

# **RANCANG BANGUN *NOZZLE* DAN SISTEM KENDALI *ON OFF* PADA PEMANAS MESIN *INJECTION MOLDING* SKALA RUMAH TANGGA.**

Edwin Ade Putra<sup>1</sup>, Setiani Ibrahim, S.T., M.T<sup>2</sup>, Ely Aprilia, S.Si., M.Si<sup>3</sup>.

Teknologi Pengelasan dan Fabrikasi, Institut Teknologi Sains Bandung, Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl.  
Ganesha Boulevard, Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Bekasi, Jawa Barat, 17530, Indonesia

[edwinadephtr@gmail.com](mailto:edwinadephtr@gmail.com)

## **Abstrak**

Mesin *injection molding* adalah mesin yang dibuat untuk dapat mengelola sampah plastik menjadi sebuah produk dimana proses ini membutuhkan pemanas untuk dapat melelehkan plastik sehingga dapat dimasukkan ke dalam cetakan. *Nozzle* sebagai wadah serta tempat untuk plastik yang akan mengalami proses pemanasan mencapai temperatur titik leleh plastik dengan diberi suatu elemen pemanas yang ditempatkan pada *nozzle* sebagai sumber panas agar panas yang dihasilkan dari suatu elemen pemanas ini dapat membuat *nozzle* memiliki panas untuk dapat melelehkan bahan plastik di bagian dalam *nozzle* yang dilengkapi dengan sistem kendali *on off* pada saat proses pemanasan berlangsung dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak dalam suatu sistem pengendalian *on off* untuk proses pemanasan *nozzle* pada mesin *injection molding*.

**Kata kunci** : Injection molding, Nozzle, Mikrokontroler

## *Abstract*

*An injection molding machine is a machine that is made to be able to manage plastic waste into a product where this process requires a heater to melt the plastic so that it can be inserted into the mold. The nozzle as a container and place for plastic that will undergo the heating process reaches the melting point temperature of the plastic by being given a heating element that is placed on the nozzle as a heat source so that the heat generated from a heating element can make the nozzle have heat to be able to melt the plastic material on the inside. in the nozzle which is equipped with an on-off control system during the heating process using a microcontroller as the brain in an on-off control system for the nozzle heating process on the injection molding machine*

*Keywords: Injection molding, Nozzle, Microcontroller*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini serta banyak kebutuhan manusia yang berdampak terhadap permasalahan lingkungan di sekitar, salah satu permasalahannya adalah pembuangan sampah, sering dijumpai pembuangan sampah-sampah plastik ke dalam air maupun tanah oleh manusia sehingga dapat menyebabkan kerusakan alam dan tidak dapat diurai oleh bakteri pengurai, sampah plastik yang ditimbun di dalam tanah membutuhkan waktu yang lama untuk diuraikan, jika sampah plastik dibakar hanya akan menjadikan sebuah gumpalan dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menguraikannya, akibat dari sampah plastik yang tertimbun ini menyebabkan terjadinya pemanasan global yang akan berdampak pada kehidupan manusia. Pembuangan sampah plastik ini yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup dan menjadi masalah yang belum bisa teratasi oleh masyarakat.

Sampah plastik merupakan jenis sampah yang sering dibuang oleh manusia karena banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari baik perorangan, maupun kelompok, Adanya limbah plastik ini juga menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti pencemaran air, tanah, dan pencemaran udara serta menyebabkan pemanasan global, untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan daur ulang sampah plastik menggunakan mesin atau alat pembentukan plastik. Salah satu contohnya yaitu Mesin *Injection Molding* skala rumah tangga dengan sistem kendali *on off* pada pemanas yang dirancang oleh penulis sebagai Tugas Akhir.

