

# **SISTEM KONTROL OTOMATIS *MICRO INJECTION MOLDING* MENGUNAKAN *MICROCONTROLLER ARDUINO ATMEGA 2560 R3***

**<sup>1</sup>R.P.Putra, <sup>2</sup>S.Supriyadi, <sup>3</sup>A.Burhanudin**

<sup>1,2,3</sup> *Teknik Mesin, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia*

E-mail: <sup>1</sup>rizkyperdanaputra1997@gmail.com, <sup>2</sup>slametsupriyadi@upgris.ac.id,  
<sup>3</sup>aan.burhanuddin@gmail.com

## **ABSTRAK**

Di era modern ini perkembangan teknologi semakin pesat dan maju, karena dengan kemajuan teknologi inilah segala sesuatu dapat dilakukan dengan mudah dan lebih cepat. Disini penulis akan membahas mengenai kontrol otomatis mesin *micro injection moulding* dengan menggunakan *Arduino ATmega 2560 R3* dengan *software arduino INO*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mesin *micro injection moulding* menjadi otomatis. Pada penelitian menggunakan metode penelitian eksperimen, dengan teknik analisa data yang digunakan adalah teknik deskriptif, dimana dari hasil pengujian program dideskripsikan atau dipaparkan. Data yang dianalisis adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian program pada mesin *injection molding*. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan *delay* waktu sangat berpengaruh terhadap hasil produk, untuk jenis plastik *polypropylene* suhu leleh yang didapat pada penelitian ini adalah 200°C dengan delay waktu total 5400 step setiap 1 kali produksi.

Kata kunci: *injection moulding*, *Arduino*, *Arduino INO*, dan teknologi

## **I. PENDAHULUAN**

Di era modern ini perkembangan teknologi semakin pesat dan maju, karena dengan kemajuan teknologi inilah segala sesuatu dapat dilakukan dengan mudah dan lebih cepat. Dengan kemajuan teknologi ini mendorong manusia untuk membuat suatu alat yang bisa membantu dan mempermudah segala aktivitas manusia. Dengan demikian industri juga membutuhkan sentuhan teknologi agar suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan mudah dan efisien.

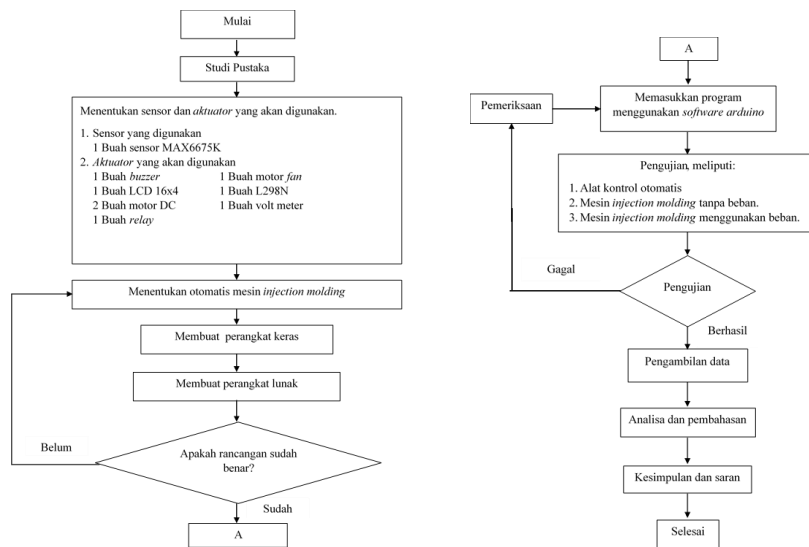
Mesin *injection molding* yang ada di pasaran saat ini masih sangat sederhana dan manual untuk pengoprasianya oleh karena itu saya ingin membuat mesin *injection molding* menjadi otomatis sehingga dapat memberikan kemudahan dalam pengoprasianya dan diharapkan produksi dari mesin lebih maksimal di karenakan mesin yang di buat akan di lengkapi dengan pengontrol suhu agar dapat menjaga suhu pemanas agar tetap stabil.

## **II. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimen, [1] penelitian dengan pendekatan eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh variabel tertentu dalam kondisi yang terkendalikan dengan variabel yang lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lamanya waktu *delay* terhadap produk yang dihasilkan. Untuk mendapatkan kebenaran ilmiah maka penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen.

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi, yang menyebabkan timbulnya atau berubahnya variabel terikat dalam sebuah penelitian. Variabel bebasnya adalah pengaruh kelancaran dan bentuk proses *injection molding* dengan variasi *delay* dan suhu.

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas dalam sebuah penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pemrograman mesin *injection molding* dengan menggunakan *software arduino INO*.



Gambar 1 Desain Penelitian

## 1. Teknik Pengumpulan Data

Setelah prosedur penyelidikan dilakukan maka, proses selanjutnya yaitu pengamatan apakah *loop* berjalan dengan baik atau tidak. Apabila tidak sesuai, maka dilakukan peninjauan kembali atau dilakukan proses *trouble shooting*. Kemudian setelah semuanya selesai selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian alat kontrol otomatis, pengujian mesin injection molding tanpa beban, dan pengujian mesin injection molding menggunakan beban.

## 2. Teknik Analisa Data

Teknik analisis data ini menggunakan Metode Analisis Deskriptif. Analisis Deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih (variabel yang berdiri sendiri) tanpa membuat perbandingan dan mencari hubungan variabel itu dengan variabel yang lain [6]. Dari pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa metode deskriptif analisis dengan pendekatan kuantitatif merupakan metode yang bertujuan menggambarkan secara sistematis dan faktual tentang fakta-fakta serta hubungan antar variabel yang diselidiki dengan cara mengumpulkan data, mengolah, menganalisis, dan menginterpretasi beba data dalam pengujian hipotesis statistik.

Pada penelitian menggunakan metode penelitian eksperimen, dengan teknik analisa data yang digunakan adalah teknik deskriptif, dimana dari hasil pengujian program dideskripsikan atau dipaparkan. Data yang dianalisis adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian program pada mesin injection molding.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

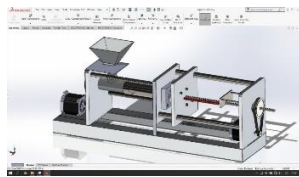
### 1. Deskripsi kontrol otomatis mesin *injection moulding*.

Kontrol otomatis mesin *injection moulding* adalah proses cetak injeksi plastik dimana semua proses dilakukan secara otomatis yang di kontrol oleh sebuah *microcontroler*. Dengan sistim kerja dimana bahan *thermoplastic* cukup diletakan pada hopper lalu putar potensio pada suhu yang sesuai dengan titik leleh plastik tersebut, lalu sensor suhu mendeteksi suhu pada *injection pipe* dan *microcontroler* secara otomatis mendeteksi suhu dan menyamakan dengan suhu yang di inginkan, jika suhu di bawah dari suhu target maka *relay* akan bekerja untuk menyalakan *heater* sampai suhu sesuai dengan target, dan jika suhu lebih dari suhu target maka relay akan mematikan *heater* sehingga tidak terjadi proses pendinginan pada *injection pipe* sampai suhu sesuai dengan target.

Setelah suhu sama dengan target maka secara otomatis motor DC akan bekerja untuk mulai mencetak produk, lama proses pencetakan untuk 1 produk bergantung pada *delay* setiap langkah motor DC yang diprogram.

**2. Rancangan awal mesin *micro injection molding*.**

Proses *injection molding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam memproduksi produk plastik. Proses injeksi dilakukan dengan memasukkan bahan baku berupa butiran-butiran plastik melalui *hopper* dan plastik akan di panaskan dalam *barrel*. Setelah plastik meleleh dengan temperatur tertentu, maka plastik tersebut didorong keluar dari dalam tabung melalui *nozzle* untuk diinjeksikan ke dalam cetakan ( *mold*). Selanjutnya benda cetak dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat di dalam cetakan sebelum cetakan dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan benda cetak.



Gambar 2 Rancangan awal mesin *micro injection molding* menggunakan *software solidwork*

**3. Hasil alat *micro injection molding***

Mesin *micro injection moulding* setelah melalui proses perakitan dari part-part yang telah selesai pada proses permesinan, dan proses lainnya yang kemudian dirakit sehingga menjadi mesin *micro injection moulding*.

