

# Sistem Kontrol Torsi Motor *Extruder* Mesin *Molding Microplastic* Metode *Fuzzy Logic* Berbasis NI MyRio 1900

Bella Cahya Ningrum<sup>1</sup>, Yulianto<sup>2</sup>, Sungkono<sup>3</sup>

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

**Abstract**— Currently, technological advances in the industrial sector are getting better. Changes in patterns and methods of production in today's Industry have become automatic, which were originally manual by humans. Currently, the production is switching to a faster and more efficient automation system to produce products. The one of the printing systems that work automatically is injection molding. Injection molding machines are used to support the TEFA (Teaching Factory) program. The microplastic molding machine is a mini version of the industrial microplastic injection molding machine. With the same working principle, namely rotating the extruder so that the melted plastic seeds can be pushed into the mold molding machine, then they are rotated using a stepper motor. The use of a stepper motor is regulated with a rotational speed of 37.5 rpm normally and efficiently. The stepper motor control used Labview NI MyRio 1900 with the relevant and efficient Fuzzy Logic method for adjusting the motor speed (rpm) of the stepper motor.

**Keywords**— Fuzzy Logic, Labview, Molding Microplastic, NI MyRio 1900

**Intisari**— Kemajuan teknologi dalam bidang Industri semakin pesat. Perubahan pola dan cara produksi di Industri saat ini menjadi otomatis yang awalnya manual tenaga manusia. Termasuk pada proses pencetakan barang, kini pencetakan barang beralih ke system automasi yang lebih cepat dan efisien untuk menghasilkan produknya. Salah satu system cetak yang bekerja secara automasi yaitu injeksi molding. Mesin injeksi molding digunakan untuk mendukung program *Teaching Factory*. Mesin molding mikroplastik merupakan versi mini dari mesin injeksi molding mikroplastik industry. Dengan prinsip kerja yang sama yaitu memutar extruder agar biji plastik yang sudah meleleh dapat terdorong ke mesin molding cetakan, maka diputar dengan menggunakan motor stepper. Penggunaan motor stepper diatur dengan kecepatan putar 37.5 rpm secara normal dan efisien. Kendali motor stepper menggunakan Labview NI MyRio 1900 dengan metode Fuzzy Logic yang relevan dan efisien untuk adjustment kecepatan motor (rpm) motor stepper.

**Kata Kunci**—Fuzzy Logic, Labview, Molding Microplastic, NI MyRio 1900

## I. PENDAHULUAN

Teknologi yang kini semakin berkembang sehingga industri membutuhkan mesin molding yang canggih untuk melakukan

pencetakan. Sehingga tidak menggunakan sumber daya manusia. Hal ini dilakukan agar lebih efisien waktu dan lebih presisi. Pada penelitian Rancangan Desain Mold Produk KNOB Regulator Kompor Gas Pada Proses Injection Molding memiliki empat tahapan siklus dalam proses pencetakan molding microplastic. Siklus tersebut merupakan hal penting dalam pencetakan yaitu mencegah kebocoran lelehan plastik dengan menutup rapat *flank mode*, melakukan pengisian plastik pada *mold* dan memenuhi ruangan sesuai dengan bentuk yang akan dicetak, pendinginan material plastik setelah lelehan plastik memenuhi cetakan, lalu *ejection* ketika cetakan terdorong sehingga bagian plastik yang telah mengeras dapat keluar dari cetakan [1]. Sesuai dengan kebutuhan mesin *molding microplastic* terdapat biji plastik *High Density Polyethylene* yang merupakan *polietilena* dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dan memiliki sifat bahan yang keras, kuat, dan lebih tahan suhu yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk proses pencetakan [2].

Berbeda dengan industri besar dan penelitian sebelumnya, *molding microplastic* ini diciptakan untuk membantu program *teaching factory* sehingga dapat meningkatkan kualitas perkuliahan. Berdasarkan dengan harapan pemanfaatannya, sehingga peneliti menggunakan motor stepper untuk penggerak mesin *molding microplastic*. Motor penggerak ini memiliki kemampuan meraih torsi maksimal pada putaran awal yang dipicu oleh pulsa-pulsa diskrit [3]. Perubahan torsi merupakan poin utama untuk mengontrol pergerakan motor stepper sehingga perubahan nilai torsi dengan *adjustment* kecepatan putar motor yang menggunakan *set point rpm*. Pengaturan pwm menjadikan periode atau frekuensi gelombang berubah-ubah sesuai dengan kurva *torque versus speed* dari motor stepper, yang mana antara torsi dengan rpm pada motor berbanding terbalik [4]. Pergerakan mesin molding microplastic membutuhkan sensor untuk mengolah nilai torsi yang keluar sehingga menggunakan *Torque Sensor* sebagai *feedback* torsi pada *screw extruder*. *Torque sensor* memiliki dua sisi *input* dan *output*. Sensor ini dapat disambungkan dengan *screw extruder* yang akan berputar saat menerima torsi dari motor stepper. Bagian tengah antara masukan dan keluaran sensor terdapat *spring*, *spring* tersebut dapat berubah dan perubahannya akan terbaca oleh *rotary encoder* pada kedua sisi *input* dan *outputnya* [5]. Perubahan ini terjadi apabila *screw extruder* mulai melambat saat

