

Sistem Kontrol Suhu Extruder Mesin Molding Microplastik Metode Fuzzy Logic Berbasis My Rio

Evрил Bagas Prasetyo¹, Mohammad Luqman², Siswoko³

[Submission: 30-07-2021, Accepted: 07-09-2021]

Abstract— Plastic injection is the formation of products from melted plastic material and then injected into molds of a certain size. In microplastic molding machines require the right temperature in order to produce the right plastic melting of the mold results, by using *fuzzy logic* control method with MyRio controller, this temperature control is designed so that the plastic melting output is not too melted and not too dense. This temperature setting is designed using several components consisting of: *Band heater*, PT100 sensor and control system using MyRio with *fuzzy logic* control. In this system serves to control the stability of temperature in accordance with the level of melting plastic seeds in want, where the band heater works at a temperature of 130°C - 200°C to melt plastic seeds, in this system using sensors PT100 where PT100 will read the temperature on the barrel and sensor data will be sent to MyRio to set the heater *band* to reach the appropriate melting point. In the test results obtained the temperature for the printout is 180°C and *fuzzy logic* control is able to stabilize the temperature reaches *setpoint* 180°C although there is still *oscillation* 183°C against the *setpoint*.

Keywords— Fuzzy Logic Control, MyRio, Sensor PT100, Microplastic Molding Machine

Intisari— Injeksi plastik ialah pembuatan produk dari material plastik yang di lelehkan kemudian di injeksikan ke cetakan dengan bentuk ukuran tertentu. Pada mesin molding mikroplastik membutuhkan suhu yang tepat agar dapat menghasilkan lelehan plastik yang tepat terhadap hasil cetakan, dengan menggunakan metode kontrol *fuzzy logic* dengan kontroler MyRio, pengaturran suhu ini dirancang agar keluaran lelehan plastik tidak terlalu leleh dan tidak terlalu padat. Pengaturan suhu ini dirancang menggunakan beberapa komponen yang terdiri dari: *Band heater*, sensor PT100 dan sistem pengendalian menggunakan MyRio dengan kontrol *fuzzy logic*. Pada sistem ini berfungsi untuk mengontrol kestabilan suhu sesuai dengan tingkat leleh biji plastik yang di inginkan, dimana band heater bekerja pada suhu 130°C - 200°C untuk melelehkan biji plastik, pada sistem ini menggunakan sensor PT100 dimana PT100 akan membaca suhu pada barrel dan data sensor akan di kirim ke MyRio untuk mengatur *band heater* agar mencapai titik leleh yang sesuai. Pada hasil pengujian didapatkan suhu bagi hasil cetakan yaitu 180°C dan kontrol *logika fuzzy* mampu menstabilkan suhu mencapai *setpoint* 180°C walaupun masih terdapat *osilasi* 183°C terhadap *setpoint*.

Kata Kunci— Kontrol Fuzzy Logic, MyRio, Sensor PT100, Mesin Molding Microplastik

I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat pada penggunaan produk plastik, serta tuntutan manusia untuk lebih produktif dalam berproduksi baik. Dengan dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat di perlukan khususnya dalam pemanfaatan dan pengolahan biji plastik sehingga dapat di hasilkan produk plastik yang baik. Saat ini pekerjaan manual telah di ganti dengan pekerjaan otomatis yang membuat proses produksi mencapai target yang di inginkan, termasuk pada pemrosesan pencetakan biji plastik, salah satunya yang cukup efektif dan banyak di gunakan untuk pengolahan bahan termoplastik ialah *injection molding*. Dalam metode pembuatan injeksi kegagalan produk sering terjadi karena pengaturan suhu yang salah. Pengaturan suhu ditentukan dengan titik leleh bahan, pengaturan suhu yang tidak akurat menyebabkan cacat produk yang sering terjadi umumnya terjadi ketika pengaturan suhu terlalu rendah atau terlalu tinggi suhu laras silinder terlalu tinggi akan menyebabkan bahan termoplastik terlalu panas, terlalu meleleh dan membutuhkan waktu lama untuk mendinginkan diri dan. suhu laras silinder terlalu rendah akan menyebabkan bahan termoplastik tidak cukup meleleh, terlalu tebal dan terlalu cepat dalam pendinginan. [1]

Pada proses pembuatan 3D printing yang diperlukan untuk proses peleburan filament dengan metode kontrol *fuzzy*, mikrocontroller Arduino mega, dan menggunakan sensor thermocouple dapat menghasilkan suhu *heater* dengan *range* 180°C-200°C dan mampu menstabilkan suhu mencapai 190°C. [2]

Pada proses peleburan biji plastik HDPE pada 3D printing dengan metode *feeding* untuk proses pelelehan dengan metode PID dengan mikrocontroller Arduino mega. Biji plastik HDPE meleleh pada suhu 200°C untuk menghasilkan kualitas yang baik maka suhu leleh di kontrol menggunakan PID. Berdasarkan hasil pengujian PID didapatkan *maximum overshoot* sebesar 1% atau nilai suhu 202°C.[3]

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

¹Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta no.9, e-mail:evrilbagas.p@gmail.com

^{2,3}Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, e-mail: moh.luqman@polinema.ac.id, siswoko@polinema.ac.id



Pengelolaan limbah plastik menjadi BBM memiliki prinsip kerja dengan mengatur suhu pada proses pembakaran menggunakan kontrol PID yang diterapkan pada motor servo agar dapat mengatur lebar kecilnya valve kompor agar suhu pada proses sesuai dengan setpoint 220°C, 250°C, dan 280°C. Metode ZN 1 dengan nilai $K_p=7.28$, $K_i=0.029$, dan $K_d=451.36$, sehingga didapatkan hasil pengujian suhu optimal pada suhu 280°C. [4]

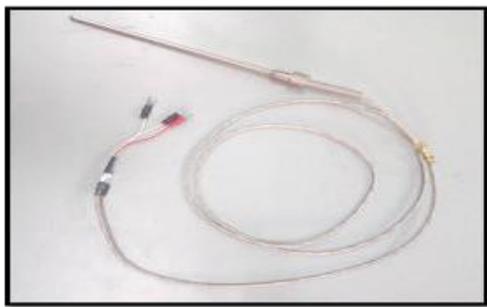
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara suhu pemanas dengan waktu tahan terhadap shrinkage. Material menggunakan plastik jenis polypropylene. penelitian ini untuk mengetahui hubungan temperatur leleh dan waktu tahan terhadap shrinkage. Sehingga dapat memprediksi variasi parameter mesin injeksi agar dihasilkan produk yang baik. Hubungan variasi suhu pemanas terhadap Penyusutan panjang menunjukkan pengaruh variasi suhu 135°C, 150°C dan 165°C. Nilai Penyusutan panjang yang paling baik pada suhu 165°C. [5]

Tujuan dari penelitian ini adalah dengan menggunakan kontroler Myrio dengan algoritma logika *fuzzy logic* diharapkan dapat merancang sistem kontrol suhu pada mesin molding microplastik agar suhu yang dihasilkan sesuai dengan titik leleh biji plastik, agar hasil cetakan yang di hasilkan menjadi bagus

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Sensor PT100

Pada Gambar 1 PT100 merupakan salah satu jenis sensor golongan RTD (Resistive Temperature Detector) yang terkenal dengan keakurasiannya dengan koefisien suhu positif yang nilai resistansinya naik seiring dengan naiknya suhu, PT100 terbuat dari logam platinum. Disebut PT100 karena sensor ini dikalibrasi pada suhu 0°C pada nilai resistansi 100 ohm.

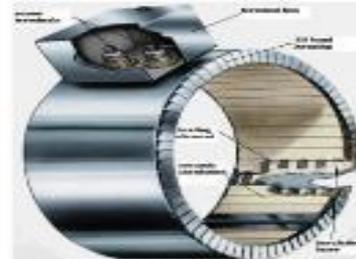


Gambar 1: Sensor PT100 [7]

B. Band Heater

Pada Gambar 2 *Band Heater* merupakan jenis pemanas yang berbentuk tabung difungsikan untuk memanaskan

tabung yang didalamnya terdapat material yang akan di jaga temperaturnya agar tidak beku atau mengalami penurunan termperatur, *Band Heater* terbuat dari bahan niklin dan isolatornya menggunakan mica kaca dengan pelindung plat stainless steel, akan tetapi pada temperature tinggi biasanya isolatornya menggunakan ceramice dan niklinya berbentuk *spiral*. Kegunaan *Band Heater* sering di aplikasikan pada mesin-mesin plastik yang di panaskan untuk di bentuk sesuai desain mesinnya



Gambar 2: Band Heater [2]

