
PEMBUATAN PROTOTYPE BARREL UNIT PADA PROJECT MINI INJECTION MOLD

Daniel Ivan Yudha Adi S.¹, Dimas Arjuna Putra S. P.², Frisco Denada Artistian³, Polycarpus Made Wijaya⁴, Silvester Deva Arya Triwinata⁵, Hieronimus Vikko P⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145
*Email: daniel.20201019@student.atmi.ac.id

Abstrak

Alat peraga molding Mesin injeksi molding adalah alat pembentuk bahan termoplastik dimana bahan yang meleleh akibat pemanasan disuntikkan oleh plunger ke dalam cetakan yang didinginkan sehingga mengeras. Mesin injeksi molding terdiri dari clamping unit, barel unit, dan injection unit. Barrel unit merupakan salah satu bagian pada mesin injeksi yang memiliki peran untuk mengubah biji plastik menjadi cairan plastik yang akan di injeksikan kedalam cetakan mold. Pembuatan barrel unit hanya bagian machining, jadi tidak sampai ke pemanasnya. Barrel unit dibuat dengan referensi design program studi Perancangan Manufaktur Angkatan 51 berjudul *Design of a V-Line Based Mini Injection Machine With Recipocating Shut Off Flow Mechanism* pada nomor tugas akhir 310190/TPM/2021 dan menggunakan screw custom. Mendesain ulang pipa hopper agar biji plastik tidak tersangkut dan menambah sistem hopper slider dapat membantu operator dalam pergantian biji plastik adalah tujuan dari penelitian ini.

Kata kunci : *Barrel Unit, Hopper, Prototype Injection mold.*

1. PENDAHULUAN

Injection molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari bahan thermoplastic, digunakan untuk memproses komponen-komponen yang berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain yang biasa digunakan. Proses ini terdiri dari bahan thermoplastic yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikkan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat. Proses ini memerlukan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat memproduksi plastik dengan geometri yang kompleks, yang dimulai dengan memasukan serbuk plastik ke dalam hopper, kemudian menuju barrel yang didalamnya terdapat screw yang berfungsi untuk mengalirkan material leleh yang telah dipanasi menuju nozzle. Material ini akan terus didorong melalui nozzle dengan injector melewati sprue ke dalam rongga cetak (Abdurrokhman, 2012). Mesin mini injection yang menjadi project tugas akhir ini memiliki bagian seperti unit clamping, unit injeksi, dan unit barrel. Unit barrel yang merupakan salah satu bagian pada mesin injeksi yang memiliki peran untuk mengubah biji plastik menjadi cairan plastik yang akan di injeksikan kedalam cetakan mold. Produk yang dapat dibuat dengan mesin injeksi bermacam-macam, serta ukuran produknya beragam, tergantung dari kapasitas mesin injeksi dan ukuran cetakan mold. Contoh produk hasil proses mesin injeksi seperti tutup botol, tutup spidol, ember plastik, pot bunga plastik, dsb. Mesin mini injection mold hampir sama dengan mesin injeksi pada umumnya. Namun, mesin ini memiliki ukuran yang lebih kecil, serta memiliki kelebihan dimana proses pencetakan permukaan yang baik dari produk dapat tercapai, material yang dipakai lebih sedikit, serta biaya untuk mengoperasikan mesin ini relatif rendah. Terdapat pelajaran dies design dan mold design di Politeknik ATMI Surakarta yang di dalamnya terdapat materi mesin injeksi. Dengan pembuatan mesin mini Injeksi diharapkan dapat menunjang kegiatan pembelajaran mahasiswa. Project tugas akhir ini merupakan pembuatan dari design yang sudah dibuat oleh tugas akhir kelompok 10 tahun 2020-2021 dan juga hasil dari observasi mesin mini 2 injeksi

yang terdapat di PT ATMI IGI - CENTER yang dijadikan referensi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

2. METODOLOGI

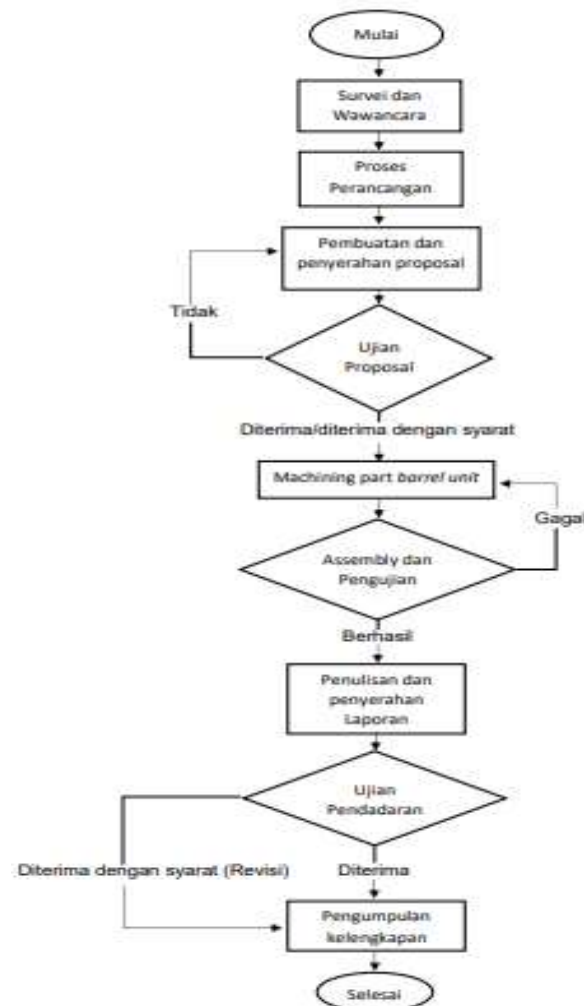
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode perancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode perancangan VDI 2221. Metode perancangan VDI 2221 (Verein Deutscher Ingenieure) merupakan metode yang dirancang oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metode ini merupakan salah satu metode yang menggunakan pendekatan sistematis untuk merancang sistem teknik atau produk teknik.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *Flowchart* pengerjaan.



Gambar 1. *Flowchart* pengerjaan

2.2.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah suatu proses pemecahan masalah dengan cara melengkapi komponen-komponen kecil menjadi satu kesatuan komponen sistem yang lengkap. Perancangan sistem ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang lebih baik. Adapun tahap-tahapan dalam perancangan sistem dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

- 1) Tahap analisis, bertujuan untuk memahami suatu pemecahan masalah.
- 2) Tahap desain, bertujuan untuk memahami suatu pemecahan masalah yang didapat pada tahap analisis melalui suatu pemodelan.
- 3) Tahap implementasi, bertujuan untuk merealisasikan desain atau rancangan yang telah dibuat menjadi sistem aplikasi sesungguhnya.

2.2.2. Daftar kehendak

Daftar kehendak merupakan daftar kemampuan serta sifat- sifat yang harus dimiliki oleh mesin yang akan dirancang. Daftar kehendak digunakan menjadi sebuah referensi awal, maka tindakan yang harus dilakukan adalah menyatakan hal yang menjadi permintaan atau keinginan. Dengan adanya pengelompokan ini maka akan dapat diharapkan prioritas kebutuhan mesin terpenuhi.

Tabel 1. Requirement List

Daftar Permintaan			
No	Persyaratan	Kuantifikasi	Keterangan
1	Persyaratan Utama		
1.1	Jenis biji plastic	Jenis biji plastik apapun	
1.2	Suhu Screw	Dapat menahan 225°C - 230°C	
1.3	Pipa Hopper	Ø20 - Ø25	
2	Keinginan/Harapan		
2.1	Biji plastik tidak tersangkut di pipa Hopper		3
2.2	Lebih mudah dalam pergantian biji Plastic	Waktu lebih singkat	2
2.3	Hasil tekanan ketika proses injeksi stabil/sama sehingga hasil produk tidak berbeda ukuran		4
2.4	Lebih mudah dalam pengukuran suhu cairan biji plastik		3
	Keterangan		
	4 = Sangat penting sekali		
	3 = Sangat penting		
	2 = Penting		
	1 = Tidak penting		

Material dan part apa saja yang di perlukan, kemudian sumber ditampung dan dicatat. Hal ini dilakukan agar produk *prototype barrel unit* dapat direncanakan dan dirancang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan. Selain itu, pada tahap ini, kelompok mulai mencari beberapa referensi dari buku-buku maupun internet yang dapat membantu proses perencanaan dan perancangan. Dengan melakukan *survey* langsung ke PT ATMI IGI - CENTER dan pendalaman referensi, produk yang akan dibuat menjadi lebih tepat sasaran dan inovatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep Pembuatan *Barrel Unit* ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Dasar Pemilihan dan Penilaian













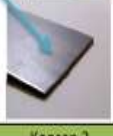
Tabel 2. Dasar Pemilihan dan Penilaian

o	Sub Fungsi	
	Motor penggerak <i>screw injeksi</i>	Sesuai kebutuhan, tenaga motor yang digunakan untuk mengalirkan biji plastik memerlukan bobot kurang dari 3 kg.
	<i>Pulley Belt</i>	Memerlukan <i>Pulley Belt</i> yang bisa membuat <i>Belt</i> menjadi tahan lama/awet dari terjadinya selip
	<i>Bearing</i>	Bearing yang mempunyai ketahanan yang kuat dan stabil terhadap gesekan/gerakan yang dihasilkan pada saat proses inject berlangsung
	<i>Screw</i>	Jenis <i>Screw</i> yang didesain tidak besar dan sudah cukup bisa digunakan untuk mesin mini <i>injection molding</i> . Termasuk tempat yang bisa menyediakan <i>custom screw</i>
	Material Plat Slider	Material yang digunakan hanya sebagai pembatas <i>hopper</i> dan <i>hopper neck</i> yang memiliki lebar 5cm panjang 10cm. Selain itu untuk mempermudah pergantian biji plastik. Karena plat yang kecil maka hargapun tidak mahal.

3.2. Perancangan Konsep Produk

Proses perancangan konsep dengan tujuan untuk menggali lebih dalam lagi konsep yang mungkin sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Konsep desain lain yang kemungkinan bisa digunakan pada sistem atau komponen yang akan digunakan pada rancangan desain. Penentuan fungsi pada mesin dapat dicari dengan melakukan identifikasi dan melakukan

pengelompokan pada fungsi mesin tersebut. berikut ini adalah tabel morfologi dari konsep alat peraga yang dibuat:

No	Sub Fungsi	Motor Stepper	Motor servo	Electro motor
1	Motor penggerak screw injeksi			
2	Pulley Belt	V Type 	Flat Type 	Timing Type 
3	Bearing	Double Row Bearing 	Single Row Bearing 	Cylindrical Roller 
4	Screw	Thermoset 	Injeksi 	
5	Material Plat Slider	Spcc Sheet 	Sphc Sheet 	
Desain Konsep		Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3

Gambar 2. Tabel Morfologi

- Varian 1
- Varian 2
- Varian 3

Berisi konsep utama dari mesin *barrel unit* yaitu konsep pertama. *Barrel unit* pada konsep pertama menggunakan *motor servo* sebagai motor penggerak *screw* karena tenaga putaran yang diperlukan kurang dari 3kg. *Pulley* yang digunakan pada konsep pertama menggunakan *pulley belt type timing* sebagai transmisi karena memiliki profil bergigi yang membuatnya tidak mudah selip. serta memilih menggunakan *bearing* dengan jenis *double row bearing* karena *bearing* jenis ini memiliki umur pakai yang lama dan dapat menahan beban radial dengan cukup kuat. Jenis *screw* yang digunakan pada konsep pertama adalah menggunakan *screw* jenis *thermoset*.

Kesimpulan dari hasil penilaian konsep *barrel unit*. Konsep pertama menjadi pilihan sebagai konsep mesin utama yang akan digunakan karena penilaian secara teknis dan ekonomis terpilih pada peringkat 1, kemudian diikuti konsep kedua pada peringkat 2, dan konsep ketiga pada peringkat 3.

Pemilihan konsep ini bertujuan untuk dapat memilih kerangka mesin terbaik untuk kelancaran tugas akhir.

3.3. Perancangan Produk

Proses perancangan produk berisikan sketsa atau desain awal produk yang memenuhi persyaratan yang sesuai dengan spesifikasi dan baik menurut kriteria.

3.3.1. Pemilihan Material

Berikut adalah daftar material yang dipilih untuk proses machining dalam merealisasikan barrel unit mesin mini injection:

Tabel 3. Pemilihan Material

NO	DESCRIPTION	MAT	QYT
1	<i>Hopper Neck</i>	SS400	1
2	<i>Guide</i>	SS400	1
3	<i>Motor Screw Mounting</i>	SS400	1
4	<i>Idler Shaft</i>	SS400	1
5	<i>Barel neck</i>	SS400	1
6	<i>Motor Shaft For Screw</i>	VCL	1
7	<i>Screw Motor Bridge Front</i>	VCL	1
8	<i>Spacer Pulley</i>	VCL	1
9	<i>MBSH25</i>	VCL	1
10	<i>Barrel</i>	SKD61	1
11	<i>Screw</i>	SKD61	1
12	<i>Shut Off Valve</i>	SKD61	1
13	<i>Motor Bridge Cover</i>	S45C	1
14	<i>Rofm20</i>	S45C	1
15	<i>Hopper</i>	SPCC Sheet	1

1. SS400

SS400 adalah produk baja yang dibuat dari mild steel (baja karbon) yang selain mengandung besi juga mengandung karbon, mangan, fosfor, silikon, dan sulfur. Baja yang diaplikasikan untuk konstruksi umum ini memiliki sifat magnetis, kaku, kuat, tahan beban tarik dan tidak tahan karat.

2. VCL

Karakteristik merupakan alasan utama untuk memilih material VCL sebagai pilihan tepat. VCL memiliki komposisi Chrom (Cr) dan Nickel (Ni) yang cukup tinggi di tambah adanya Molibdenum (Mo), menjadikan VCL sebagai baja kualitas high strength yang memiliki sifat lentur, tahan gesek, tahan panas, dan tahan pembebanan continue sehingga tepat digunakan pada bagian mesin yang bekerja dengan bergerak, bergesekan, dan menopang beban secara terus menerus.

3. SKD 61

Karakteristik juga merupakan alasan utama untuk memilih material SKD61 sebagai pilihan yang tepat. SKD61 merupakan jenis baja perkakas yang memiliki kekerasan yang tinggi setelah proses perlakuan panas sehingga memiliki karakteristik yang tahan terhadap keausan dan juga tahan terhadap suhu tinggi yang baik sehingga metrial ini cocok di aplikasikan pada mesin yang membutuhkan proses dengan melibatkan suhu operasional yang tinggi.

4. S45C

S45C adalah produk baja yang dibuat dari mild steel (baja karbon) dengan tingkat kekerasan yang tinggi, daya renggang menengah namun kurang tahan

terhadap gesekan dan suhu yang tinggi. Dengan karakteristik tersebut menjadikan S45C sebagai material yang tepat dipilih untuk di aplikasikan pada bagian mesin yang tidak bekerja dengan suhu tinggi dan tidak menopang beban yang terlalu berat.

5. SPCC Sheet

Merupakan alasan utama untuk memilih material SPCC sebagai pilihan yang tepat. SPCC merupakan jenis material plat baja putih yang memiliki kualitas permukaan yang baik dengan ketebalan yang tipis, sehingga memiliki karakteristik mudah di bentuk, dan memiliki sifat mekanik yang baik. SPCC Sheet cukup mudah di temukan di pasaran dengan harga yang terjangkau sehingga tepat di aplikasikan sebagai Hopper.

3.4. Tahap pelaksanaan

Proses pelaksanaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang dimulai dari tahapan pembuatan desain, mesin, pengujian, hingga analisa pengujian terhadap mesin Barrel Unit.

3.4.1. Analisis Proses Assembly

Beberapa *part* hasil proses machining mengalami ketidaksesuaian ukuran antara, benda jadi dan ukuran yang diminta. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada hasil *assembly* dan juga berpengaruh pada fungsi *part* tersebut. Pada tahap ini akan disebutkan dan dijelaskan permasalahan yang terjadi saat proses *assembly*:

Lubang *barrel* yang terhubung dengan lubang *barrel neck* tidak dapat terpasang karena lubang *barrel* dibuat dengan mesin *cnc*, sedangkan lubang *barrel neck* dibuat dengan mesin konvensional sehingga lubang tidak presisi. Oleh karena itu ukuran lubang dari *barrel* sedikit diperbesar agar baut dari *barrel neck* dapat masuk ke dalam lubang *barrel*.