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

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta no.9, e-mail: [bellacahyaningrum7598@gmail.com](mailto:bellacahyaningrum7598@gmail.com)

<sup>2,3</sup> Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang. e-mail: [yulianto@polinema.ac.id](mailto:yulianto@polinema.ac.id), [sungkono@polinema.ac.id](mailto:sungkono@polinema.ac.id)



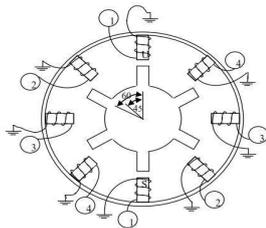
9 772356 053009

biji plastik yang dilelehkan hampir memenuhi cetakan atau mold. Metode yang digunakan juga berbeda dengan peneliti sebelumnya karena pada penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Metode ini digunakan sebagai aplikasi sistem kontrol, karena proses kendali ini *relatif* mudah dan *fleksibel* [6]. Perancangannya tidak melibatkan model matematis yang rumit dari sistem yang akan dikendalikan, karena harapannya agar lebih *efisien* dan terjangkau. Meninjau banyaknya pembahasan dari Mesin Molding Microplastic, penulis hanya mengkaji bagian kontrol motor Extruder menggunakan metode Fuzzy Logic dengan NI MyRio 1900 sebagai kontroler.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor DC yang tidak mempunyai komutator. Pada umumnya motor stepper hanya mempunyai kumparan pada bagian stator, sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen. Motor stepper dapat berotasi atau berputar dengan sudut step yang bisa bervariasi. Konstruksi motor stepper ini menggunakan empat kumparan stator (bagian yang tetap/stasioner) yang merupakan empat pasang kutub (*pole*). Setiap kutub stator mempunyai offset sudut sebesar 45° satu sama lainnya yang saling berdekatan. Motor stepper dapat berputar atau berotasi dengan sudut step range 0, 90 hingga 900 [7].



Gambar 1: Struktur Motor Stepper 4 Kumparan

### B. Driver Motor Stepper

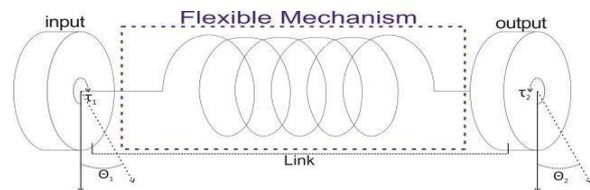
Driver TB6600 mampu mengendalikan motor stepper. Stepper dengan teknik *microstepping* yang digunakan berfungsi sebagai penggerak utama koordinat x-y-z. Driver motor ini merupakan PWM *chopper-type single-chip bipolar sinusoidal*. Kontrol rotasi depan dan belakang tersedia dengan 2 fase, fase 1-2 fase W1-2-fase, fase 2W1-2, dan fase 4W1-2 Mode. Motor step 2-fase *bipolar-stepping* dapat digerakkan hanya dengan sinyal clock dengan getaran rendah dan efisiensi tinggi. Adanya driver, dapat mengendalikan kecepatan dan arah putaran dari motor stepper. Rangkaian pengendali motor stepper menerima sinyal keluaran dari kontroler, yang kemudian sinyal tersebut diperkuat lagi supaya keluaran sinyal yang dihasilkan dapat menggerakkan motor stepper dengan baik.



Gambar 2: Driver Motor Stepper

### C. Torque Sensor

*Torque sensor* atau sensor torsi merupakan bagian yang penting pada sistem kontrol motor extruder karena berfungsi sebagai *feedback* torsi pada screw extruder. *Torque sensor* mempunyai dua sisi input dan output serta ditengah-tengahnya terdapat *spring*. *Torque sensor* dapat disambungkan dengan screw extruder yang nanti akan sekaligus berputar saat menerima torsi dari motor stepper. Bila screw extruder mulai melambat saat biji plastik hampir memenuhi cetakan, maka akan terjadi perubahan posisi *spring*. Perubahan *spring* tersebut akan dibaca oleh *rotary encoder* pada kedua sisi input outputnya. Secara umum rotary encoder menggunakan sensor optic untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat berputar sehingga dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder yang diteruskan oleh rangkaian kendali. *Torque Sensor* ini dapat mengolah torsi menjadi frekuensi dan mnejdaikan sebagai *output* yang dapat terbaca sehingga dapat menggerakkan motor stepper.



