

# Otomatisasi Pada Sistem Kontrol Penutup *Cup Sealer* Dengan Metode Logika *Fuzzy*

Pramudita Pamungkas, Tundung Subali Patma, Beauty Anggraheny Ikawanty

**Abstrak** — *Cup sealer* merupakan alat yang berfungsi sebagai penutup *cup* plastik agar isi didalamnya yang berisi air tidak mudah tumpah. Penggunaan tutup plastik yang hanya di letakkan di atas *cup* langsung, dapat menyebabkan penutupan kurang melekat dan menyebabkan tumpah saat terkena guncangan. Oleh sebab itu dibuatlah otomatisasi pada sistem kontrol penutup mesin *cup sealer* dengan proses pengaturan suhu agar penutupan *cup* lebih melekat dan tidak menggunakan tenaga manual. penutupan *cup sealer* ini yang perlu diperhatikan mengatur suhu *cup sealer*, jika suhu tidak stabil maka plastik *cup sealer* tidak bisa melekat ke *cup* dan suhu melebihi batas plastik *cup sealer* akan meleleh. pengaturan suhu dirancang dengan beberapa komponen yang terdiri dari : heater dengan drivernya, sensor termokopel dan pengendalian Arduino uno dan kontrol fuzzy. Ini berfungsi mengontrol kestabilan suhu. Suhu pemanas bekerja pada range 100°C-250°C. pengujian kontrol fuzzy mampu menstabilkan suhu dengan set poin 160°C

**Kata kunci** : cup sealer, logika fuzzy, heater, suhu

## I. PENDAHULUAN

**D**i Indonesia banyak pedagang kaki lima yang berjualan minuman ringan seperti di mall dan di pinggir jalan, kebanyakan para penjual memakai *cup* plastik dan menggunakan tutup dari plastik yang di pasang pada *cup* tersebut. Penggunaan tutup plastik yang hanya di letakkan di atas *cup* menyebabkan air yang di dalam *cup* mudah tumpah saat dibawa atau terkena guncangan. karena minuman sendiri membutuhkan perlakuan yang lebih untuk mempertahankan kesterilan minuman tersebut, oleh sebab itu dibutuhkan penutupan (*cup sealer*).[1]

Tujuan dari proses penutupan *cup sealer* dengan mengatur suhu yakni agar mendapatkan penutupan yang lebih cepat dan *cup sealer* tidak mudah rusak. berdasarkan pengaturan suhu pada proses penutupan *cup sealer*. Pada penutupan *cup sealer* ini diatur Suhu set poin 160°C dengan waktu 12 detik. Apabila pada proses penutupan *cup sealer* suhu di atur sesuai dengan kebutuhannya maka pada proses penutupan *cup sealer* akan lebih cepat dan tidak

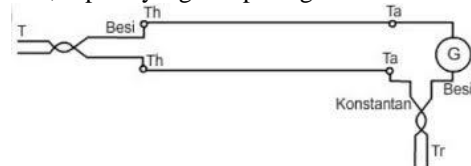
membutuhkan tenaga manual, karena panas yang di hasilkan lebih cepat untuk melekatkan plastik *cup sealer*. Jika suhu di bawah set point maka *cup sealer* tidak akan melekat dengan efisien, jika suhu di atas set point maka *cup sealer* akan rusak /meleleh.

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis bermaksud membuat *otomatisasi pada sistem kontrol penutup cup sealer dengan metode logika fuzzy* pada proses pengaturan suhu tersebut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sensor Termokopel Tipe K

Prinsip kerja termokopel secara sederhana berupa dua buah kabel dari jenis logam yang berbeda ujungnya, hanya ujungnya saja, disatukan (dilas). Titik penyatuan ini disebut hot junction, seperti yang ada pada gambar 2 berikut.



Gambar 1 Sensor Termokopel[2]

