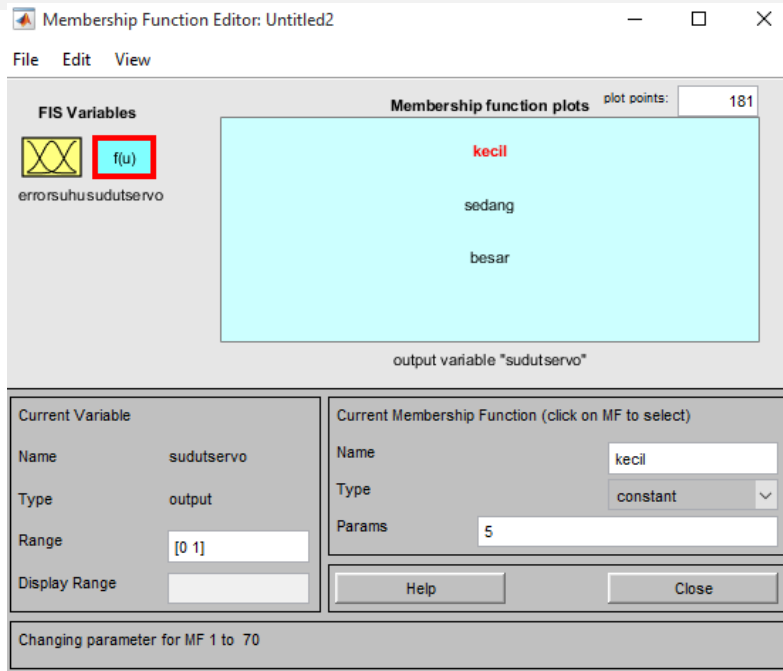


Figure 21. Fungsi Keanggotaan Output Servo

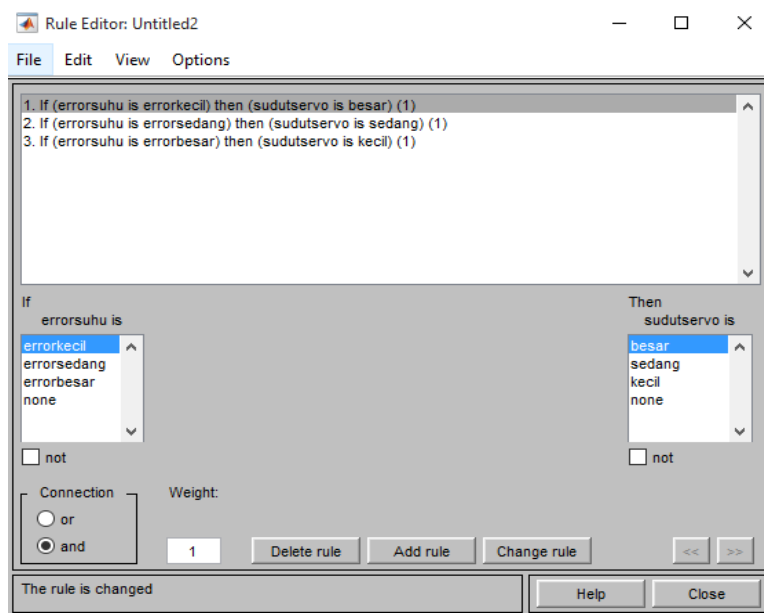


Figure 22. Fuzzy Rule



Figure 23. Tampilan LCD



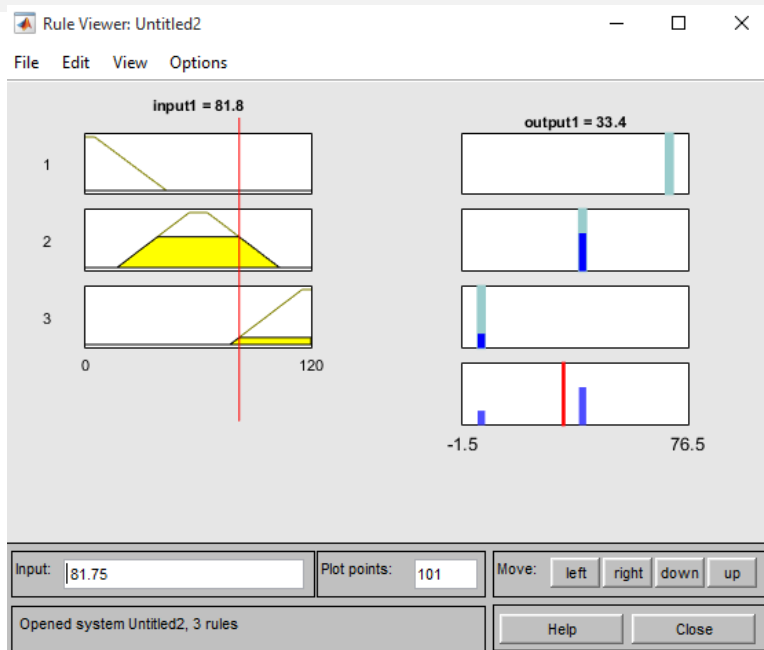


Figure 24. Tampilan Rule Viewer Matlab