Gambar 3: Struktur Bagian Torque Sensor

### D. Rangkaian FVC

Perubahan Frekuensi ke tegangan dibutuhkan agar kontroler dapat menerima perintah yang dihubungkan dengan sensor. Sehingga membutuhkan FVC yang merupakan sebuah fitur IC LM2917 yang dapat mengkonversi nilai frekuensi menjadi nilai tegangan [8]. Untuk memberi supply pada IC LM2917 dapat diberikan Supply hingga 24VDC. Standart frekuensi yang sanggup dikonversi yaitu dengan input 1KHZ karena tidak terlalu tinggi, namun tidak terlalu rendah. Output pada rangkaian ini tergantung dengan VCC dan penggunaan komponen pendukung lainnya.



E. LabView

LabView merupakan kontroler dalam pengaplikasian mesin *molding microplastic*, *software* ini diproduksi oleh National Instrument. Matlab atau *Visual Basic*, mempunyai fungsi dan peranan yang sama. Perbedaannya bahwa domaine menggunakan domaine pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara domaine pemrograman lainnya menggunakan basis text. Program domaine dikenal dengan sebutan VI atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*. Pada domaine, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan *control* dan domaine, yang dimaksud dengan domaine adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan domaine adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Software LabView terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: Front Panel, Blok Diagram dari Vi, dan *Control and Function Palette*

F. NI MyRio 1900

Kontrol yang digunakan yaitu NI MyRio 1900. Kontroler ini merupakan perangkat keras yang dibuat oleh Nasional Instrumen untuk memanfaatkan FPGA dan *mikroprosesor onboard*. Fungsi-fungsi dalam membuat sebuah sistim dengan menggunakan tiga I/O konektor, serta memiliki kemampuan nirkabel. *Board* pada perangkat ini memiliki *peripheral* yang dapat digunakan seperti Wifi, LED, *Accelerometer*, *Push Button*, USB, *analog input dan output*, *digital input dan output*.

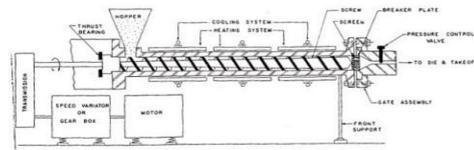
G. Fuzzy Logic

*Fuzzy Logic* merupakan sebuah metode yang digunakan dalam pengolahan Mesin *Molding Microplastic*. Untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* merupakan suatu cara *fuzzy logic* dalam bekerja. *Software* ini juga menyediakan cara sederhana untuk memberikan kesimpulan dari informasi yang kurang *valid*, samar-samar, atau tidak tepat. Konsep *Fuzzy Logic* merupakan suatu cara pemrosesan data dengan menggunakan *partial set membership crisp set membership* atau *non membership* [9].

H. Extruder

Extruder merupakan proses yang dapat merubah material keras menjadi cair. Perubahan ini melalui berbagai tahapan panas ekstrusi. Ekstrusi dapat dibedakan dari cara perlakuan material yang dibentuk. Proses ekstrusi berbeda-beda setiap jenis materialnya yang akan dibentuk. Factor yang mempengaruhi proses ekstrusi suatu material yaitu jenisnya,

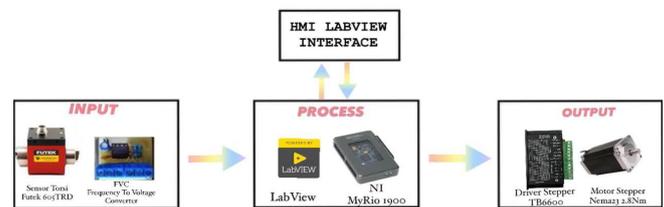
suhu kerja, reduksi penampang, dan gesekan [10]. Extrusi dalam proses ini yaitu menggunakan panas untuk melelehkan biji plastic yang digunakan agar dapat terdorong ke mold untuk dicetak.