Perancangan ini merupakan kelanjutan dari Tugas Akhir Alumni TPF-16 yang merancang mesin pencacah plastik dari botol kemasan menjadi cacahan plastik, kemudian hasil dari cacahan plastik tersebut akan dilakukan proses ke dalam mesin *injection molding* untuk mengolahnya menjadi produk yang berguna serta memiliki nilai jual.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada perancangan *Nozzle* yang dibuat menggunakan material Baja S45C berbentuk pejal dengan diameter 50mm panjang 80mm tebal 8mm dilapisi dengan elemen pemanas berdiameter 50mm panjang 60mm memakai daya sebesar

220Volt & 275Watt pada sistem kendali on-off menggunakan mikrokontroler *Atmega* dan sensor termokopel

## INJECTION MOLDING

*Injection Molding* adalah suatu teknik di bidang industri manufaktur untuk mencetak benda dari bahan termoplastik. *Injection Molding* merupakan metoda proses produksi yang dapat dilakukan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen benda yang kecil serta memiliki bentuk yang rumit, dimana biaya yang dikeluarkan lebih murah bila dibandingkan dengan proses lain yang biasa digunakan. *Injection molding* terbentuk dari beberapa bagian utama, yaitu *clamping unit*, *mould unit*, dan *injection unit*.

## BAHAN BAKU PLASTIK

Bahan Baku yang digunakan dalam proses *injection molding* adalah polimer. yakni jenis polimer PP (PolyPropylene) Polypropylene (PP) adalah "polimer adisi" **termoplastik yang** terbuat dari kombinasi monomer propilena. yang digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memasukkan kemasan untuk produk konsumen. komponen plastik untuk berbagai industri termasuk industri otomotif, perangkat khusus, maupun tekstil. Bahan termoplastik menjadi cair pada titik lelehnya berkisar 130-180° Celcius

## PEMANAS ELEKTRIK

Untuk elemen pemanas yang terbuat dari kumparan (gulungan) kawat/pita bertahanan listrik tinggi (niklin), yang kemudian dilapisi oleh isolator tahan panas (mica sheet), dan pada bagian luar dilapisi lagi oleh plat logam berbahan kuningan, aluminium ataupun stainless steel yang kemudian di bentuk menjadi lempengan berbentuk stripe, kemudian di bulatkan dengan mesin rol sehingga menjadi bentuk sabuk yang diameternya disesuaikan dengan kebutuhan.

Besarnya daya elemen pemanas tergantung dari jenis material yang akan dipanaskan, massa benda yang akan dipanaskan, dan waktu yang ingin ditempuh dalam mencapai suhu tertentu.

## SISTEM KENDALI

Sistem kendali atau sistem kontrol (*control system*) merupakan suatu alat untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah kendali ini dapat dipraktekan secara manual untuk mengendalikan sistem kontrol. Dalam sistem yang otomatis alat ini banyak digunakan didalam bidang industri dalam kehidupan sehari-hari sering dipakai untuk mempermudah produksi.

Kendali dua nilai (juga disebut kendali on-off) merupakan strategi kendali ikal tertutup yang paling sederhana. Dalam hal ini, aktuator dapat menghasilkan nilai variabel (besaran) yang dikendalikan dalam keadaan tenaga penuh atau tanpa tenaga sama sekali. Pada saat aktuator off, besaran yang dikendalikan kembali posisi awalnya semula. sistem kendali on-off memiliki keterbatasan sehingga hanya cocok untuk dipergunakan guna mengendalikan sistem-sistem yang berubah dengan lambat dan dimana hanya diperlukan kondisi dimana variabel yang dikendalikan hanya berubah dalam batas dua titik henti.

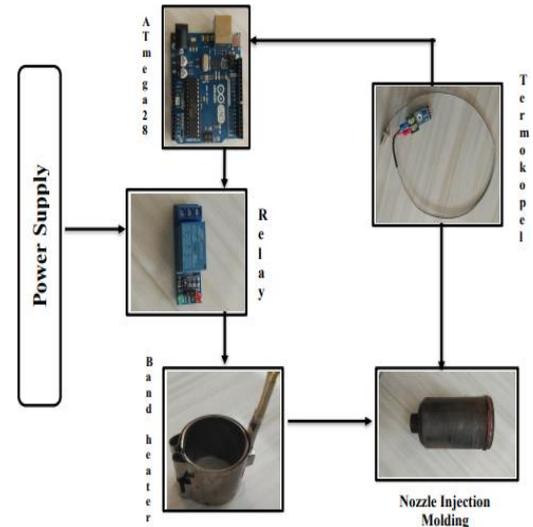
## MIKROKONTROLLER

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Mikrokontroler pada dasarnya adalah sebuah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC.

Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi. Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bagan Sistem Kendali on off pemanas Nozzle Injection Molding



Peralatan yang digunakan pada sistem pengontrol pada pemanas nozzle injection molding:

1. Mikrokontroler ATmega
2. Sensor termokopel tipe K + modul max 6675
3. *Relay 1 channel 10 A*
4. *Band heater*
5. *Power supply*
6. *Nozzle*
  - Tahapan perancangan pengontrol
    1. Menghubungkan rangkaian sensor termokopel+modul max6675 ke mikrokontroler menggunakan kabel jumper
    2. Menghubungkan rangkaian relay ke dalam mikrokontroler menggunakan kabel jumper
    3. Menghubungkan *band heater* ke power source dan relay melalui kabel yang terdapat pada heater dan kabel pada power source



Rangkaian pengontrol

## Perancangan Pemanas

### • Perhitungan daya heater

Perhitungan untuk menentukan besar daya heater dengan menggunakan persamaan :

$$Q = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{860 \cdot t \cdot \eta} \quad (1)$$

Dengan beberapa data yang sudah diketahui, sebagai berikut:

Massa *nozzle* (m) = 1.23 kg  
Waktu pemanasan = 0.4 jam (24 menit)  
 $C_{baja\ s45c} = 0.11$  kkal/kg°C  
Efisiensi ( $\eta$ ) = 0.25  
Target Panas = 200°C  
Suhu ruang = 25°C

Maka daya heater (Q) dapat diketahui melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan pertama, sebagai berikut:

$$Q = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{860 \cdot t \cdot \eta}$$
$$Q = \frac{1.23 \times 0.11 \times (200-25)}{860 \times 0.4 \times 0.25}$$
$$Q = \frac{23.68}{86} = 0,275 \text{ kWatt}$$
$$= 275 \text{ Watt}$$

Diperoleh untuk daya heater yang digunakan sebesar 275Watt



Band heater 275Watt

### • Perhitungan daya relay

Perhitungan daya relay dilakukan untuk menentukan besar arus yang dibutuhkan untuk band heater, dengan menggunakan persamaan :

$$P = V \times I \quad (2)$$

Dari perhitungan sebelumnya diketahui daya heater (P) = 275Watt  
Tegangan listrik dari power source (V) = 220Volt, maka :

$$P = V \times I$$
$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{275}{220} = 1,25 \text{ A}$$

diperoleh untuk arus yang digunakan

oleh heater sebesar 1,25 A

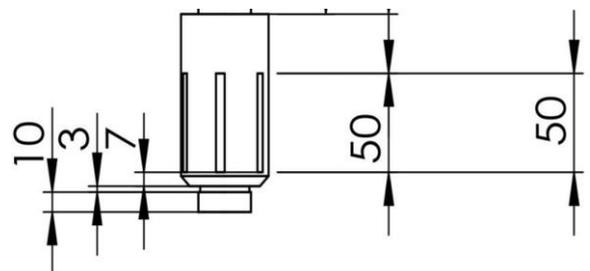
### • Perancangan nozzle

*Nozzle* merupakan salah satu bagian dari *injection unit* sebagai tempat dimana material plastik akan mengalami perubahan bentuk dari padat menjadi cair karena adanya proses pemanasan pada *nozzle* dengan memakai suatu elemen pemanas yang ditempatkan pada *nozzle* sebagai sumber penghasil panas untuk dapat mencairkan material plastik hingga pada temperatur titik cair plastik tersebut.

*Nozzle* pada mesin *injection molding* berupa pipa pejal memanjang sebagai tempat melelehkan biji plastik dan tempat pemanas yang mengelilingi pipa tersebut.