Prinsip kerjanya memanfaatkan karakteristik hubungan antara tegangan (volt) dengan temperatur. Setiap jenis logam, pada temperatur tertentu memiliki tegangan tertentu pula. Pada temperatur yang sama, logam A memiliki tegangan yang berbeda dengan logam B, terjadilah perbedaan tegangan (kecil sekali, miliVolt) yang dapat dideteksi. Jika sebuah batang logam dipanaskan pada salahsatu ujungnya maka pada ujung tersebut elektron-elektron dalam logam akan bergerak semakin aktif dan akan menempati ruang yang semakin luas, elektronelektron saling desak dan bergerak ke arah ujung batang yang tidak dipanaskan. Dengan demikian pada ujung batang yang dipanaskan akan terjadi muatan positif. Kerapatan electron untuk setiap bahan logam berbeda tergantung dari jenis logam. Jika dua batang logam disatukan salah satu ujungnya, dan kemudian dipanaskan, maka elektron dari batang logam yang memiliki kepadatan tinggi akan bergerak ke batang yang kepadatan elektronnya rendah, dengan demikian terjadilah perbedaan tegangan diantara ujung kedua batang logam yang tidak disatukan atau dipanaskan. Besarnya termolistrik atau gem (gaya electromagnet) mengalir dari titik hot-juction ke cold-juction atau sebaliknya. Setelah terdeteksi perbedaan tegangan (volt). [2]

Pramudita Pamungkas adalah mahasiswa D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang , email: [pramuditapamungkas617@gmail.com](mailto:pramuditapamungkas617@gmail.com)  
Tundung Subali P dan Beauty Anggraheny adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, email: [tundung.subali@polinema.ac.id](mailto:tundung.subali@polinema.ac.id) , [beauty.anggraheny@polinema.ac.id](mailto:beauty.anggraheny@polinema.ac.id)

2.2 Zero Crossing Detector

Zero crossing detector adalah metode yang paling umum dilakukan untuk mengukur frekuensi atau periode sinyal periodik. Saat mengukur frekuensi dari suatu sinyal, biasanya jumlah siklus sinyal referensi diukur selama satu atau lebih periode waktu dari sinyal yang diukur. Mengukur beberapa periode membantu mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh noise dari suatu gelombang fasa. Dengan membuat interrupt pada sebrangan nol dari gelombang fasa.

Penggunaan rangkaian zero crossing detector bertujuan agar sistem bisa mendeteksi zero point sekaligus mengubah suatu sinyal sinusoidal menjadi sinyal kotak. Sinyal keluaran rangkaian zerocross detector ini akan dimasukkan ke mikrokontroller, oleh karena itu dibutuhkan juga komponen yang mampu memisahkan tegangan 5V dan 220V.

2.3 Motor Power Window

Jenis motor yang digunakan pada sistem power window adalah motor DC. Salah satu keistimewaan motor DC ini adalah kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah. Sifat dari motor DC bila tenaga mekanik yang diperlukan cukup kecil maka motor DC yang digunakan cukup kecil pula. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor [3].



Gambar 2 Motor Power Window [3]

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks.

Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah[4].



Gambar 3 Arduino Uno [4]

2.5 Mesin Cup Sealer

Mesin cup sealer merupakan alat yang berfungsi sebagai penutup cup plastik agar isi di dalamnya yang biasanya berisi

air tidak tumpah. Selain itu, juga membuat minuman atau produk di dalamnya lebih aman dan higienis. Bukan hanya itu, tampilan produk atau minuman itu juga menjadi lebih menarik membuat konsumen menjadi ingin membelinya.[5].

2.5 Sensor Infrared E18-D80NK

Sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Bila objek berada didepan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan berlogika 1 atau high yang berarti objek ada. [8]

2.6 Konveyor

Merupakan alat untuk memindahkan suatu objek atau produk yang dihasilkan dari bagian produksi ke Gudang penyimpanan.[9]

2.7 Logika Fuzzy

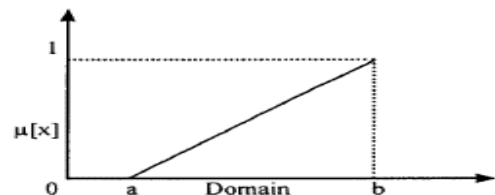
Logika fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki kekaburan/kesamaran antara benar dan salah atau antara 0 dan 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 (satu) atau 0 (nol).Logika fuzzy memberikan solusi praktis dan ekonomis untuk mengendalikan sistem yang kompleks. Logika fuzzy memberikan rangka kerja yang kuat dalam memecahkan banyak masalah pengontrolan. Logika fuzzy tidak membutuhkan model matematis yang kompleks untuk mengoperasikannya, yang dibutuhkan adalah pemahaman praktis dan teoritis dari perilaku sistem secara keseluruhan[10].

a. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki nilai interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi[10]. Ada beberapa fungsi dan representasi yang bisa digunakan yaitu :

1. Fungsi Keanggotaan Linier

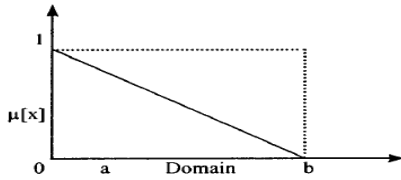
Salah satu representasi fungsi keanggotaan dalam himpunan fuzzy adalah representasi linier. Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Gambar grafik fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut.



Gambar 4 Representasi Nilai Naik[10]

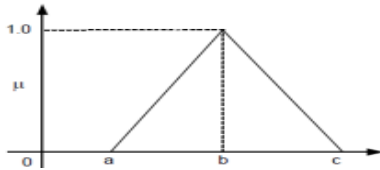
Keadaan kedua adalah representasi linier turun, berkebalikan dari keadaan yang pertama, yaitu garis

lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



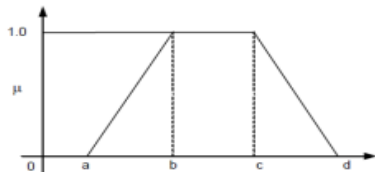
Gambar 5 Representasi Nilai Turun[10]

2. Fungsi Keanggotaan Segitiga



Gambar 6 Representasi Segitiga[10]

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium



Gambar 7 Representasi Trapesium[10]

b. Struktur Dasar Logika Fuzzy

Sistem Fuzzy berdasarkan 4 bagian dasar yaitu :

1. Fuzzifikasi

Proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variabel fuzzy, ini ditujukan agar masukan controller fuzzy bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan fuzzy.

2. Fuzzy Rule Base

Merupakan kaidah dasar yang berisi aturan-aturan secara linguistic yang menunjukkan kepakaran terhadap plant. Banyak cara menunjukkan suatu “pakar” ke dalam rule. Format yang paling umum adalah menggunakan format aturan IF-THEN (If Premise Then Conclusion) Premise berupa fakta dan Conclusion berupa keputusan yang akan diambil. Apabila pernyataannya lebih dari satu maka dapat menggunakan logika “AND” atau “OR”.

3. Inferensi

Sebuah proses formulasi pemetaan masukan terhadap keluaran dengan menggunakan logika fuzz. Proses dari inferensi fuzzy melibatkan fungsi keanggotaan operator logika fuzzy, dan aturan IF-THEN. Terdapat dua metode inferensi yang paling dikenal yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno.

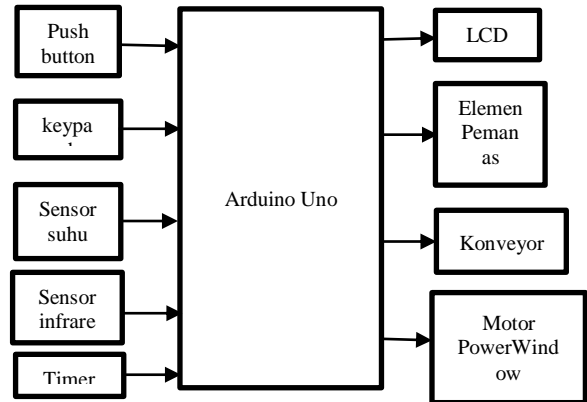
4. Defuzzifikasi

Merupakan cara untuk mendapatkan nilai tegas dari nilai fuzzy secara representative. Secara mendasar defuzzifikasi adalah pemetaan dari ruang kendali fuzzy yang didefinisikan dalam semesta pembicaraan keluaran

ke dalam ruang kendali nyata. Proses ini berfungsi untuk menentukan nilai output crisp. Suatu nilai fuzzy output yang berasal dari evaluasi rule diambil kemudian dimasukkan ke dalam suatu fungsi keanggotaan keluaran (membership function), selanjutnya keluaran dari defuzzifikasi tersebut akan digunakan sebagai keluaran control logika fuzzy.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 8 Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari alat otomatisasi pada sistem kontrol penutup cup sealer dengan metode logika fuzzy adalah mengontrol temperatur di dalam mesin cup sealer agar bisa sesuai dengan set poin yang diinginkan. Sistem alat ini menggunakan metode logika fuzzy sebagai sistem kontrolnya untuk menstabilkan temperatur mesin cup sealer.

Set poin yang digunakan pada proses penutupan cup sealer ini yaitu dengan temperature 160°C. saat nilai set poin dimasukkan maka mikrokontroller akan aktif dan driver heater akan bertugas untuk mengendalikan temperatur cup sealer agar temperatur tidak melebihi batas dengan pengontrolan logika fuzzy. Sistem berjalan motor power window akan melakukan proses penutupan cup sealer sebagai otomatisnya.