Gambar 4: komponen Mesin Extruder

III. METODE PENELITIAN

A. DIAGRAM BLOK SISTEM

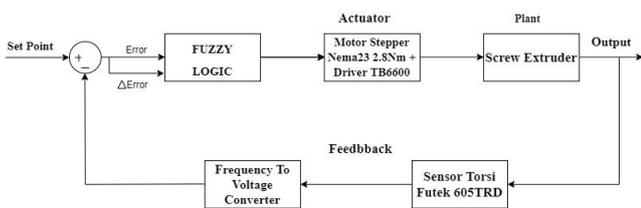


Gambar 5: Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok gambar 5 untuk system mesin injeksi molding terdapat tiga bagian yaitu; *input*, *proses*, *output* serta terdapat HMI. Pada masukan atau input berupa *torque sensor* yang dapat membaca berupa selisih torsi pada shaft input yang tersambung dengan motor dengan output extruder. Sensor yang memiliki output torsi ini dapat mengolah dengan baik. Bagian kedua yaitu proses, prosesnya merupakan labview dan NI MyRio 1900 yang dapat membaca tegangan. *Output* yang dihasilkan dari sensor berupa frekuensi, sedangkan kontroler membutuhkan input berupa tegangan. Sehingga dalam proses ini membutuhkan rangkaian FVC yang dapat merubah frekuensi menjadi tegangan. Ketiga yaitu *output* yang berupa driver dan motor stepper. Hasil keluaran berupa frekuensi dapat digunakan untuk mengatur motor stepper agar dapat beroperasi untuk mesin molding. Seluruh proses kerja dapat termonitor serta dapat memasukkan nilai rpm motor extruder dan Fuzzy Logic ke bagian HMI (*Human Machine Interface*).

B. Diagram Blok Kontrol

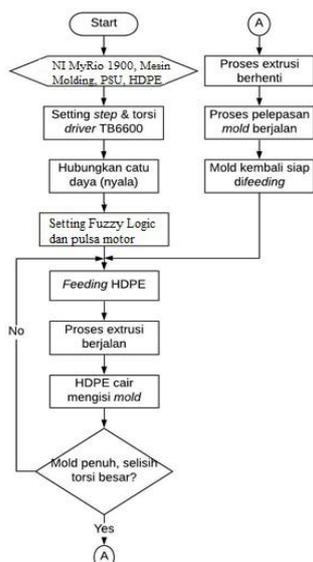




Gambar 6: Diagram Blok Kontrol.

Pada blok diagram kontrol Gambar 6 diketahui bahwa Fuzzy Logic diatur untuk mengatur nilai *set point* pada NI MyRio 1900. Ketika aktuator menerima data perintah dari kontroler berupa kecepatan motor maka motor akan bergerak sesuai instruksi dan *Plant* berupa extruder akan diputar oleh motor stepper. *Feedback* berupa sensor torsi bekerja untuk membaca selisih torsi antara motor dengan extruder. Data yang dikeluarkan berupa perubahan frekuensi, yang mana ditambahkan ke rangkaian FVC untuk dikonversi menjadi tegangan. Sehingga dapat terbaca oleh analog input pada MyRio 1900.

C. *Flowchart Kerja Sistem*



Gambar 7: Flowchart Kerja Sistem

Flowchart pada Gambar 7 menggambarkan cara kerja system yang ada pada mesin molding microplastik dari persiapan hingga proses *looping*. Dalam *flowchart* terdapat NI MyRio 1900 yang disiapkan sebagai kontroler. Saat mesin dinyalakan dengan persiapan yang matang yaitu dengan menyiapkan kontroler, *Supply* dan Plastik HDPE. Mengatur stepper dan sensor yang disesuaikan dengan nilai yang paling tepat sesuai *set point* yang diinginkan agar kerja system dapat maksimal. Sumber daya yang digunakan yaitu 24VDC karena menyesuaikan kebutuhan controller dan arus yang besar untuk

mensuplai kebutuhan daya motor stepper yang besar. Parameter Fuzzy Logic nilainya didapatkan dari perhitungan serta *trial-error* dengan adjustment yang diharapkan untuk mengamati perubahan respon system serta membawa perubahan ke hasil cetakan. Feeding bertujuan untuk pemberian bahan plastic secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan proses ekstrusi melalui lubang hoper. Pada saat proses ekstrusi berjalan sampai terbaca selisih torsi yang besar pada *torque sensor*, maka akan diterjemahkan oleh controller berupa volume cetakan yang telah penuh dan diteruskan ke motor agar berhenti berputar. Pada saat motor berhenti berputar, sedangkan extruder telah mengindikasikan cetakan pertama selesai maka selanjutnya akan dilakukan pelepasan cetak. Setelah cetakan terlepas, proses selesai dan mold akan kembali menempel ke nozzle extruder untuk mengulang proses selanjutnya.