Spesifikasi perancangan *Nozzle*:

1. Bahan *nozzle* = Baja S45C
2. Panjang *nozzle* = 80 mm
3. Diameter luar *nozzle* = 50 mm
4. Diameter dalam *nozzle* = 40 mm
5. Diameter lubang keluar = 3 mm



Gambar Perancangan Nozzle

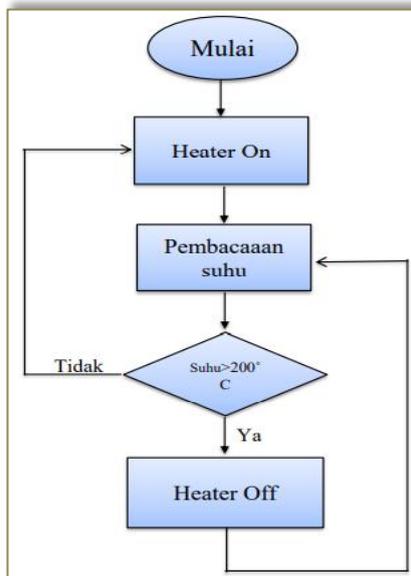
### • Tahapan pembuatan nozzle

1. pemotongan material baja s45c dengan mesin gerinda potong
2. pembubutan pada permukaan benda kerja
3. pembubutan pada ujung benda kerja hingga membentuk lekukan nozzle
4. Pembuatan lubang pada bagian dalam benda kerja sebesar 40mm
5. Pembuatan lubang kecil sebesar 3mm
6. Proses finishing nozzle dengan menggunakan amplas



Hasil pembuatan nozzle

- **Flowchart Proses Kerja Heater**



1. Kondisi awal *heater* = *on*

Pada kondisi ini *heater* dinyalakan atau dalam kondisi *on*. Siap untuk memanaskan cacahan plastik yang diisikan ke dalam tabung *nozzle injection molding*.

2. Pembacaan suhu

Setelah *heater* dalam kondisi *on* atau sudah dinyalakan maka sensor akan melakukan pembacaan suhu pada tabung *nozzle injection molding* dan akan mengirimkan data pembacaan suhu kepada mikrokontroler untuk diproses selanjutnya.

3. Suhu  $> 200^{\circ}\text{C}$

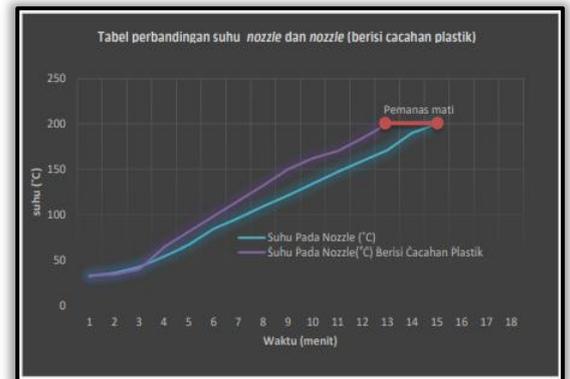
Pada saat temperature atau suhu berada diatas  $200^{\circ}\text{C}$ , maka *heater* otomatis berubah keadaan dari semula dalam keadaan *on* berubah menjadi *off* karena arus diputus oleh relay atas perintah dari mikrokontroler

4. *Heater off*

Pada saat kondisi *heater off* artinya arus yang mengalir pada *heater* sudah diputus oleh *relay* atas perintah mikrokontroler karena suhu pada *heater* itu sendiri telah  $> 200^{\circ}\text{C}$  maka proses pemanasan dari heater menuju nozzle berhenti

- **Pengujian waktu pemanasan pada Nozzle Injection Molding**

Grafik perbandingan suhu terhadap waktu pada nozzle dengan nozzle berisi cacahan plastik



Dari grafik diatas didapat bahwa pada pemanasan nozzle dengan suhu  $200^{\circ}\text{C}$ , terlihat nozzle yang tidak diberi cacahan plastik akan berubah dalam keadaan mati pada menit ke-15, sedangkan pada nozzle yang diberi cacahan plastik akan berubah dalam keadaan mati pada menit ke-13 yang berarti, nozzle yang berisi cacahan plastik lebih cepat untuk mencapai suhu  $200^{\circ}\text{C}$  dan akan berubah dalam keadaan off bila dibandingkan dengan nozzle tanpa isi cacahan plastik. Hal ini dikarenakan nozzle yang tidak diberi cacahan plastik, energi panas akan mengalir melewati kekosongan yang ada pada tabung tersebut atau melewati media udara. Sedangkan pada nozzle berisi cacahan plastik, yang mana cacahan plastik tersebut mengalami perubahan wujud dari padat menuju cair maka energi panas lebih cepat merambat dalam media cair tersebut hingga lebih cepat untuk mencapai suhu  $200^{\circ}\text{C}$ .