C. Myrio

Pada Gambar 3 MyRio adalah perangkat keras yang dibuat oleh Nasional Instrument dalam pengembangan aplikasi yang memanfaatkan FPGA dan mikroprosesor onboard. Dengan memanipulasi fungsi-fungsi dalam membuat sebuah sistem dengan menggunakan tiga I/O konektor, dan memiliki kemampuan nirkabel serta menggunakan ARM Cortex A9 x2 cores 28 nm process NEON SIMD, VFPv3 Vector FloatNI. Pada board NI MyRio terdapat beberapa peripheral yang dapat digunakan seperti wifi, LED, Accelerometer, push button, USB, analog input dan output, digital input dan output. MyRio menggunakan LabView sebagai IDE



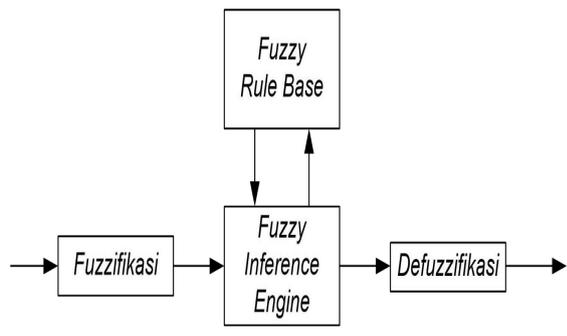
Gambar 3: MyRio [10]

D. Kontrol Logika Fuzzy

Pada Gambar 4 *Fuzzy Logic* adalah suatu cabang ilmu Artificial Intellegence, yaitu suatu pengetahuan yang



membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan. *fuzzy logic* menyerupai pembuatan keputusan pada manusia dengan kemampuannya untuk bekerja dari data yang ditafsirkan dan mencari solusi yang tepat. *Fuzzy logic* pada dasarnya merupakan logika bernilai banyak (multivalued logic) yang dapat mendefinisikan nilai diantara keadaan konvensional seperti ya atau tidak. Penalaran *fuzzy* menyediakan cara untuk memahami kinerja dari sistem dengan cara menilai input dan output sistem dari hasil pengamatan



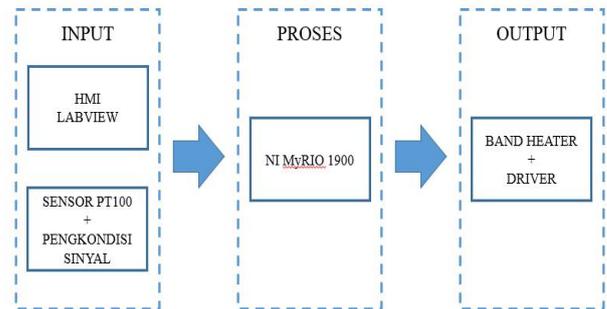
Gambar 4: Struktur Dasar Logika Fuzzy [8]

1. Fuzzifikasi Fuzzifikasi adalah proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variabel *fuzzy*, ini ditujukan agar masukan kontroler *fuzzy* bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan *fuzzy*.
2. Fuzzy Rule Base Merupakan kaidah dasar yang berisi aturan- aturan secara linguistik yang menunjukkan kepakaran terhadap plant. Banyak cara menunjukkan suatu kepakaran ke dalam aturan, format yang paling umum adalah Format Aturan *IF-THEN*, Format Hubungan, dan Format Tabular.
3. Interferensi Fuzzy Logic Inferensi *fuzzy* adalah sebuah proses formulasi pemetaan masukan terhadap keluaran dengan menggunakan logika *fuzzy*. Proses dari inferensi fuzzy melibatkan fungsi keanggotaan operator logika *fuzzy*, dan aturan *IF-THEN*.
4. Defuzzifikasi Defuzzifikasi merupakan cara untuk mendapatkan nilai tegas dari nilai *fuzzy* secara representatif. Secara mendasar defuzzifikasi adalah pemetaan dari ruang aksi kendali *fuzzy* yang didefinisikan dalam semesta pembicaraan keluaran ke dalam ruang aksi kendali nyata (non fuzzy) Proses ini berfungsi untuk menentukan suatu nilai crispoutput.

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Blok Sistem

Gambar 5 merupakan diagram blok sistem dari penelitian ini. Diagram blok sistem ini mempunyai 3 blok, yaitu input, proses dan output

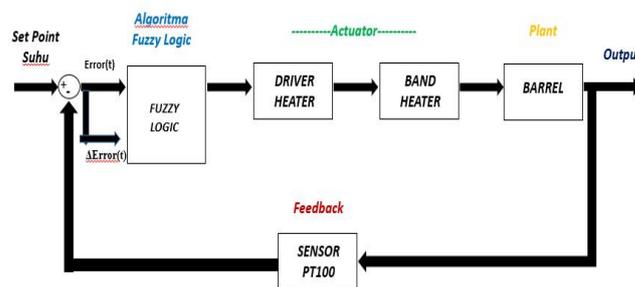


Gambar 5 : Blok Diagram Sistem

Dari blok diagram tersebut dapat kita amati input dari HMI labVIEW dan sensor PT100. HMI labVIEW digunakan sebagai antarmuka untuk mengubah nilai *set point* dan sekaligus menampilkan proses sistem dan sensor PT100 digunakan untuk mengukur suhu yang berada didalam barrel.