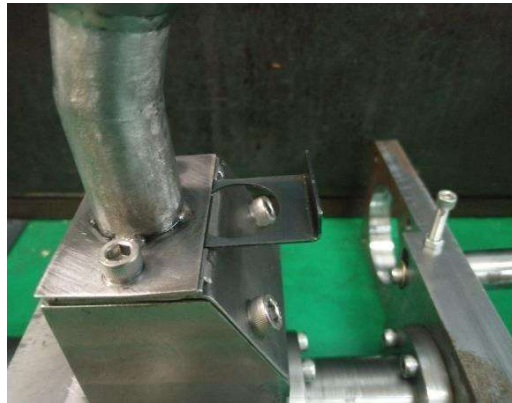
Gambar 1. Assembly

Pengujian Fungsi

Pengujian dilakukan pada sistem *hopper slider* pada *barrel unit* dan lubang *hopper* yang sudah diperbesar diameternya menggunakan biji plastik jenis PP. Biji plastik jenis ini dipilih untuk pengujian karena tersedianya stock bahan biji plastik di gudang material WI (Atmi).

1) Pengujian sistem *hopper slider*

Pengujian ini untuk menguji fungsi sistem *hopper slider* yang terdapat pada *barrel unit*. Sistem ini diperlukan untuk lebih mudah saat pergantian biji plastik.



Gambar 2. Sistem *hopper slider* jalur biji plastik tertutup.

Dilakukan saat material biji plastik yang diperlukan sudah mencukupi dan terdapat sisa material biji plastik pada *hopper*. Sedangkan pada proses selanjutnya akan berbeda jenis material biji plastik. Maka dari itu, *hopper slider* akan menutup jalur masuk material biji plastik.

2) Pengujian lubang *hopper*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui diameter lubang *hopper* yang dimodifikasi menjadi $\varnothing 23$ tidak menyebabkan biji plastik tersangkut pada lubang *hopper*.



Gambar 3. Uji coba fungsi lubang *hopper*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat dan dengan hasil realisasi *barrel unit* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, Telah mendesain dan membuat *screw* yang disesuaikan dengan *barrel* pada *unit mesin mini injection molding*. Part *hopper neck* telah lebih besar dari semula sehingga biji plastik tidak tersangkut. Telah mendesain dan membuat sistem *hopper slider* sehingga dalam pergantian material biji plastik lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Sudibyo, B (2018). Bantalan Gelinding. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta.
- Friedrich, J (2007). *Injection Molding Machines*. Hanser Publications, United States.
- Tulah, K (2021). ELEMEN MESIN II *SPRING*. Surakarta
- Politeknik ATMI Surakarta. TABEL ELEMEN MESIN. ATMI PRESS Solo. Surakarta.
- Kiswanto, B (2017). Desain Analisa *Barrel, Screw* Serta Produk Mesin *Injection Molding* Dengan Menggunakan Simulasi.
- Dermawan, R (2019). Pengembangan Mesin Pengupas Kulit Kopi Menggunakan Metode VDI 2221. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication>.
- Kusmanto, A.; Wicaksan, A.P.; Febriawan, F.J.; Yoga perdana, W.R.; Philipus Kenny, F.H. (2018). LAPORAN TUGAS AKHIR MESIN 3D PRINTER 3 NOZZLEE (WARNA) BERBASIS ROUTER. Surakarta: Politeknik Atmi Surakarta.
- Wijaya, H (2010). Injeksi Plastik. Haddow, G (2019). Medical Implant. Nuffield Council. London.
- Rosato, D.V. (1985), *Injection Molding Handbook*, Spring Publisher. Amerika Serikat
- Surono, U.B., Iswanto. (2016), "Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya", *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, vol. 1 no.1, pp. 32-37.
- Kalpajian dan Schmid, S (2006). *Manufacturing, Engineering and Technology*. Fifth ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Menges, G., Michaeli, W., & Mohren, P. (2001). *How to Make Injection Mold*. Munich: Hanser Publications.
- Potsch, Gerd., & Michael, Walter. (2007). *Injection Molding: An Introduction*. Munich: Hanser Pub Inc
- Holman, J.P (1994), "PERPINDAHAN KALOR", Ciracas, Jakarta 13740, PENERBIT ERLANGGA, 36-21-006-3.