- **Pengujian pengontrol on/off pada pemanas nozzle injection molding**

Grafik pengujian pengontrol on/off pada pemanas



Dari grafik diatas terlihat bahwa temperatur suhu pada nozzle mengalami ketidakseragaman atau mengalami naik turun mulai dari menit ke-15, hal ini dikarenakan adanya delay saat proses pentransferan suhu dari heater menuju nozzle. Kemudian walaupun pada saat nozzle membutuhkan waktu untuk turun dari temperature/suhu maksimum pada 213°C, namun pada saat temperature menyentuk nilai 199°C, ketika heater akan on, akan tetapi suhu yang terbaca oleh sensor akan turun karena membutuhkan waktu untuk menyalurkan panas dari heater ke nozzle, oleh karena itu suhu pada saat 196°C akan kembali naik lagi ke suhu 200°C.

#### 4. KESIMPULAN

- Dari penelitian mengenai rancang bangun nozzle dan sistem kendali on off pada pemanas mesin injection molding, didapatkan sebuah mesin injection molding dengan sistem kendali on off pada pemanas nozzle berkapasitas skala rumah tangga.
- Proses pembuatan nozzle yang digunakan pada mesin injection molding terbuat dari material baja S45C.
- Proses perancangan sistem kendali on off ini tersusun dari alat microcontroller atmega sebagai pengendali proses, sensor termokopel+modul max6675 sebagai

input dari microcontroller, dan relay sebagai output dari microcontroller.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Saputra,R.B.,Aziz,A.,Anwar, S.,Hidayat,N. Oktober 2020, “Rancang Bangun dan Pengujian Alat Pengubah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM)”, *Jurnal Baut dan Manufaktur*,Vol.02, No.02, 57-65
- Sutikno.,Habibah,N.A.2016.” Pemanfaatan Biji Plastik Botol Bekas Kemasan Minuman untuk Bahan Baku Pembuatan Lakop.” Laporan pengabdian kepada masyarakat, Universitas Negeri Semarang
- Windarta,Hidayat,G.,Chaerudin,A. Oktober 2019, “Rancang Bangun Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik HDPE menjadi Gagang Pintu Kapasitas 1kg/jam”, Paper dipresentasikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta 15 oktober 2019
- Adhiharto,R.,Komara,A.I.2017,”Studi Rancang Bangun Mesin Benchtop Injection Molding Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Botol Plastik”,Politeknik Manufaktur Bandung
- Syaifudin,M.2017.”Rancang Bangun Plastik Injection Moulding pada Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Gagang Pisau. (Tugas Akhir).Kudus:Prodi Teknik Mesin,Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

- Andy.Rinanto,Heru.Sukanto,Wahyu.Purwo.Raharjo,"Desain Ulang Unit Pemanas Dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin Molding",Jurusan Teknik Mesin,Universitas Sebelas Maret
- Subagiyo,Asrori,LisaAgustriyana.2018."Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin"*Jurnal Teknik Mesin*, Politeknik Negeri Malang
- Darmawan,H.,MeutiaRahmatika,Nendi,SuhendiSyafei.,BernardYTumbelaka.,"Simulasi Pengontrol On/Off pada Sistem Kendali Umpan Balik dengan Model Fisis Elektronik"Teknik Elektro, FMIPA, Universitas Padjadjaran
- Nana,subarna.2018."Sistem Kendali On/Off Motor Induksi Pompa Air Dengan Histerisis dapatDiprogram"Institut Teknologi Nasional *mind journal* | Vol. 3 | No. 2 | Halaman 48-58
- Faisal,ashari.2017."Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroller Robot Lengan Berbasis Arduino Pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Robotik Di SMK Negeri 2 Bojonegoro".jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya