



Pengaplikasian Pembuatan Molding Untuk Pembuatan Sendok Plastik Berbahan Hdpe Guna Keperluan Industri Rumahan Dengan Bantuan CAD/CAM/CNC

Jemi Haryono¹, Aa Santosa², Rizal Hanifi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa

Abstract

Received: 13 Januari 2023

Revised: 21 Januari 2023

Accepted: 29 Januari 2023

In recent years, the use of polymers has increased in various industries. Not only in the home industry, but polymers have also played a big role in the automotive industry. Examples of polymer applications in the automotive industry include the use of headers on mirrors and vehicle plates. There have been many studies that reveal the properties of polymers that can be equated with metal materials. In addition, the availability of polymers is considered easier to obtain than metal materials. It's just that there is still a need for more research in this regard. Plastics processing involves many of the same operations as metal production. Plastics can be molded, poured, and shaped as well as processed by machining and joining. Plastic raw materials are often found in the form of pellets or powder. Plastics are also available in the form of sheets, plates, bars and pipes. Plastic processing methods can be done by: extrusion, injection molding, casting, thermoforming, blow molding and others. Injection molding is one way that can be done in producing components from plastic materials. The injection molding machine consists of several parts, such as: nozzle, hopper, heating elements, mold and piston. After 600 minutes of manufacturing process using several processes such as facing process, contouring process, finishing process, drilling process, and programming process, a molding is produced. spoon for home industry scale. The cost of making 1 molding spoon is Rp. 4,000,000.00 and the cost of purchasing materials is Rp. 184,000.00. So that the total cost of making spoon molding is Rp. 4,184,000.00.

Keywords: Polymer Material, Injection Molding, Molding Manufacture, Engineering

(*) Corresponding Author: jemi.haryono88@gmail.com

How to Cite: Haryono, J., Santosa, A., & Hanifi, R. (2023). Pengaplikasian Pembuatan Molding Untuk Pembuatan Sendok Plastik Berbahan Hdpe Guna Keperluan Industri Rumahan Dengan Bantuan CAD/CAM/CNC. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(6), 255-233. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7781580>.

PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini, penggunaan polimer meningkat dalam berbagai industri. Tidak hanya dalam industri rumah tangga, tetapi polimer juga sudah berperan banyak dalam industri otomotif. Contoh aplikasi polimer dalam industri otomotif diantaranya penggunaan kop pada spion maupun plat dari kendaraan. Telah banyak penelitian yang mengungkapkan terkait sifat polimer yang dapat disamakan dengan bahan metal. Selain itu ketersediaan polimer dianggap lebih mudah didapat dibanding bahan metal. Hanya saja masih dirasa perlunya lebih banyak penelitian terkait hal ini.

Melihat kondisi tersebut, mulai banyak penelitian yang mencoba untuk merekayasa sifat plastik agar dapat memiliki sifat yang lebih tinggi dibanding plastik yang banyak beredar sekarang. Baru baru ini terdapat penelitian yang menjelaskan mengenai campuran dua polimer atau lebih, dianggap lebih murah dan menjadi alternatif yang lebih efektif. Salah satunya, penelitian pada tahun



2010, yang melakukan penelitian dengan menggunakan campuran *Polypropylene/polyethylene* (PP / PE) dengan menggunakan proses injeksi molding ekstruder menggunakan tiga jenis PE, yaitu *low-density polyethylene* (LDPE), *highdensity polyethylene* (HDPE), dan *linear low-density polyethylene* (LLDPE), pencampuran PP dan PE ini secara khusus disebabkan oleh fakta bahwa keduanya merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai rekayasa penting dalam bahan pada dunia otomotif, peralatan listrik dan industri. Alasan ini didapat karena keduanya mempunyai sifat yang ideal dengan sifat kekauannya, kestabilan oli dan sifat ketahanan termal yang dimiliki masing masing.

Tahun sebelumnya, 2002, melakukan penelitian dengan mencampurkan PET dan HDPE menggunakan mesin injeksi molding ekstruder. Dalam penelitian ini, didapatkan hasil penting untuk menekankan bahwa, penambahan HDPE partikulat menjadi larutan PET dapat mengurangi kekakuan efektif dari campuran. Dari kedua penelitian yang sudah dilakukan, plastik jenis PP dan PE dianggap lebih dapat menghasilkan paduan yang lebih baik jika dijadikan campuran polimer. Kedua plastik memiliki masa molekuler ke tingkat yang memungkinkan untuk dapat di proses ulang.

Melihat latar belakang yang sudah disebutkan serta dasar penelitian sebelumnya, dijelaskan bahwa metode pemrosesan yang digunakan dalam memproses plastik menggunakan injeksi molding ekstruder dengan mesin yang sudah memiliki kontrol suhu yang stabil. Maka untuk penelitian kali ini pembuatan polimer campuran plastik HDPE menggunakan mesin injeksi *molding* manual hidrolik.

Selanjutnya penulis akan membuat *molding* untuk produk pada mesin injeksi *molding* menggunakan plastik HDPE ini sebagai material yang akan dicetak dengan fokus pada proses pembuatan *molding* sendok untuk produk yang selanjutnya akan dimuat dalam laporan tugas akhir dengan judul Pengaplikasian Pembuatan *Molding* Untuk Pembuatan Sendok Plastik Berbahan Hdpe Guna Keperluan Industri Rumahan Dengan Bantuan *Cad/Cam/Cnc*.

METODE

Proses Produksi Bahan Plastik

Secara umum teknologi pemrosesan plastik banyak melibatkan operasi yang sama seperti proses produksi logam. Plastik dapat dicetak, dituang, dan dibentuk serta diproses permesinan (*machining*) dan disambung (*joining*). Bahan baku plastik banyak dijumpai dalam bentuk *pellet* atau serbuk. Plastik juga tersedia dalam bentuk lembaran, plat, batangan dan pipa. Metode pemrosesan plastik dapat dilakukan dengan cara: ekstrusi, *injection molding*, *casting*, *thermoforming*, *blow molding* dan lain sebagainya.

• Injection Molding

Sebagaimana dijelaskan diatas bahwa *injection molding* merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan dalam memproduksi komponen dari bahan plastik. Mesin *injection molding* terdiri atas beberapa bagian seperti: *nozzle*, *hopper*, *heating elements*, *mold* dan *piston*. Sedangkan sumber penggerak mesin terdiri atas sumber udara bertekanan yang berfungsi menekan piston atau plunyer dan sumber listrik bolak-balik sebagai sumber tenaga untuk bagian pemanas (*heating*

elements). Prinsip kerja *injection molding machine* sebetulnya mirip dengan *hot-chamber pressurized die-casting*, dimana bahan baku plastik mula-mula dimasukkan kedalam tabung pemanas untuk dilelehkan melalui *hopper* (lubang pemasukan). Setelah plastik meleleh dengan temperatur tertentu, maka plastik tersebut didorong keluar dari dalam tabung melalui *nozzle* untuk diinjeksikan kedalam cetakan (*mold*). Selanjutnya benda cetak dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat di dalam cetakan sebelum cetakan dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan benda cetak.

• Parameter Proses *Injection Molding*

Untuk memperoleh benda cetak dengan kualitas hasil yang optimal, perlu mengatur beberapa parameter yang mempengaruhi jalannya proses produksi tersebut. Parameter suatu proses tentu saja ada yang berperan sedikit dan adapula yang mempunyai peran yang signifikan dalam mempengaruhi hasil produksi yang diinginkan. Biasanya orang perlu melakukan beberapa kali percobaan hingga ditemukan parameter-parameter apa saja yang cukup berpengaruh terhadap produk akhir benda cetak. Adapun parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui metoda *injection molding* adalah:

1. Temperatur leleh (*Melt Temperature*)

Temperatur leleh adalah batas temperatur dimana bahan plastik mulai meleleh kalau diberikan energi panas.

2. Batas tekanan (*Pressure Limit*)

Batas tekanan adalah batas tekanan udara yang perlu diberikan untuk menggerakkan piston guna menekan bahan plastik yang telah dilelehkan. Terlalu rendah tekanan, maka bahan plastik kemungkinan tidak akan keluar atau terinjeksi ke dalam cetakan. Akan tetapi jika tekanan udara terlalu tinggi dapat mengakibatkan tersemburnya bahan plastik dari dalam cetakan dan hal ini akan berakibat proses produksi menjadi tidak efisien.