Kemudian apabila suhu yang dideteksi sensor PT100 tidak sesuai dengan setpoint maka data sensor akan di kirim ke kontroler MyRio, MyRio digunakan untuk melakukan pembacaan terhadap sensor PT100 dan melakukan kontrol *band heater* melalui *driver*. Data yang dibaca oleh MyRio diproses oleh LabVIEW sehingga dapat diolah dan digunakan untuk menentukan suhu sesuai dengan *setpoint*.

B. Diagram Blok Kontrol

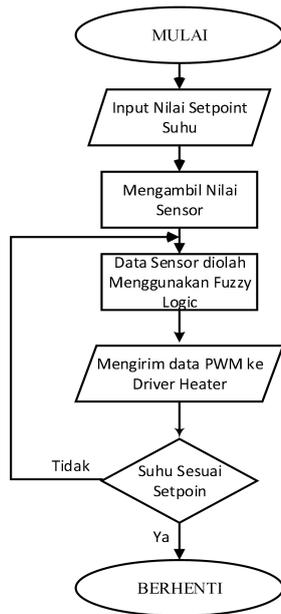


Gambar 6: Blok Diagram Kontrol

Blok kontrol diatas menjelaskan urutan pengontrolan dengan penentuan *setpoint* berupa suhu yang kemudian akan di proses menggunakan logika fuzzy kemudian keluaran dari *fuzzy* akan mengontrol driver heater agar band heater dapat memanaskan barrel sesuai dengan set point dan juga terdapat sensor pt100 sebagai pengukur suhu dan sekaligus sebagai *feedback* agar suhu yang dihasilkan dapat sesuai yang diinginkan.



C. Algoritma Pemrograman

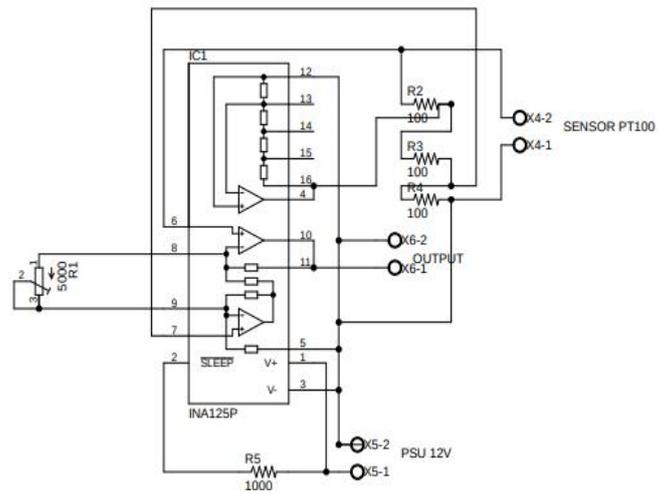


Gambar 7 : Flowchart Algoritma Pemrograman

Pada saat program di jalankan dan nilai setpoint suhu sudah di tentukan maka sensor akan mendeteksi suhu yang berada didalam barrel kemudian data sensor akan diolah dengan menggunakan metode *fuzzy* kemudian akan mengirim data berupa nilai pwm ke driver heater untuk mengatur pemanas agar sesuai setpoin, apabila suhu yang berada pada barrel tidak sesuai dengan setpoint maka data sensor akan di kirim Kembali dan diolah hingga sampai sensor mendeteksi suhu pada barrel sesuai dengan setpoint

D. Perancangan pengkondisi sinyal PT100

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu PT100, dimana keluaran dari sensor suhu PT100 berupa resistansi dengan karaterisrik kenaikan 0,385 untuk kenaikan 1°C untuk dapat digunakan keluaran dari PT100 berupa resitansi harus dirubah ke tegangan dengan rangkaian jembatan Wheastone seperti pada Gambar 8 merupakan rangkaian pengkondisi sinyal dimana rangkaian tersebut menggunakan rangkaian jembatan Wheastoen



Gambar 8 : Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Untuk mencari nilai resistasi PT100 dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan

$$R_{PT} = 100 + (0.385 \times \text{Suhu}) \quad (1)$$

Pada pengontrolan suhu pada mesin molding ditentukan range pengukuran 25°C -250°C.

Berdasarkan perhitungan tegangan pada jembatan wheatstone didapatkan nilai V_b selalu tetap dan V_a yang berubah. Untuk mendapatkan nilai beda tegangan pada titik V_a dan V_b , adapun perhitungannya sebagai berikut :

Diketahui = V_{ref} IC INA125P adalah 1.6V

$$V_a = \frac{R_{pt}}{R_1 + R_{pt}} \times V_{in} \quad V_b = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_{in} \quad (2)$$

Selanjutnya, agar rangkaian INA125 dapat bekerja dan menghasilkan penguatan yang sesuai dengan kebutuhan kontroler MyRio, yang dimana modul input menggunakan range tegangan 0V - +5V, maka perbandingan tegangan pada jembatan wheatstone dikuatkan Dengan mencari nilai R gain

$$\text{Gain} = 4 + \frac{60k}{R_G} \quad (3)$$

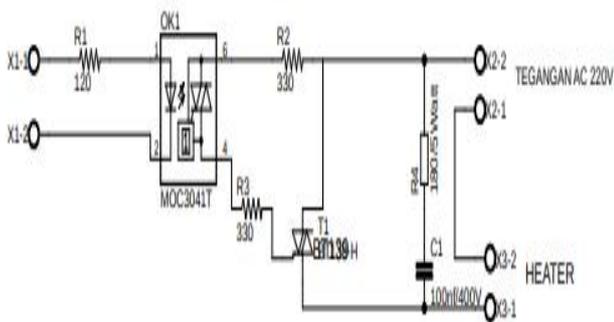
E. Perancangan Driver Heater

Pada Gambar 9 merupakan rangkaian Driver berfungsi untuk mengatur penyalan heater dengan mengatur tegangan input driver heater dari MyRio sehingga dapat di peroleh besar daya untuk penyalan heater pada rangkaian diver menggunakan optocoupler MOC3041 sebagai detector gelombang sinus 220V saat melewati titik nol Triac BT139. Dalam merancang rangkaian driver heater harus memperhatikan beban yang akan di gunakan. Pada sistem ini



heater yang di gunakan memiliki daya sebesar 300Watt dan tegangan sumber 220 V AC oleh karen itu driver heater ini harus mampu di bebani arus sebesar 1,36 A dengan perhitungan rumus:

$$P = V \times I \quad (4)$$



Gambar 9: Rangkaian Driver Heater

Dari datasheet di peroleh besar arus maksimal LED pada MOC3041 adalah 30mA dengan nilai tegangan 1,5 V. Sehingga untuk membatasi arus yang masuk ke dalam optotriac dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$R1 = \frac{V_{input} - V_{led}}{I_{led}} \quad (5)$$

Saat triac aktif karena adanya cahaya dari LED pada MOC dan dengan di lampauinya tegangan break over, maka di perlukan pembatas arus R2 yang dapat di hitung menggunakan persamaan berikut ini:

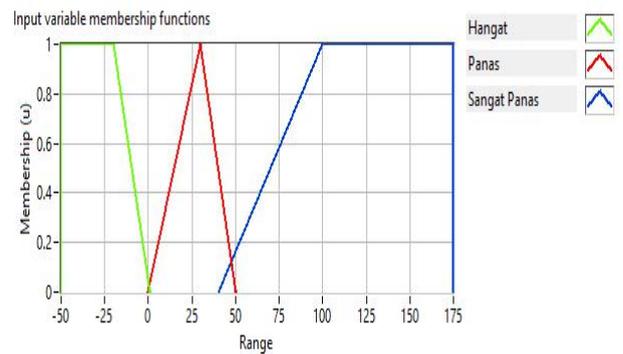
$$R1 = \frac{V_{max AC} - V_{BO} - V_{R2}}{I_{Triac}} \quad (6)$$

Hasil perhitungan R2 di peroleh nilai resistansi sebesar 330, untuk memperaman TRIAC pada rangkian di gunakan resistor dengan daya 5 watt. Dan di tentukan nilai kapasitor sebesar 100nf/ 400 V untuk memperhalus penundaan

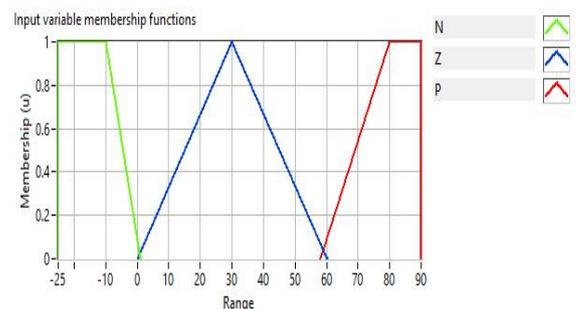
F. Perancangan Logika Fuzzy

Pada sistem ini menggunakan tiga variabel fungsi keanggotaan yaitu Hangat, Panas, dan Sangat Panas 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. Input dari fungsi keanggotaan ini berupa nilai

suhu yang dibaca oleh sensor suhu PT100. Pada Gambar 10 dan 11 ini adalah fungsi keanggotaan untuk *Error* dan $\Delta Error$



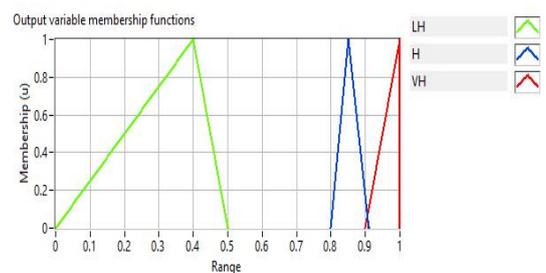
Gambar 10: Error



Gambar 11: ΔError

Fungsi Keanggotaan Keluaran

Fungsi keanggotaan keluaran yang nantinya diharapkan ialah *band heater* dapat memanasi *barrel* sesuai dengan *setpoint*, fungsi keluaran yang di maksud ialah mengatur besar kecilnya sinyal PWM yang akan di keluarkan pada *actuator*. Variabel untuk keluaran *band heater* yaitu Low Hot (LH), Hot (H), dan Very Hot (VH)



Gambar 12: Output Fuzzy

Pada Gambar 12 diatas merupakan desain output pada *fuzzy* dimana nilai *range* berupa nilai PWM yaitu 0-1 sebagai pengatur pemanas *heater*

Perancangan Rule Fuzzy



Fuzzy Rule Base berisi pernyataan -pernyataan logika fuzzy, fuzzy rule base terbentuk pernyataan *IF-Then* yang menyatakan pernyataan kondisi. Penyusunan Fuzzy Rule Base ini sangat berpengaruh pada tahap pengambilan keputusan yang akan dilakukan berdasarkan aturan fuzzy pada proses perancangan dibuat dengan menggunakan metode Center Of Area.

Fuzzy Rule:

1. IF Error IS Hangat AND De Error IS N THEN OUTPUT IS LH
2. IF Error IS Hangat AND De Error IS Z THEN OUTPUT IS LH
3. IF Error IS Hangat AND De Error IS P THEN OUTPUT IS LH
4. IF Error IS Panas AND De Error IS N THEN OUTPUT IS H
5. IF Error IS Panas AND De Error IS Z THEN OUTPUT IS H
6. IF Error IS Panas AND De Error IS P THEN OUTPUT IS H
7. IF Error IS Sangat Panas AND De Error IS N THEN OUTPUT IS VH
8. IF Error IS Sangat Panas AND De Error IS Z THEN OUTPUT IS VH
9. IF Error IS Sangat Panas AND De Error IS P THEN OUTPUT IS VH

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor PT100

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan keluaran dari pengkondisi sinyal PT100 sesuai dengan suhu yang di deteksi oleh sensor PT100 dan sekaligus membandingkan nilai rentang error pembacaan suhu PT100 dengan thermometer

TABEL I
 PENGUJIAN PEMBACAAN PADA HMI DENGAN THERMOMETER

No.	Pembacaan Suhu PT100 Pada HMI LabView (°C)	Pembacaan Suhu Thermometer (°C)	Error (%)
1	100	101	0.99
2	110	112	1.7

3	120	122.7	1.38
4	130	131.7	1.29
5	140	141.9	0.98
6	150	151.4	0.92
7	160	161.5	1.24
8	170	171.5	0.87
9	180	181.6	0.88
10	190	192.5	1.5
11	200	201	0.49
Error Rata-Rata			1.1

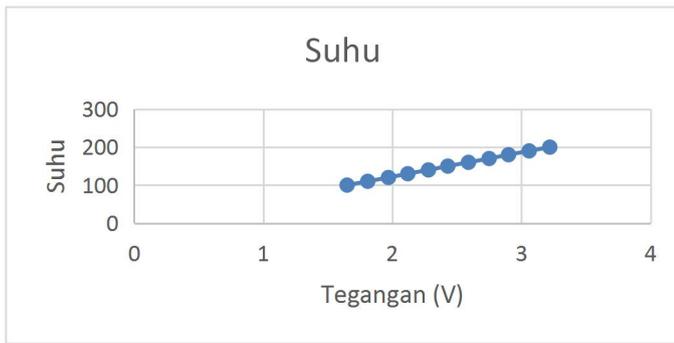
Berdasarkan hasil Tabel I perbandingan sensor PT100 dengan thermometer dilihat bahwa sensor cukup akurat yang hanya mempunyai rata-rata error 1.1%

TABEL II
 PENGUJIAN SUHU TERHADAP TEGANGAN

NO	Suhu °C	Vout Pengukuran (Volt)
1	100	1.65
2	110	1.81
3	120	1.97
4	130	2.12
5	140	2.28
6	150	2.43
7	160	2.59
8	170	2.75
9	180	2.9
10	190	3.06
11	200	3.22

Dari data-data yang di sajikan pada Tabel II, dapat dibuat grafik hubungan antara perubahan suhu dengan perubahan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh pengkondisi sinyal PT100 untuk mengetahui karakteristik dari sensor PT100 berikut grafik perubahan suhu dan tegangan pada pengkondisi sinyal





Gambar 14 : Grafik Suhu

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dibuatlah grafik pada Gambar 14, grafik tersebut menggambarkan sebuah data yang cukup linier sehingga dari data tersebut dapat diketahui bahwa karakteristik dari sensor suhu PT100 cukup baik untuk memenuhi kebutuhan analog input pada MyRio. Perubahan suhu dari sensor dan perubahan tegangan keluaran memiliki hubungan yang cukup linier

B. Pengujian Driver Heater

Driver heater digunakan dengan menggunakan lampu AC sebagai beban pengganti heater agar perubahan dapat dilihat. Pada driver dilakukan perubahan nilai PWM dari MyRio dari 0 hingga 1 dan lampu di beri tegangan 220 Vac, driver heater pada system ini digunakan untuk mengatur tingkat kepanasan dari pemanas

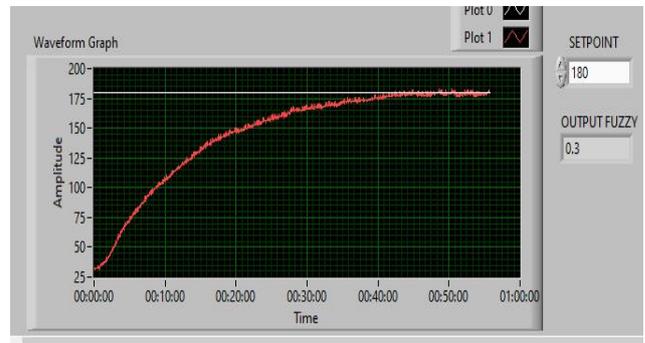
TABEL III
 PENGUJIAN DRIVER HEATER

NO	Vin Driver Heater	PWM	Tegangan Output
1	230	0	0
2	230	0.5	130
3	230	1	230

Berdasarkan hasil Tabel III diketahui bahwa apabila rangkaian driver bekerja di tandai dengan indikator lampu AC. Apabila diberi PWM 0.5 maka lampu akan menyala redup dan apabila diberi nilai PWM 1 maka lampu akan menyala terang, jadi semakin besar tegangan yang di berikan pada optotriac maka heater akan bekerja secara maksimal hal tersebut di karenakan tegangan yang di terima optotriac akan menghasilkan daya yang berbeda.

C. Pengujian Kontrol Fuzzy

Pada pengujian kontroler fuzzy kali ini akan membandingkan pengujian dengan kotroler dan pengujian tanpa kontroler Pada setpoint 180°C



Gambar 15: Grafik Pengujian Fuzzy

Berdasarkan pengujian menggunakan fuzzy dapat dilihat pada Gambar 15 bahwa sistem selalu memberikan respon yang baik walau masih terdapat osilasi terhadap nilai setpoint



Gambar 16: Grafik Pengujian Fuzzy

Bedasarkan data hasil pengujian respon sistem menggunakan metode fuzzy logic dengan nilai setpoint yang diberikan yaitu 180°C, sistem selalu berusaha memberikan respon yang baik meskipun terdapat osilasi terhadap nilai setpoint. Pada pengujian ini dilakukan perbandingan menggunakan kontroler dan tanpa kontroler didapatkan waktu pemanasan menggunakan kontroler yaitu 42 menit sedangkan tanpa kontroler 32 menit Seperti yang terlihat pada Gambar 16.



D. Pengujian Suhu Terhadap Hasil Cetakan



Gambar 17: Hasil Cetakan

Pada pengujian suhu terhadap hasil cetakan, pada pengujian ini dilakukan pada suhu 180°C bisa dilihat pada Gambar 17 pada suhu 180°C dapat menghasilkan cetakan yang cukup baik, dan pada saat penginjeksian motor tidak bekerja terlalu berat dikarenakan biji plastik sudah leleh sesuai yang di inginkan.

V. KESIMPULAN

1. Pembacaan nilai suhu pada rentang 25°C - 250°C dengan sensor suhu PT100 pada HMI di bandingkan dengan menggunakan thermometer memiliki rata-rata *error* 1.1% dari *error* yang dihasilkan menunjukkan sensor PT100 mampu menampilkan kinerja sesuai dengan spesifikasi
2. Pada algoritma logika *Fuzzy* sebagai algoritma suhu sistem mampu menstabilkan meskipun terdapat *osilasi* terhadap nilai *setpoint*
3. Pada pengujian pengaruh suhu terhadap hasil cetakan di dapatkan suhu 180°C untuk melelehkan biji plastik, yang cukup mempunyai *error* kecil pada hasil cetakan

REFERENSI

- [1] Muhammad Firdausi dan Fikri Ramdani. 2020 Cacat Produk Akibat Temperatur Cylinder Barrel Pada Proses Produksi Menggunakan Injection Molding. PRESISI, Vol : 22, No.2 Juli 2020
- [2] Adityo Dwi Prayogo, Bambang Priyadi dan Hariyadi Singgih. 2020. Implementasi Kontrol Fuzzy Pada Pengaturan Suhu Untuk Alat Pencetakan Daur Ulang Filament (3D Printing). Jurnal Elektronika Otomasi Industri, Vol.07, NO. 1, Mei 2020
- [3] Gisela Ririh , Budhy Setiawan, dan Indrazno Siradjuddin. 2021. Kontrol Suhu Extruder Menggunakan Metode Feeding Biji Plastik HDPE Pada 3D Printer Simetris Bilateral. Jurnal Elektronika Otomasi Industri Volume 8, Nomor 1, Mei 2021
- [4] Bagus Rachmanto, Mila Fauziyah, Sungkono. 2020. Sistem Kontrol Suhu Dan Laju Pemanasan Proses Pirolisis Pengolahan Limbah Plastik Menjadi BBM Dengan Metode PID. Jurnal Elkolind, Mei 2020, Vol.07, NO. 1
- [5] M. Fajar Sidiq, Abdullah Kharis Taufiqi, Royan Hidayat. 2020. Analisa Variasi Suhu Pemanas Mesin Injeksi Plastik Pada Pengolahan Limbah Plastik. Volume 11 No. 1 April 2020
- [6] Novi Ayuningdyah, Eka Mandayatma dan Herwandi. 2018. Peningkatan Akurasi Pembacaan Sensor RTD 3 Kabel Dengan Mempertimbangkan Resistansi Kabel Penghantar. Jurnal Elektronika Otomasi Industri , Vol.05, NO. 3 September 2018
- [7] Achmad Rochman Putra, Erni Yudaningtyas dan Goegoes Dwi N. 2013. Sistem Pengendalian Suhu Pada Tungku Bakar Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. Jurnal Seminar Hasil, November 2013
- [8] Handinata Laras R, Eka Mandayatma, Hari Kurnia Saftri.2016. Sistem Penstabil Temperatur Semen Beku Sapi Menggunakan Logika Fuzz. Jurnal Elkolind, VOL. 3, JULI 2016
- [9] Bustanul Arifin1, Agus Adhi Nugroho.2018. Pengendalian Suhu Dalam Ruang Berbasis Logika Fuzzy Dengan Menggunakan National Instrument Myrio 1900. Seminar Nasional Edusainstek ISBN : 978-602-5614-35-4 FMIPA UNIMUS 2018
- [10] Ayu Samura1, Wijaya Kurniawan dan Gembong Edhi Setyawan. 2018. Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Windu Dengan Metode Fuzzy Logic Control Menggunakan Mikrokontroler NI myRIO. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 2, No. 9, September 2018
- [11] Andhy Rinanto, Heru Sukanto , dan Wahyu Purwo Raharjo 2012. Desain Ulang Unit Pemanas Dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin Molding. MEKANIKA Volume 11 Nomor 1, September 2012