3.2 Perencanaan Mekanik



Gambar 9 Perencanaan Mekanik

Pada perencanaan alat yang akan di buat ini memiliki beberapa spesifikasi, diantaranya adalah:

1. Dimensi alat keseluruhan

- Panjang : 29 cm
- Lebar : 24 cm
- Tinggi : 48 cm

2. Bahan

- Tabung : Besi
- Rangka Alat : Besi

3. Sensor : Sensor suhu, Sensor

Proximity (Infrared)

4. Processor : Mikrokontroler

5. Actuator : Motor Power Window

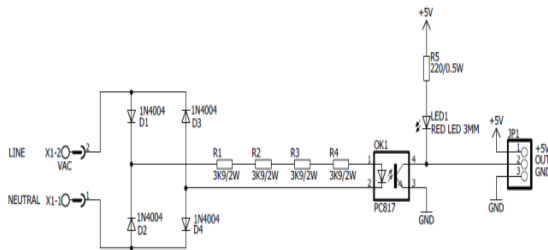
6. Display : LCD 16 x 2

7. Tegangan Kerja

- Mikrokontroler : 5 volt DC
- Final Element : Motor Power Window, elemen pemanas (Heater)

3.3 Perancangan Rangkaian Zero Crossing Detector

Zero crossing detector digunakan untuk mendeteksi persilangan nol yang ada pada tegangan jala-jala. Rangkaian Zero crossing detector pada gambar dibawah ini akan memberikan output pulsa pada saat terjadi persilangan nol pada tegangan AC yang dideteksi.

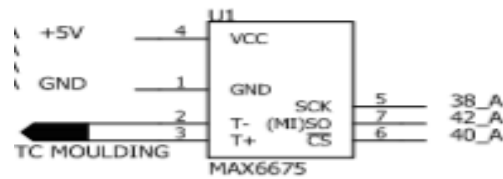


Gambar 10 Rangkaian Zero Crossing Detector

Komponen D1-D4 menggunakan dioda 1N4004. Alasan penggunaan dioda 1N4004 karena tegangan jala-jala PLN sebesar 220Vac, dan frekuensi 50Hz maka spesifikasi diode yang digunakan harus diatas tegangan jala- jala tersebut. Rangkaian Zero Crossing detector ini menggunakan R1-R4 yang diseri 3900Ω, pada rangkaian diatas menggunakan spesifikasi optocoupler PC817 yang bekerja pada arus 20 mA,  $V_F=1,4V$ .

3.4 Rangkaian Sensor Suhu MAX6675

Sensor termokopel tipe k sebagai sensor suhu yang akan menerima panas dari heater setiap perubahan suhu pada suatu bidang. Pada sistem ini, termokopel sebagai sensor akan mengubah energi panas ke energi listrik yang selanjutnya akan diolah oleh arduino uno. Komunikasi antara max6675 dengan arduino menggunakan SPI (Serial Peripheral Interface) sebagai masukan sensor feedback dari sistem yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai setpoint. Termokopel tipe k terbuat dari bahan logam nikel dan kromium pada sisi positif, sedangkan pada sisi negatif terbuat dari bahan logam nikel dan alumunium. Range suhu termokopel tipe k berkisar -200°C sampai dengan 1250°C. Sedangkan range suhu pada alat ini adalah 0°C sampai 250°C.