**4. Pembuatan rangkaian alat**

Komponen-komponen yang tadi disiapkan, komponen-komponen meliputi: *Arduino Mega*, *Motor driver*, *Motor DC*, *Relay*, *Heater*, *LCD*, *Potensio*, *Sensor suhu*, *power supply*, dan *switch toggle*. Di bawah ini merupakan gambar komponen-komponen yang sudah terpasang. Arus 220 volt AC disalurkan ke *power supply* sebagai *step down* ke 12 volt DC dihubungkan ke *driver* motor untuk mengatur step pada *output* ke motor DC, yang dimana motor *driver* mendapatkan sinyal dari *arduino* setelah sensor mendeteksi suhu  $\geq$  target. Dan kemudian motor DC akan berjalan sesuai perintah dari *software arduino*.



Gambar 3 Komponen keseluruhan



Gambar 4 Panel kontrol

**5. Cara kerja alat**

Berikut ini merupakan cara kerja sistim otomatis mesin *micro injection moulding*:

- a. Pertama pastikan power supply terhubung dengan arus listrik 220 volt DC.
- b. Kedua posisikan tombol power pada posisi ON, kemudian putar potensio untuk mengatur suhu target sesuai jenis plastik yang di masukan ke dalam *hopper*, suhu target dan suhu aktual di tampilkan di panel LCD.
- c. Setelah itu tinggal tunggu sampai suhu aktual mencapai suhu target alat akan berjalan otomatis.
- d. Operator tinggal memantau agar aliran biji plastik lancar di dalam hooper, alat akan mencetak terus menerus.



Gambar 5 Tampilan panel LCD

**6. Data hasil pengujian**

- a. Tabel pengujian tanpa beban

Tabel 1 pengujian waktu pemanasan *injection pipe*

No.	Target suhu	Waktu	Suhu awal	Relay	Motor DC
1	180°	15 menit	31°	On	Off
2	190°	22 menit	31,7°	On	Off
3	200°	27 menit	31°	On	Off
4	210°	33 menit	32°	On	Off

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem otomatis pada mesin *micro injection molding* sebelum diberikan beban/biji plastik, dari pengujian yang dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu pemanasan dan kinerja *relay* pemanas.

- b. Tabel pengujian menggunakan beban

Tabel 2 pengujian waktu pemanasan *injection pipe* dengan beban

No.	Target suhu	waktu	Suhu awal	Relay	Motor DC
1	180°	35 menit	31,5°	On	Off
2	190°	42 menit	31,7°	On	Off
3	200°	56 menit	31°	On	Off
4	210°	68 menit	32,8°	On	Off

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu pemanasan pada biji plastik setelah dimasukan kedalam pemanas.

Tabel 3 Pengujian *delay* waktu motor DC 1 dan 2 suhu 180°C

No.	Motor 1		Motor 2		Pendinginan	Stop	Total
	Maju	Mundur	Maju	Mundur			
1	30000	1000	7000	7000	15000	20000	80000
2	32000	1000	7000	7000	15000	20000	82000
3	34000	1000	7000	7000	15000	20000	84000
4	36000	1000	7000	7000	15000	20000	86000

Dari tabel 3 Diketahui data dari hasil pengujian pada variasi suhu 180°C didapat berbagai total step mulai dari 80000 step sampai 86000 step. Dengan hasil produk sebagai berikut:



Gambar 5 Hasil pengujian dari variasi suhu 180°C

Tabel 4 Pengujian *delay* waktu motor DC 1 dan 2 suhu 190°C

No.	Motor 1		Motor 2		Pendinginan	Stop	Total
	Maju	Mundur	Maju	Mundur			
1	29000	1000	7000	7000	15000	20000	79000
2	30000	1000	7000	7000	15000	20000	80000
3	31000	1000	7000	7000	15000	20000	81000
4	32000	1000	7000	7000	15000	20000	82000

Dari tabel 4 Diketahui data dari hasil pengujian pada variasi suhu 190°C didapat berbagai total step mulai dari 79000 step sampai 82000 step. Dengan hasil produk sebagai berikut:



Gambar 6 Hasil pengujian pada variasi suhu 190°C

Tabel 5 Pengujian *delay* waktu motor DC 1 dan 2 suhu 200°C

No.	Motor 1		Motor 2		Pendinginan	Stop	Total
	Maju	Mundur	Maju	Mundur			
1	32000	1000	7000	7000	15000	20000	82000
2	33000	1000	7000	7000	15000	20000	83000
3	34000	1000	7000	7000	15000	20000	84000
4	35000	1000	7000	7000	15000	20000	85000

Dari tabel 5 Diketahui data dari hasil pengujian pada variasi suhu 200°C didapat berbagai total step mulai dari 82000 step sampai 85000 step. Dengan hasil produk sebagai berikut:



Gambar 7 Hasil pengujian pada variasi suhu 200°C

Dari pengujian pada variasi suhu 200°C didapat hasil produk yang hampir tidak terjadi cacat. Sehingga waktu *delay* ini akan digunakan untuk pengujian pada variasi suhu berikutnya.

Tabel 6 Pengujian *delay* waktu motor DC 1 dan 2 suhu 210°

No.	Motor 1		Motor 2		Pendinginan	Stop	Total
	Maju	Mundur	Maju	Mundur			
1	32000	1000	7000	7000	15000	20000	82000
2	33000	1000	7000	7000	15000	20000	83000
3	34000	1000	7000	7000	15000	20000	84000
4	35000	1000	7000	7000	15000	20000	85000

Dari tabel 5 Diketahui data dari hasil pengujian pada variasi suhu 210°C didapat berbagai total step mulai dari 82000 step sapai 85000 step. Dengan hasil produk sebagai berikut:



Gambar 8 Hasil pengujian pada variasi suhu 210°C

Dari pengujian pada variasi suhu 210°C didapat hasil produk yang terdapat cacat karena suhu terlalu tinggi sehingga produk mulai berwarna coklat. Untuk itu tidak dilakukan lagi pengujian pada variasi suhu yang lebih tinggi.

#### 7. Pembahasan

Alat micro injection moulding dapat di otomatiskan dengan menggunakan sebuah microcontroler dengan sensor suhu dan 2 buah motor DC. Alat ini merupakan sebuah sistem yang baik untuk mengolah biji plastik bila diprogram dengan baik.

Injection moulding ini menggunakan bahan utama alumunium sebagai kerangka, cetakan terbuat dari alumunium paduan yaitu jenis 5052 dan 6061 proses pembuatan cetakan menggunakan mesin CNC milling sehingga waktu pengerjaanya semakin cepat.

Dari hasil pengujian dengan variasi suhu 180°-210° dan variasi delay waktu proses injection dari step 800-1600 terdapat beberapa hasil akhir yang berbeda. Suhu 180°- 210° didapat hasil step mulai 79000-86000 untuk 1 kali produksi.

Pada variasi suhu 200° dengan total delay waktu 1 kali produksi 85000 step dihasilkan produk terbaik yang bisa dikatakan tidak terjadi cacat pada produk namun dari hasil produksi masih diperlukan finishing untuk memotong sisa cetakan dari lobang pin injector yang menonjol.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan mesin *micro injection moulding* menggunakan *microcontroler arduino ATmega 2560 R3* dapat menjadikan alat ini otomatis dengan menggunakan sensor suhu dan motor DC sebagai aktuatornya.
2. Software arduino INO dapat memprogram *microcontroler* untuk menjadikan mesin *injection moulding* menjadi otomatis.

#### V. REFERENSI

- [1] Ade (2016). Mikrokontroler Arduino UNO. Diambil pada 10 November 2020 <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>
- [2] Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Edisi pertama. CV Andi Offset: Yogyakarta.

- [3] Kalman, R. E. 2013. *Dht-21 sensor components*. Diambil pada 20 Agustus 2020  
<http://www.engineersgarage.com>
- [4] Martinus. 2012. *Buku Ajar Mekanika*. Universitas Lampung: Lampung.
- [5] Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [6] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D)*, 2009, hal 35.