3. Waktu tahan (*Holding Time*)

Waktu tahan adalah waktu yang diukur dari saat temperatur leleh yang di-set telah tercapai hingga keseluruhan bahan plastik yang ada dalam tabung pemanas benar-benar telah meleleh semuanya.

4. Waktu penekanan (*Holding Pressure*)

Waktu penekanan adalah durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada piston yang mendorong plastik yang telah leleh. Pengaturan waktu penekanan bertujuan untuk meyakinkan bahwa bahan plastik telah benar-benar mengisi ke seluruh rongga cetak.

5. Kecepatan injeksi (*Injection Rate*)

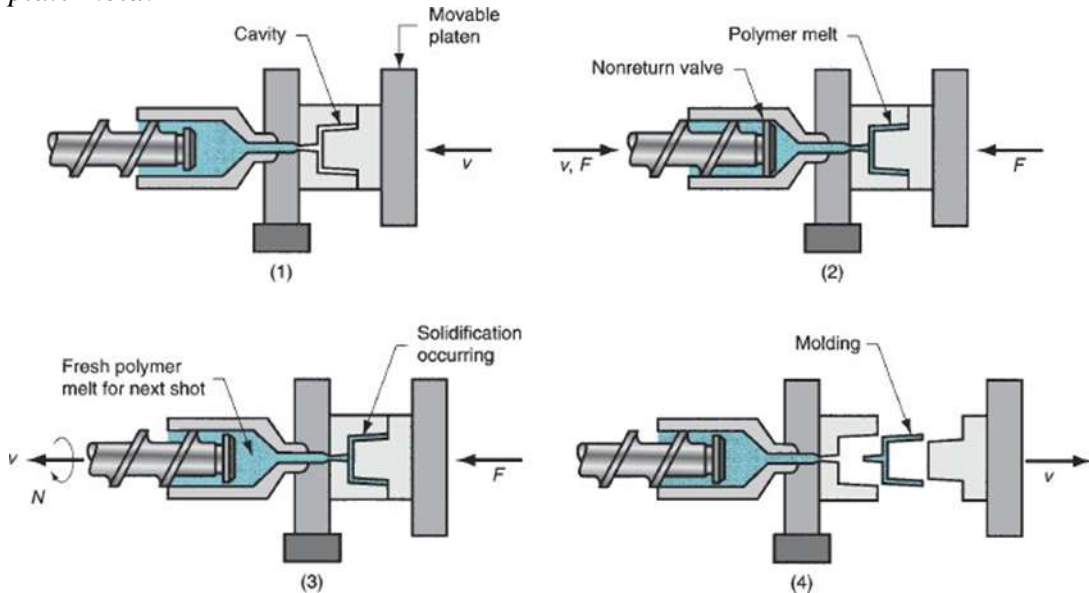
Kecepatan injeksi adalah kecepatan lajunya bahan plastik yang telah meleleh keluar dari *nozzle* untuk mengisi rongga cetak. Untuk mesin-mesin injeksi tertentu kecepatan ini dapat terukur, tetapi untuk mesin-mesin injeksi sederhana kadang-kadang tidak dilengkapi dengan pengukur kecepatan ini.

6. Ketebalan dinding cetakan (*Wall Thickness*)

Ketebalan dinding cetakan adalah menyangkut desain secara keseluruhan dari cetakan (*moulding*). Semakin tebal dinding cetakan, semakin besar kemungkinan untuk terjadinya cacat *shrinkage*.

• **Mold**

Mold adalah alat spesial dalam proses *injection molding* yang didesain khusus dan dimanufaktur untuk mencetak benda yang akan diproduksi. Karena hasil akhir benda yang dicetak ditentukan oleh kualitas rancangan dan manufaktur *mold*. *Mold* terdiri dari beberapa jenis, pada bagian ini akan membahas tipe *two plate mold*.



Gambar 1. Tipe Siklus *Mold* : (1) *Mold* Tertutup, (2) Cairan Injeksi Ke *Cavity*, (3) Sekrup Kembali, (4) *Mold* Terbuka Dan Part Dikeluarkan

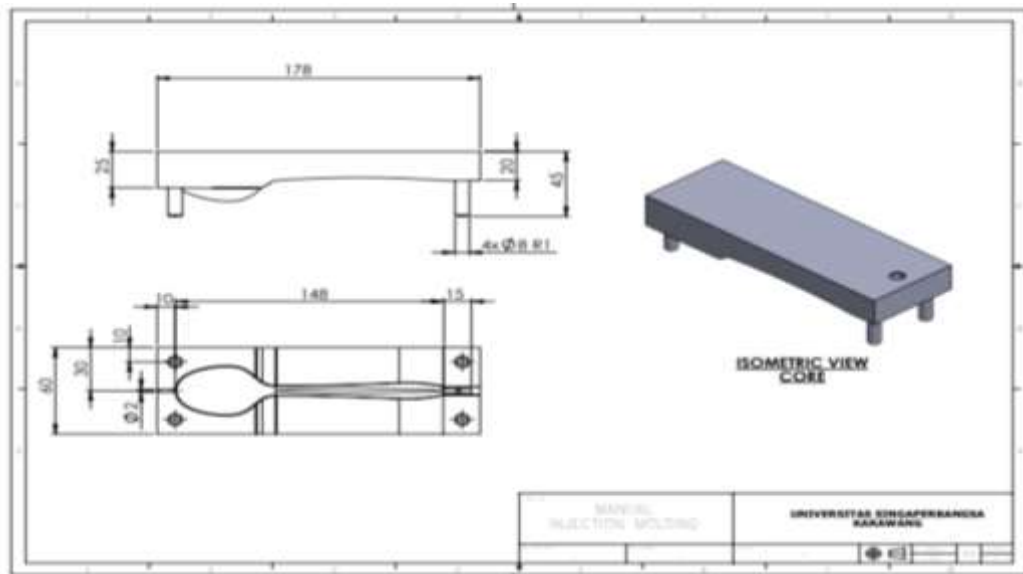
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Manufaktur

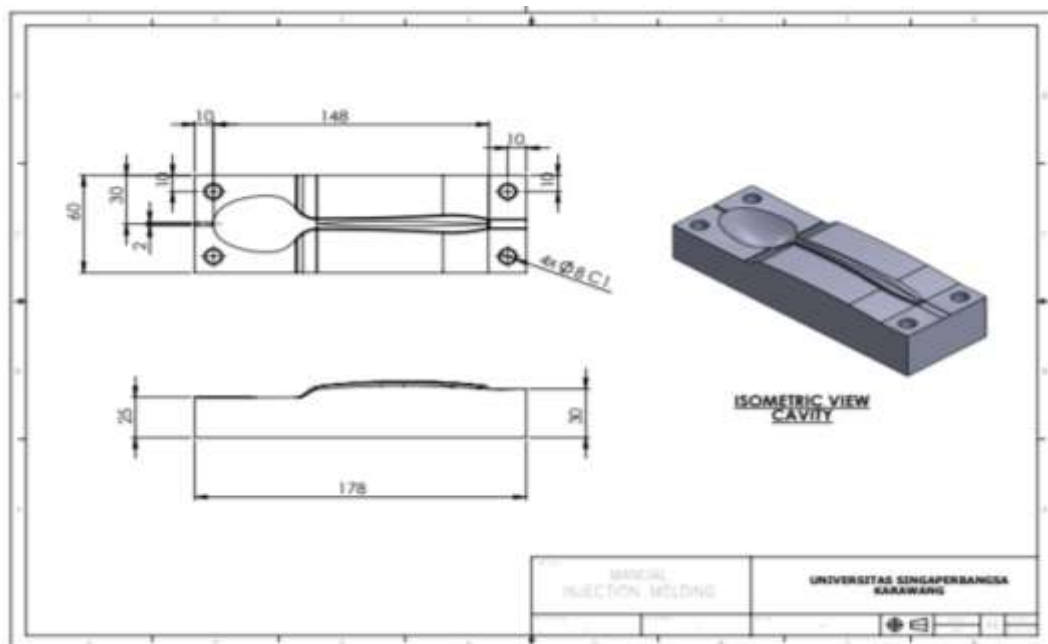
Proses manufaktur adalah proses atau tahapan pembuatan *molding* sendok hingga *molding* sendok dapat digunakan dengan baik. Tahapan - tahapan pembuatan *molding* sendok akan diuraikan dibawah ini.

• **Pembuatan Design Molding**

Sebelum pembuatan *molding* sendok alangkah baiknya terlebih dahulu menuangkan ide pemikiran ke dalam sebuah gambar melalui aplikasi *soldiwork*, sehingga dapat mempermudah dalam proses pengaplikasian *molding* sendok ke mesin produksi *milling CNC*. *Design molding* sendok dapat dilihat pada gambar 2. untuk bagian (a) adalah *design* dari *core molding*, sedangkan untuk bagian (b) adalah *design* dari *cavity molding*. Setelah proses *design* gambar selesai maka proses berikutnya dapat dilakukan untuk membuat *molding* sendok.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) core ; (b) cavity

- **Proses Programming Mesin Milling CNC**

Proses *programming* mesin *milling CNC* merupakan Langkah awal untuk menjalankan mesin *milling CNC*, mulai dari penentuan titik nol pada material benda kerja sampai proses akhir. Pada mesin *milling CNC* yang akan digunakan kali ini menggunakan *software* berjenis MasterCAM X5.

- **Proses Facing**

Proses *facing* merupakan awal dari proses permesinan, Proses *facing* pada pembuatan *molding* sendok dengan melakukan pemotongan ujung benda kerja untuk menghasilkan permukaan yang rata. Proses pemotongan ini menggunakan *tool face mill* dengan ukuran 80 mm yang mempunyai 4 mata dengan program untuk gerak makan sebanyak 1 mm setiap menitnya.

- **Proses Contouring**

Proses *Contouring* merupakan proses untuk memotong atau membuat profil bagian luar, dalam proses ini lebih terfokuskan pada membetuk profil sendok pada *molding* sendok dengan 2 langkah proses permesinan, 2 langkah tersebut dilakukan dengan 2 mata pahat yang berbeda, 2 langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Langkah dengan mata pahat *end mill*

Langkah mata pahat *end mill* merupakan salah satu dari proses *contouring*, ukuran mata pahat *end mill* yang digunakan adalah 10 mm dengan program untuk gerak makan sebanyak 0.5 mm setiap menitnya. Langkah mata pahat *end mill* dilakukan untuk membentuk sisi dari profil *molding* sendok.

2. Langkah dengan mata pahat *ball nose*

Langkah mata pahat *ball nose* merupakan salah satu dari proses *contouring*, ukuran mata pahat *ball nose* yang digunakan adalah radius 0.5 mm dengan program untuk gerak makan sebanyak 0.5 mm setiap menitnya. Langkah mata pahat *ball nose* dilakukan untuk membentuk radius dari profil *molding* sendok.

- **Proses Finishing**

Proses *finishing* merupakan proses akhir dari pembentukan *molding* sendok, proses ini menggunakan mata pahat *end mill* yang berukuran 10 mm dengan program untuk gerak makan sebanyak 0.2 mm setiap menitnya. Proses *finishing* melakukan proses pada *molding* sendok yang tidak termakan dengan sempurna pada proses-proses sebelumnya.

- **Proses Drilling**

Proses *drilling* merupakan proses pengeboran pada ke empat sisi dari *molding* sendok yang nantinya akan dijadikan sebagai tempat *pin guide* pada *molding* sendok. Proses ini menggunakan mata pahat *end mill* berukuran 8 mm dengan program untuk gerak makan sebanyak 5 mm setiap menitnya.

Waktu Total Proses Pemesinan

Mengetahui waktu pembuatan komponen-komponen *molding* sendok sangat diperlukan agar dapat memperkirakan berapa lama proses produksi untuk menghasilkan 1 buah *molding* sendok. Pada subab 4.1 telah disebutkan beberapa proses untuk membuat *molding* sendok yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

No	Nama Komponen	Proses Permesinan	Waktu Pembuatan
1	<i>Cavity</i>	1. Proses <i>Facing</i>	238 menit
		2. Proses <i>Contouring</i>	
		3. Proses <i>Finishing</i>	
		4. Proses <i>Drilling</i>	

2	Core	1. Proses <i>Facing</i>	238 menit
		2. Proses <i>Contouring</i>	
		3. Proses <i>Finishing</i>	
		4. Proses <i>Drilling</i>	
3	Pin Guide	1. Proses <i>Contouring</i>	4 menit
Total waktu pembuatan			480 menit

Di luar dari proses permesinan, terdapat proses *programming* mesin *CNC* sebelum memulai proses permesinan waktu yang diperlukan untuk proses *programming* mesin *CNC* adalah 120 menit. Jadi untuk total keseluruhan waktu yang diperlukan adalah 600 menit atau 10 jam.

Biaya Produksi

Penelitian ini akan menjabarkan biaya yang dikeluarkan untuk membuat *molding* sendok. Biaya pembuatan komponen yang dibuat dan biaya komponen yang dibeli dipasaran. Untuk penjelasan lebih lanjut akan dibahas sebagai berikut.

1. Biaya pembelian material

Material yang digunakan untuk membuat *molding* adalah *structural steel* 400 yang dijual dipasaran dengan harga Rp 28.000,00/kg. material yang dibeli untuk keperluan membuat *molding* sendok sebanyak 4 kg, jadi bisa dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan } \textit{molding} \text{ sendok} = 4 \text{ kg} \times \text{Rp } 28.000,00 = \text{Rp } 112.000,00$$

Kemudian untuk belanja material *pin guide* yang tersedia dipasaran berdiameter 8 mm dengan pajang 300 mm dengan harga Rp 18.000,00/batang. *pin guide* yang dibutuhkan sebanyak 4 batang, jadi bisa dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan } \textit{pin guide} = 4 \text{ batang} \times \text{Rp } 18.000,00 = \text{Rp } 72.000,00$$

Jadi total biaya belanja bahan material untuk membuat *molding* sendok adalah Total biaya belanja = Rp 112.000,00 + Rp 72.000,00 = Rp 184.000,00

2. Biaya sewa mesin *CNC milling*

Pembuatan *molding* sendok ini sepenuhnya menggunakan mesin *CNC milling*. Untuk sistem penyewaan dari mesin *CNC miling* pada PT. Fadira Teknik sendiri dihitung dari sewa per 60 menit, biaya sewanya sendiri adalah Rp 400.000,00/jam. Pada *molding* sendok terdapat 3 bagian yang harus menggunakan proses dari mesin *CNC milling*, berikut adalah perjabaran dari ke 3 bagian tersebut.

a. *Cavity*

Pada bagian *Cavity* terdapat 4 proses yang dilakukan di mesin *CNC milling*. Proses yang pertama adalah proses *facing* dengan memakan waktu 10 menit. Proses yang kedua adalah proses *contouring* yang memakan waktu 200 menit, 200 menit ini adalah total dari langkah mata pahat *end mill* 100 menit dan mata pahat *ball nose* 100 menit. Proses yang ketiga adalah proses *finishing* yang memakan waktu 20 menit. Proses yang keempat adalah proses *drilling* yang memakan waktu 8 menit. Total waktu yang dihabiskan untuk membuat bagian *cavity* adalah 238 menit.

b. Core

Pada bagian *Core* terdapat 4 proses yang dilakukan di mesin *CNC milling*. Proses yang pertama adalah proses *facing* dengan memakan waktu 10 menit. Proses yang kedua adalah proses *contouring* yang memakan waktu 200 menit, 200 menit ini adalah total dari langkah mata pahat *end mill* 100 menit dan mata pahat *ball nose* 100 menit. Proses yang ketiga adalah proses *finishing* yang memakan waktu 20 menit. Proses yang keempat adalah proses *drilling* yang memakan waktu 8 menit. Total waktu yang dihabiskan untuk membuat bagian *core* adalah 238 menit.

c. *Pin guide*

Pada bagian *pin guide* mempunyai 4 batang, setiap batangnya menghabiskan waktu 1 menit untuk proses *contouring* pada mesin *CNC milling*. Jadi total waktu yang dihabiskan untuk membuat bagian *pin guide* adalah 4 menit. Jadi total waktu untuk membuat ketiga bagian *molding* sendok adalah

Total waktu = *cavity* + *core* + *pin guide* = 600 menit.

Sehingga biaya sewa *CNC milling* yang diperlukan untuk proses membuat 3 bagian dari *molding* sendok adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 600 \text{ menit} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} = 10 \text{ jam} \\ &= 10 \text{ jam} \times \text{Rp } 400.000,00 = \text{Rp } 4.000.000,00 \end{aligned}$$

Biaya sewa *CNC milling* yang perlu dibayarkan untuk membuat 3 bagian dari *molding* sendok adalah sebesar Rp 4.000.000,00 atau terbilang empat juta rupiah

3. Biaya keseluruhan membuat *molding* sendok

Biaya yang dihabiskan untuk membuat sebuah master *molding* sendok adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembuatan molding} &= \text{Rp } 184.000,00 + \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 4.184.000,00 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dihasilkan *molding* sendok untuk skala industri rumahan.
2. Hasil pengujian mesin *packing* dengan kemasan yang tidak mengalami kebocoran didapatkan penggunaan arus sebesar 4 A
3. Waktu pembuatan *molding* sendok dengan proses *facing*, proses *contouring*, proses *finishing*, proses *drilling*, dan proses *programming* sebanyak 600 menit.
4. Ongkos biaya proses pembuatan 1 buah *molding* sendok yaitu sebesar Rp. 4.000.000,00 dan biaya pembelian material sebesar Rp. 184.000,00. Sehingga total biaya pokok pembuatan *molding* sendok sebesar Rp. 4.184.000,00.
5. Ongkos biaya merupakan harga pokok pembuatan *molding* sendok dan belum termasuk keuntungan penembahan nilai PPN 10% dan keuntungan 30%. Sehingga harga jual *molding* sendok sebesar Rp. 5.857.600,00.

DAFTAR PUSTAKA

- A. S. D. G. Dikobe. 2010. "*Comparative study of the morphology and properties of eXPRESS polymer Letters* Vol. 4, No. 11," p. 729.

- A. F. Avila and M. V. Duarte. 2003. "A mechanical analysis on recycled PET/HDPE composites. Polymer degradation and stability 80," p. 373.
- N. G. McCrum, C. P. Buckley And C. B. Bucknall. 1997. Principles Of Polymer Engineering, New York: Oxford Science Publications.
- V. Goodship, M. Bethany and C. Ruth. 2016. *Design and manufacture of Plastic Components for multifunctionality*, Plastic design library.
- M. k. Shafique, "Injection Molding Simulation Analysis of a Computer Exhaust Fan Using Solidworks Plastics," *Department of Polymer and Process Engineering, University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan*.
- G. Boothroyd, P. Dewhurst and W. A. Knight. 2010. *Product Design for Manufacture and Assembly*, CRC Press.
- M. P. Groover. 2010. *Fundamentals of modern manufacturing, Material processing and Systems Vol. 53 no. 9*, John Wiley Sons, Inc.
- J. Shoemaker, Moldflow. 2006. *Design Guide A Resource for Plastics Engineers*, Moldflow Corporation.
- "Air Traps," [Online]. Available: http://www.dc.engr.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/trouble/airtraps/f1000001.htm.com "Shrinkage and Warpage," [Online]. Available: http://www.dc.engr.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/process/physics/b3500001.htm.com.
- Agazzi and V. Sobotka. 2010. "A Methodology for the Design of Effective Cooling System in Injection Moulding," *International Journal of Material Forming*, pp. 13-16.
- K. Mesfin. 2014. "Design, Simulation and Analysis for Injection Moulding of Manual Juice Maker," *the universal manuals library*, p. 34.
- "Determining Runner Dimensions," [Online]. Available: http://www.dc.engr.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/design/runner/34000006.htm.com.
- R. P. Patil. 2016. "A Review on Cooling System Design for Performance Enhancement of Injection Molding Machine," *Int. Conf, Glob, Trend Engineer, Manag*, pp. 129-136.
- C. Budiyanoro. 2010. "Thermoplastik dalam Industri," *Teknika Media*.
- "Hot Runner and Cold Runner Mold," [Online]. Available: <https://www.smlase.com/entries/plastic-design/hot-runner-cold-runner-injection-molds/html.com>.