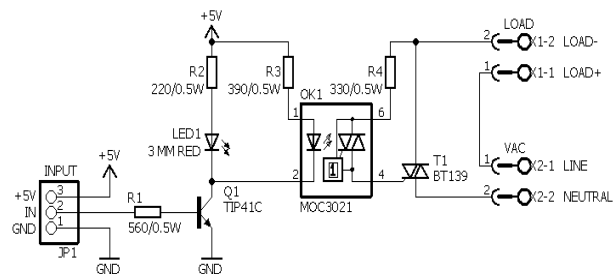


Gambar 11 Rangkaian Penguat Modul MAX 6675

3.5 Rangkaian Driver Heater

Heater adalah sebuah aktuator yang digunakan untuk memanaskan plastik Cup Sealer. Heater yang digunakan adalah jenis elemen pemanas eton dari cup sealer dengan tegangan 300 watt. Pengontrolan suhu digunakan agar nilai suhu dapat sesuai dengan nilai set point yang ditentukan. Ketika suhu melebihi nilai set point, maka kontrol suhu akan menurunkan daya heater dengan mengatur keluaran angle. Kontrol ini diatur melalui pin output zero crossing detector pada Arduino mega berupa tegangan antara 0 – 5 volt yang nanti akan mengatur penyalaan heater. Agar arduino uno tetap aman, maka dibagian aktuator diberi optotriac MOC 3021. Optotriac terhubung dengan pin pada arduino uno agar dapat diatur penyalannya dengan cara mengatur penyalaan triac yang langsung terhubung ke beban yang berupa heater. Saat port masukan mendapatkan keluaran angel 10 maka heater akan menyala dengan maksimal. Jika port masukan mendapatkan keluaran angel 250, maka heater akan mati. Proses pengaturan daya dilakukan dengan mengatur tegangan masukan driver 1 – 5 volt untuk memproses pengendali 0 – 100%.

Dalam merancang rangkaian driver heater harus memperhatikan beban yang akan digunakan. Optocoupler pada rangkaian diatas berfungsi untuk mengisolasi antara jaringan kerja listrik AC (triac dan beban heater) dengan arduino uno dan juga sebagai pendeteksi titik nol dari jala-jala AC. Pada skripsi ini digunakan Optocoupler jenis MOC3021. Berdasarkan datasheet, syarat agar MOC ON adalah  $V_F > 1.2V$  dengan  $I_F = 20mA$ . selain itu  $V_{OH}$  mikro = 5V dan  $I_{VO} = 20mA$ . Maka dapat dihitung nilai  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , dan  $P_1, P_2, P_3$ . Rangkaian heater ini menggunakan  $R_1$  560Ω,  $R_2$  220Ω,  $R_3$  390Ω dan  $R_4$  330Ω.



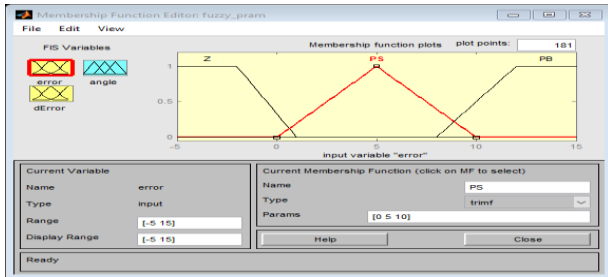
Gambar 12 Rangkaian Driver Heater

3.6 Perancangan Logika Fuzzy

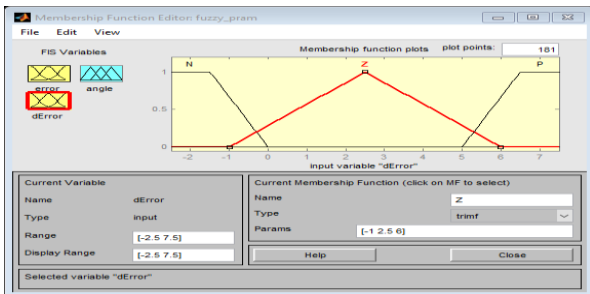
a. Fungsi Keanggotaan Masukan

Pada sistem ini menggunakan tiga variabel fungsi keanggotaan yaitu Zero (Z), Positive Small (PS), dan Positive Big (PB). dikarenakan output yang berupa heater memiliki 3 kondisi yaitu Low Hot (LW), Hot (H), Very Hot (VH). Mengacu pada teori diatas bahwa variable masukan yang

digunakan adalah *Error* dan  $\Delta Error$ . Dimana nilai *Error* diperoleh dari nilai suhu setpoint dikurangi suhu sebenarnya, sedangkan  $\Delta Error$  diperoleh dari *Error* nilai suhu sekarang dikurangi dengan *Error* nilai suhu sebelumnya. Inputan dari fungsi keanggotaan ini berupa nilai suhu yang dibaca oleh sensor suhu termokopel. Dan dibawah ini adalah fungsi keanggotaan untuk *Error* dan  $\Delta Error$ .



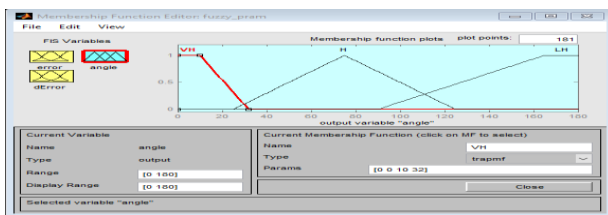
Gambar 13 Fungsi Keanggotaan *Error*



Gambar 14 Fungsi Keanggotaan  $\Delta error$

b. Fungsi Keanggotaan Keluaran

Pada fungsi keanggotaan keluaran, output yang diharapkan adalah panas yang dikeluarkan oleh *heater* yang digunakan untuk memanaskan *plastikcup sealer*. Untuk mengatur besarnya panas pada *heater* tersebut terdapat tiga variabel keanggotaan keluaran yaitu *Low Hot (LW)*, *Hot (H)*, *Very Hot (VH)*. Besarnya panas tersebut bergantung dari besarnya *angle* yang dikeluarkan oleh arduino uno yang dihasilkan dari perhitungan metode defuzzyfikasi *Centroid (Composite Moment)*.