D. *Perancangan Mekanik*

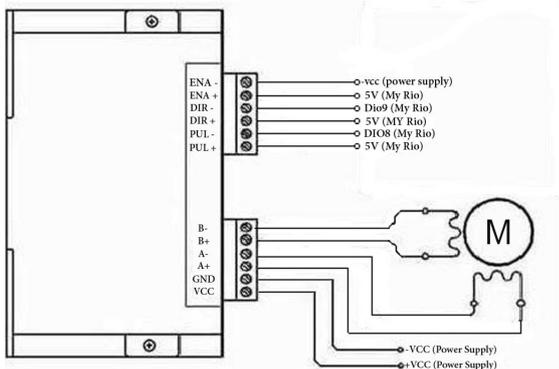


Gambar 8: Desain Mekanik Tampak Depan.

Desain pada Gambar 8 merupakan gambar mekanik mesin molding microplastik yang didesain dengan implementasi nyata. Pada sebelah kiri mekaniknya terdapat motor stepper yang terpasang dengan sensor torsi lalu terdapat ulir extruder yang berfungsi untuk mendorong biji plastic yang sudah meleleh. Alat bantu untuk memasukan bahan plastic yaitu hoper yang terlihat seperti lubang dibagian *barrel*. Pada bagian *barrel* juga terdapat *heater* yang berfungsi untuk memberikan suhu panas yang bertujuan untuk melelehkan biji plastik yang berasal dari hoper.

E. *Perancangan Elektronik*

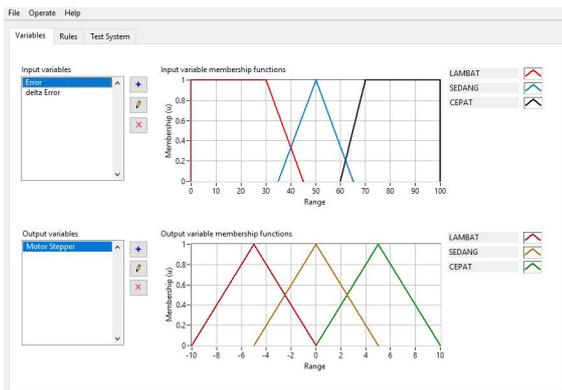




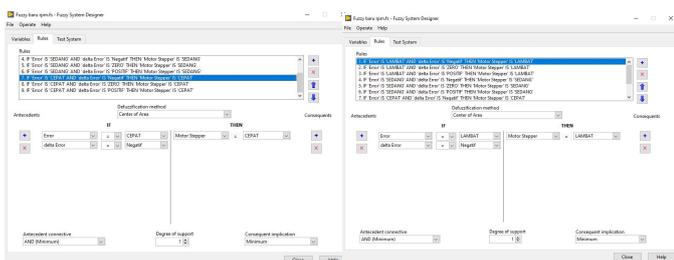
Gambar 9: Wiring Motor dan Driver

Motor dan driver saling terhubung karena driver sebagai penghubung antara controller dengan motor. Motor yang digunakan yaitu Nema23 yang memiliki spesifikasi 2phase sehingga memiliki 2 kumparan dengan 4 polaritas. Polaritas tersebut harus terhubung ke driver untuk kemudian dapat digunakan dengan ketentuan setting dari driver itu sendiri. Driver juga terhubung dengan controller NI MyRio 1900, dikarenakan bertujuan untuk menggerakkan motor stepper dan menjalankan perintah dari program controller tersebut.

F. Perancangan Software



Gambar 10: Membership Function



Gambar 11: Rules Fuzzy Logic

Perancangan software untuk program Molding Microplastik ini menggunakan metode Fuzzy Logic yang bertujuan untuk mengolah data Torque Sensor. Hasil dari pengolahan data sensor akan berpengaruh pada pergerakan motor stepper, data tersebut berupa frekuensi untuk

menggerakkan motor stepper dari pelan hingga cepat. Tujuan dari pergerakan motor stepper yaitu untuk menggerakkan screw yang terdapat di dalam barrel. Perancangan Fuzzy Logic dalam alat ini pada Gambar 11 menggunakan 6 input variabel membership function. Terbagi menjadi dua yaitu error dan delta error. Variable input error yaitu lambat, sedang dan cepat. Sedangkan untuk delta error yaitu negative, zero, positif. Pada program fuzzy memiliki output motor stepper yaitu lambat, sedang dan cepat. Terlihat dalam Gambar 13 bahwa program ini memiliki 9 rules yang berbeda dan dapat mempengaruhi kerja system motor stepper.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian dan Analisa Motor Stepper