Gambar 15 Fungsi Keanggotaan Output

c. Perancangan Rule Base

*Fuzzy Rule Base* berisi pernyataan – pernyataan logika *fuzzy*. *Fuzzy Rule Base* berbentuk pernyataan IF-Then yang menyatakan pernyataan kondisi. Penyusunan *Rule Base* ini sangat berpengaruh pada tahap pengambilan keputusan yang dilakukan oleh *plant*. Berdasarkan pada basis aturan *fuzzy* pada proses perancangan judul ini aturan *fuzzy* dibuat dengan menggunakan metode *Centroid (Composite Moment)*, metode

ini didasarkan pada pengetahuan terhadap tingkah laku sistem. Rule *fuzzy* dibentuk dengan menggunakan format tabular.

Tabel 1  
Aturan *Fuzzy*

E/dE	N	Z	P
Z	Low Hot	Low Hot	Hot
PS	Low Hot	Hot	Very Hot
PB	Hot	Very Hot	Very Hot

Dari tabel 1 Aturan *Fuzzy* dapat dijabarkan seperti berikut :

1. Jika Error Zero dan  $\Delta Error$  Negatif, maka output Low Hot.
2. Jika Error Zero dan  $\Delta Error$  Zero, maka output Low Hot.
3. Jika Error Zero dan  $\Delta Error$  Positif, maka output Hot.
4. Jika Error Positif small dan  $\Delta Error$  Negatif, maka output Low Hot.
5. Jika Error Positif small dan  $\Delta Error$  Zero, maka output Hot.
6. Jika Error Positif small dan  $\Delta Error$  Positif, maka output Very Hot.
7. Jika Error Positif big dan  $\Delta Error$  Negatif, maka output Hot.
8. Jika Error Positif big dan  $\Delta Error$  Zero, maka output Very Hot.
9. Jika Error Positif big dan  $\Delta Error$  Positif, maka output Very Hot.

d. Defuzzyfikasi

*Defuzzyfikasi* adalah suatu proses untuk merubah *fuzzy* output menjadi *crisp output*. Hasil dari defuzzyfikasi ini yang akan menentukan ON dan OFF-nya pemanas dari proses *molding* untuk pemanas plastik. Metode *defuzzyfikasi* yang digunakan dalam metode Mamdani untuk penulisan skripsi ini adalah metode *defuzzyfikasi Centroid*. Yaitu dengan solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*.

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor *Thermocouple*

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui apakah sensor suhu *thermocouple* mampu membaca perubahan suhu. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan suhu menggunakan termometer dan hasil pengukuran dari sensor *thermocouple*.

Tabel 2  
Pengujian Sensor Suhu

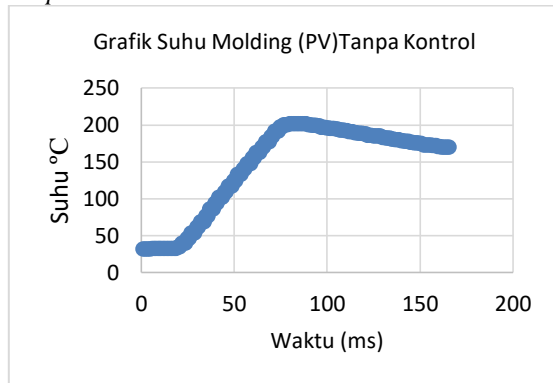
No	Suhu termometer°C	Suhu sensor°C	Error°C	Error(%)
1	100°C	100.41	-1.15	-1.15
2	110°C	110.58	-1.18	-1.08
3	120°C	120.58	-0.75	-0.62
4	130°C	130.58	-1.91	-1.48
5	140°C	140.33	-0.23	-0.16
6	150°C	147.33	-0.63	-0.43
7	160°C	160.25	2.25	1.38
8	170°C	170.33	-0.06	-0.03
9	180°C	180.25	-0.35	-0.19
10	190°C	190.5	-1.56	-0.82
11	200°C	200.58	-1.25	-0.62
12	210°C	210.37	-0.50	-0.24
13	220°C	220.25	-0.85	-0.38

14	230°C	230.33	-2.73	-1.20
15	240°C	240.25	-0.98	-0.41
16	250°C	250.25	-0.68	-0.27
RATA-RATA			-0.785	-0.48125

Dari hasil tabel pengujian diatas telah tertera hasil pengujian sensor suhu menunjukkan bahwa pembacaan sensor suhu *thermocouple* masih memiliki error -0.78, namun error masih terbilang kecil sehingga sensor suhu *thermocouple* masih dapat digunakan sebagai sensor suhu.

4.2 Pengujian Tanpa *Fuzzy Logic*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data tanpa kontrol *fuzzy*, berikut merupakan hasil respon pengujian tanpa menggunakan kontrol *fuzzy* yang diberikan *Set point temperature* 160°C.

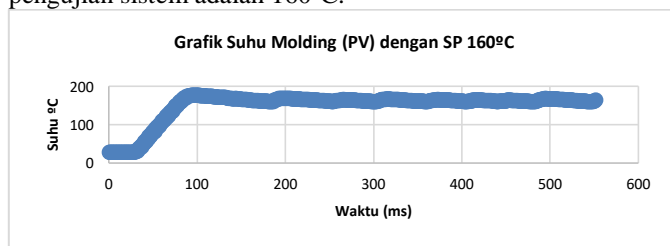


Gambar 16 Grafik Pengujian Tanpa *fuzzy logic*

Dalam pengujian ini dilakukan dengan cara megambil satu sampel data tanpa menggunakan kontrol *fuzzy* atau biasa disebut dengan istilah *Open Loop*. *Set point* disini menggunakan suhu 160°C. Disini apabila tidak menggunakan kontrol, maka grafik menunjukkan telah melebihi *set point* yang diberikan yaitu suhu 160°C.

4.3 Pengujian *Fuzzy Logic* Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem keseluruhan apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak. Dalam hal ini, sistem digunakan untuk menstabilkan suhu yang ada pada *molding heater* sesuai dengan besaran set point yang dimasukkan. Pengujian dilakukan dengan cara memberi masukan melalui *keypad* berupa besarnya suhu yang diinginkan untuk menghasilkan suhu yang stabil pada *heater* yang dipergunakan untuk memanaskan plastik *cup sealer*. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, maka suhu tersebut akan distabilkan dengan kontrol logika *fuzzy*. Perubahan respon suhu terhadap waktu memanaskan akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Suhu yang digunakan untuk melakukan pengujian sistem adalah 160°C.



Gambar 17 Grafik Pengujian *Fuzzy* Tanpa Beban

Dari hasil pengujian sistem dengan setpoint suhu 160°C, tanpa beban didapat grafik seperti pada Gambar diatas sehingga di dapatkan Analisa sebagai berikut :

1. Waktu tunda (*delay timer*) :  $t_d$   
Adalah waktu tunda yang dibutuhkan respon untuk mencapai setengah dari nilai akhir dari tanggapan untuk pertama kali. Dari grafik yang diperoleh maka dapat di ketahui bahwa waktu delay ( $t_d$ ) adalah 2 menit.
2. Waktu naik (*rise time*) :  $t_r$   
Adalah waktu yang di butuhkan untuk naik mencapai nilai akhir dari respon. Sehingga nilai  $t_r$  adalah 7 menit.
3. Waktu puncak (*peak time*) :  $t_p$   
Waktu puncak adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai puncak dari overshoot pertama kali. Berdasarkan grafik pada gambar 18 maka diperoleh waktu puncak ( $t_p$ ) adalah 10 menit dengan suhu 175°C.
4. Overshoot maksimum (*maximum overshoot*) :  $M_o$   
Adalah nilai puncak maksimum dari tanggapan yang diukur dari nilai akhir dari tanggapan. Sehingga dari gambar 18 di dapatkan nilai  $m_o = 175^\circ C$ . biasanya di rumuskan dalam persentase.  
$$M_o = \frac{175-160}{160} \times 100 = 9,37\%$$
5. Waktu setting (*setting time*) :  $t_s$   
Waktu setting adalah waktu tanggapan untuk mencapai nilai akhir dari tanggapan dan tetap berada pada nilai tersebut dalam *range* persentase tertentu dari nilai akhir. Dari hasil pengujian sistem pada gambar 17 didapatkan sebesar  $t_s = 14$  menit.