Pada saat melakukan pengujian motor, diuji kecepatan putarnya (rpm) secara real menggunakan tachometer dan dibandingkan dengan data hasil perhitungan rumus persamaan kecepatan putar (rpm) motor. Saat pengambilan data, motor stepper dihubungkan ke driver TB6600 namun tidak dihubungkan ke instrument lain seperti sensor dan rangkaian FVC, tetapi tetap terhubung ke controller NI MyRio 1900. Set point yang diberikan yaitu pada range 0.937rpm-75rpm dengan pengaturan pulse/rev pada driver diatur 6400step. Dapat dilihat dalam Tabel 1 bahwa kecepatan motor pengukuran atau setpoint berbanding lurus dengan pengukuran secara real menggunakan Tachometer. Terdapat juga data frekuensi yang memiliki nilai linier dengan nilai rpm. Meskipun terdapat beberapa perbedaan nilai, tetapi tidak terlalu besar dan tidak mempengaruhi sensor atau rangkaian yang lain. Data pengujian motor stepper adalah sebagai berikut:

TABEL 1

HASIL PENGUJIAN MOTOR STEPPER

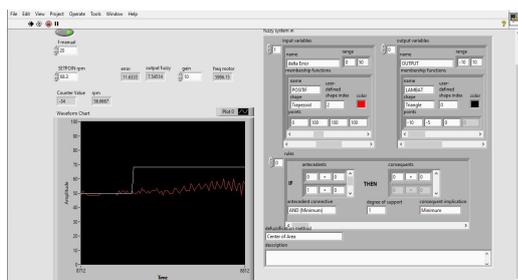
Frekuensi (Hz)	Pengukuran (Tachometer)	Perhitungan Teori	Error %
100Hz	1	0.937	0.9 %
200Hz	1.8	1.875	1 %
300Hz	2.7	2.816	1 %
400Hz	3.8	3.75	0.98 %
500Hz	4.6	4.68	1.0 %
1000Hz	11.3	9.375	0.82 %
1500Hz	14.0	14.08	1 %



2000Hz	18.7	18.75	1 %
2500Hz	23.4	23.43	1 %
3000Hz	28.8	28.16	0.9 %
3500Hz	32.1	32.8	1 %
4000Hz	37.6	37.5	0.99 %
4500Hz	42.1	42.19	1 %
5000Hz	46.9	46.8	0.99 %
6000Hz	53.4	56.23	1 %
7000Hz	62.7	65.9	1 %
8000Hz	75.6	75	0.99 %



Gambar 13: Pengukuran kecepatan motor stepper



Gambar 14: Grafik Motor Stepper Pada Labview

**B. Pengujian dan Analisa Sensor Torsi (Futek 605TRD)**

Pengambilan data dan pengujian sensor torsi dengan cara melakukan pengukuran nilai frekuensi output saat sensor torsi diputar oleh motor. Motor stepper diputar dengan range 100Hz hingga 8000Hz atau setara dengan setpoint 0.9375rpm hingga 75rpm, dan hasil yang dikeluarkan dari sensor torsi ini berupa perubahan frekuensi yang bergantung pada kecepatan putar motor stepper. Apabila motor stepper berputar dari pelan sampai cepat, maka hasil torsi yang dikeluarkan akan

semakin kecil. Frekuensi mdan kecepatan motor memiliki nilai yang *linier*, yaitu dapat dilihat pada tabel 2 bahwa nilai frekuensi dari kecil ke besar dan nilai rpm juga dari kecil ke besar. Namun berbeda dengan torsi karena nilai frekuensi berbanding terbalik dengan nilai torsi. Sehingga apabila nilai rpm atau frekuensi besar maka nilai torsi kecil. Hasil pengujian sensor ditunjukkan pada tabel bahwa terdapat nilai rpm menjadi setpoint yang bertujuan untuk mengatur kecepatan. Berikut adalah data hasil pengujian sensor torsi:

TABEL 2  
 DATA PENGUJIAN OUTPUT FREKUENSI SENSOR TORSI

Frekuensi	RPM	Frekuensi Output Sensor	Nilai Matematis Output SensorTorsi
100Hz	0.937	5.9 Hz	25.6 N.m
200Hz	1.875	11.21 Hz	12.8 N.m
300Hz	2.816	16.28 Hz	8.52 N.m
400Hz	3.75	21.7 Hz	6.4 N.m
500Hz	4.68	27.70 Hz	5.12 N.m
1000Hz	9.375	55.9 Hz	2.56 N.m
1500Hz	14.08	79.3 Hz	1.70 N.m
2000Hz	18.75	112.9 Hz	1.28 N.m
2500Hz	23.43	139.7 Hz	1.02 N.m
3000Hz	28.16	183.7 Hz	0.85 N.m
3500Hz	32.8	196.5 Hz	0.73 N.m
4000Hz	37.5	225.2 Hz	0.64 N.m
4500Hz	42.19	253.9 Hz	0.56 N.m
5000Hz	46.8	280.4 Hz	0.51 N.m
6000Hz	56.23	337.7 Hz	0.42 N.m
7000Hz	65.9	394.3 Hz	0.36 N.m
8000Hz	75	450.1 Hz	0.32 N.m

**C. Pengujian dan Analisa Rangkaian FVC**

TABEL 3  
 DATA PENGUJIAN RANGKAIAN FVC

RPM (Set)	Frekuensi	Vout Real	Vout Teori	$\Delta V$	Error
-----------	-----------	-----------	------------	------------	-------



Point)					
0.937	100	0.083	0.088	0.005	6%
1.875	200	0.107	0.168	0.061	36%
2.816	300	0.139	0.244	0.105	43%
3.75	400	0.27	0.325	0.055	17%
4.68	500	0.59	0.415	-0.175	42%
0.937	100	0.083	0.088	0.005	6%
1.875	200	0.107	0.168	0.061	36%
9.375	1000	0.87	0.838	-0.032	4%
14.08	1500	1.13	1.189	0.059	5%
18.75	2000	1.64	1.693	0.053	3%
23.43	2500	1.82	2.095	0.275	13%
28.16	3000	1.96	2.755	0.795	29%
32.8	3500	2.43	2.947	0.517	18%
37.5	4000	2.72	3.378	0.658	19%
42.19	4500	2.98	3.808	0.828	22%
46.8	5000	3.38	4.206	0.826	20%
56.23	6000	3.56	5.065	1.505	30%
65.9	7000	3.72	5.914	2.194	37%
75	8000	4.18	6.751	2.571	38%

Rangkaian FVC digunakan sebagai konverter perubahan dari frekuensi ke *voltage* karena MyRio tidak dapat membaca nilai frekuensi, melainkan dapat menerima dan mengolah nilai tegangan. Nilai tegangan *output real* diukur dengan menggunakan *Avometer*. Persamaan matematis secara teori akan dibandingkan dengan hasil pengukuran secara *real* sebagai pembandingan untuk mengetahui respon *output* sekaligus menganalisa nilai *error*. Berdasarkan hasil data pengukuran tegangan terhadap *Output FVC* diketahui bahwa apabila diberikan nilai rpm dari terkecil hingga terbesar maka nilai tegangan akan semakin besar. Pada saat motor berputar dalam kecepatan 37.5 rpm maka tegangan yang keluar dari FVC adalah 2.725 seperti yang terlihat dalam tabel 3. Rangkaian FVC dapat menghasilkan perbedaan antara nilai pengukuran real dengan nilai perhitungan yang disebabkan karena kurang idealnya kapasitor dalam proses *charging* pada

kondisi pulsa *low*. Pada penerapan proses ekstrusi, frekuensi *input* yang digunakan juga rendah karena kecepatan putar motor yang diberikan akan diatur rendah.

D. Pengujian dan Analisa Port MyRio

TABEL 4  
 PENGUJIAN PORT MYRIO 1900

Port A	Fungsi	Kondisi	Port B	Fungsi	Kondisi
1	5 Volt	Normal	1	5 Volt	Normal
2	AO0	Normal	2	AO0	Normal
3	AI0	Normal	3	AI0	Normal
4	AO1	Normal	4	AO1	Normal
5	AI1	Normal	5	AI1	Normal
6	AGND	Normal	6	AGND	Normal
7	AI2	Normal	7	AI2	Normal
8	DGND	Normal	8	DGND	Normal
9	AI3	Normal	9	AI3	Normal
10	UART.RX	Normal	10	UART.RX	Normal
11	DIO0	Normal	11	DIO0	Normal
12	DGND	Normal	12	DGND	Normal
13	DIO1	Normal	13	DIO1	Normal
14	UART.TX	Normal	14	UART.TX	Normal
15	DIO2	Normal	15	DIO2	Normal
16	DGND	Normal	16	DGND	Normal
17	DIO3	Normal	17	DIO3	Normal
18	DIO11/ENC.A	Normal	18	DIO11/ENC.A	Normal
19	DIO4	Normal	19	DIO4	Normal
20	DGND	Normal	20	DGND	Normal
21	DIO5	Normal	21	DIO5	Normal
22	DIO1 2	Normal	22	DIO1 2	Normal
23	DIO6	Normal	23	DIO6	Normal
24	DGND	Normal	24	DGND	Normal
25	DIO7	Normal	25	DIO7	Normal
26	DIO1 3	Normal	26	DIO1 3	Normal
27	DIO8	Normal	27	DIO8	Normal
28	DGND	Normal	28	DGND	Normal
29	DIO9	Normal	29	DIO9	Normal
30	DGND	Normal	30	DGND	Normal
31	DIO10	Normal	31	DIO10	Normal
32	DIO14	Normal	32	DIO14	Normal
33	3.3 Volt	Normal	33	3.3 Volt	Normal
34	DIO1 5	Normal	34	DIO1 5	Normal

Pengujian MyRio dalam Laporan ini bertujuan agar mengetahui apakah MyRio dapat bekerja dengan baik atau tidak. Menurut hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa setiap port yang terdapat dalam MyRio 1900 dapat berfungsi secara baik dan normal, sehingga MyRio dapat digunakan sebagaimana seharusnya dan diharapkan tidak ada kendala pada proses Molding Microplastic serta dapat menuruti perintah yang diinginkan oleh software yang telah didesain. Port yang diuji ini digunakan untuk dihubungkan dengan komponen yang lain seperti Driver TB6600 dan Rangkaian FVC. Driver TB6600 ENA- diberikan ke PORT A1 karena bertujuan sebagai Supply. Port A27 digunakan untuk PUL-,



dan Port A29 digunakan untuk DIR-. Sedangkan output FVC 5V dijadikan Analog Input pada MyRio dengan menyediakan Port A3. Lalu untuk Ground dari FVC dihubungkan dengan ground MyRio pada Pin6 PortA.

#### V. PENUTUP

1. Motor stepper Nema23 lebih efektif untuk mengontrol system pada alat molding mikroplastik karena memiliki kualifikasi yang mencukupi.
2. Dari hasil pengukuran motor stepper membutuhkan kecepatan agar dapat berputar untuk memutar screw sehingga membutuhkan nilai rpm yang tepat, yaitu dengan kecepatan 37.5 rpm motor dapat memutar extruder secara efisien.
3. Torque sensor yang digunakan merupakan sensor torsi yang dapat mengolah frekuensi, sehingga feedback yang digunakan pada penelitian ini yaitu Torque Sensor dan rangkaian FVC. Torque sensor yang memberikan output frekuensi diolah oleh rangkaian FVC agar menjadi tegangan sehingga dapat digunakan bersamaan dengan controller NI MyRio 1900.
4. Penggunaan Fuzzy Logic pada controller NI MyRio 1900 dirasa cukup efektif untuk system ini, karena pergerakan kecepatan motor dipengaruhi oleh rancangan Fuzzy. Apabila motor telah mencapai setpoint maka kecepatan motor akan bergerak secara stabil. Namun apabila motor belum mencapai setpoint maka motor akan terus bergerak.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada bapak Dosen Pembimbing telah memberikan bimbingan, masukan, saran dan teman-teman penelitian yang sabra dan selalu memberikan semangat, motivasi dan doa selama pengerjaan berlangsung.

#### REFERENSI

- [1] Yulianto, Irwan. 2014. Rancangan Desain Mold Produk KNOB Regulator Kemplor Gas Pada Proses Injection Molding. Jurnal Itenas, Vol. 2 No. 3, Juli 2014
- [2] Mawardi, Indra. 2015. Desain Manufaktur Mesin Injeksi Plastik Menggunakan Mekanisme Toggle Untuk Industri Kecil. Jurnal Teknik Industri, Vol. 2 No.4, September 2015
- [3] Eka, Samsul Maarif. 2015. Alat Peraga Kendali Posisi Pada Linear Axis dengan Penggerak Motor Stepper Berbasis PLC. Jurnal Technologic, Vol.11 No.1, April 2015

- [4] Syahrul, Ahmad Shobirin. 2018. Aplikasi Motor Stepper Pada Smart Home. Jurnal kaputama, Vol.4 No. 1. Januari 2018
- [5] Siradjuddin, Wicaksono, dkk. 2018. A Low Cost 3D-Printed Robot Joint Torque Sensor. JURNAL ELTEK Vol,8 No.1, April 2018
- [6] Nadhif, Muhammad. 2015. Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Pengendali Motor DC Berbasis Mikrokontroler Atmega835 Dengan Sensor Photodiode. Jurnal unnes, Vol.7 No.2, Mei 2015
- [7] Setiawan, Aldi. 2017. Implementasi Optical Character Recognition Pada Mesin Penerjemah Bahasa Ke Bahasa Inggris. Jurnal eprints.akakom, Vol.9 No.3, September 2017
- [8] Sultan, Achmad. 2013. Advanced Three Phase PWM Inverter Control Using Mikrokontroler. Jurnal eprint.akakom, Vol.3 No. 2, April 2013
- [9] Sumardiono, Wahab, dkk. 2017. Desain Dan Purwarupa Fuzzy Logic Control Untuk Pengendalian Suhu Ruangan. Jurnal repository.unpar, Vol.2 No.1, Juni 2017
- [10] Ikam, Bakhrul. 2016. Pengaruh Temperature dan Line Speed Pada Proses Pembuatan Kabel Optik Yang Mengalami Kecacatan Diselubung Kabel Pada Mesin Extruder. Jurnal repository, Vol. 6 No.2, 2016