4.4 Analisa Data

Berdasarkan grafik dalam percobaan Gambar 17, Gambar 18 menunjukkan bahwa dengan controller *fuzzy*, suhu heater dapat terjaga dengan stabil dari *set point* yang di tentukan. Dalam pengujian dengan *set point* 160°C dapat di lihat bahwa pada awal alat di hidupkan suhu akan naik menuju *set point* dan sistem akan langsung stabil. Pada pengujian sistem yang di lakukan dengan *set point* 160°C menghasilkan overshoot 175°C. Sedangkan percobaan sebelumnya dengan menggunakan tanpa kontrol dengan waktu yang lebih lama yaitu 15 menit untuk mencapai 160°C dan percobaan dengan kontrol *fuzzy* lebih cepat dengan waktu 11 menit.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa alat untuk mengendalikan suhu pada proses pemanasan dalam pembuatan alat kontrol penutup *cup sealer* telah berhasil dibuat dan bekerja dengan baik. Dan berikut ini merupakan kesimpulan lain yang didapatkan:

1. Penggunaan LF sebagai pengendali suhu dengan menggunakan 2 buah label *membership function* untuk masukan *Error* dan *delta Error*, metode Mamdani, dan metode defuzzifikasi *Centre of Gravity* (COG) mampu membuat sistem tetap stabil sesuai dengan *set point* yang di tentukan yaitu 160°C

2. Pembacaan nilai suhu dengan sensor suhu *Thermocouple* tipe k pada LCD dibandingkan dengan menggunakan termometer dapat dikatakan baik karena masih memiliki rata – rata *error* -0.57% yang dalam pengujian masih dalam batas toleransi yakni  $\pm 2\%$ . *Error* yang dihasilkan menunjukkan bahwa sensor suhu yang digunakan sudah cukup akurat dan presisi sehingga mampu menampilkan kinerja yang baik pada sistem.
3. Alat pembuatan penutupan *cup sealer* ini dapat menghasilkan suhu terkontrol antara  $100^{\circ}\text{C}$  -  $250^{\circ}\text{C}$  dengan kontrol logika *fuzzy*, menggunakan Arduino uno sebagai pemroses dari input setpoint suhu yang dimasukkan untuk mengontrol driver heater dimana *alpha* sebagai pemicuan tegangan keluaran pada elemen pemanas (*heater*) sehingga suhu dapat stabil.

## 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah :

1. Memanaskan Plastik *Cup Sealer* dengan suhu melebihi  $250^{\circ}\text{C}$  dapat melelehkan plastik
2. Untuk keberlanjutan penelitian yang berkaitan dengan *cup sealer*, dapat digunakan metode kontrol yang lain

## DAFTAR PUSAKA

- [1] Adhi Mulya Anhar, Arya Mahendra Sakti. (2014). Analisa Hasil Pengujian Mesin Cup Sealer Semi Otomatis. Universitas Negeri Surabaya. JRM. Volume 01 Nomor 03. 35
- [2] Datasheet Termokopel Tipe K. (2002)
- [3] Aditya dwi Aryanto, Achmad Zakki Falani, Slamet Winardi. (2016). Otomatisasi Power Window Dengan Remote Control Menggunakan Arduino. Universitas Narotama Surabaya. e-Jurnal, Vol. 2 No.2 Juli E-ISSN : 2407-7712.
- [4] Destiarini, Pius Widya Kumara. (2019). Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328. Universitas Baturaja. Jurnal Informanika, Volume 5 No.1, Januari-Juni. ISSN : 2407-1730
- [5] Mochammad Afan Arif Rahman, Arya Mahendra Sakti. Rancang Bangun Mesin Cup Sealer Semi Otomatis. Universitas Negeri Surabaya. JRM. Volume 0 Nomor 03. Hal 29-34
- [6] Datasheet Keypad. (2011)
- [7] Datasheet LCD. (2013)
- [8] Datasheet Sensor Infrared E18-D80NK
- [9] Dyah Nur'ainingsih, Irwan Tri Handoyo. (2010). Sistem Kendali Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Universitas Gunadarma. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, Volume 15 No. 3. Desember
- [10] Akbar Rizky Wardani, Yuki Novia Nasution, Fidia Deny Tisna Amijaya. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. Universitas Mulawarman. Jurnal Informatika Mulawarman Vol. 12, No. 2 September. e-ISSN 2597-4963 dan p- ISSN 1858-4853