

# OPTIMASI PENDAUR ULANG PLASTIK BEKASJADI POT MINI KAPASITAS 12 BUAH/JAM

Oleh:

Muhammad Tri Sukoco Hasibuan <sup>1)</sup>

Nicodemus BastandeoGinting <sup>2)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2)</sup>

E-mail:

[sukocohasibuan20@gmail.com](mailto:sukocohasibuan20@gmail.com) <sup>1)</sup>

[siocinsumed@gmail.com](mailto:siocinsumed@gmail.com) <sup>2)</sup>

s

## ABSTRACT

*This study aims at analyzing the optimization of used plastic recycling into mini pots with a capacity of 12 pieces/hour. The large number of residents and the diversity of activities lead to problems in infrastructure services, such as the disposal of plastic waste. Currently, there are many problems caused by plastic waste because of the nature of the elements that are difficult to be processed by microorganisms in the soil. However, from this plastic waste it can still be processed to become an object that is useful and has economic value. From the results of the calculation and planning analysis, then: Gate is the last channel that is directly in contact with the material, which functions to control the direction and flow of melted material and has a volume = 0.00182322cm<sup>3</sup>; Runner is the main channel connecting the flow of plastic liquid from the pressure lever (piston) in the product cavity through the gate contained in the cavity and has a volume = 0.5898cm<sup>3</sup>; The gripping force is the force required by the machine to hold the two parts of the mold from opening during forming, and has a force  $F = 9000$  N; The compressive force acting on the lever is 303, 6195 N; Cavity or print space used in the manufacture of this mini flower pot is 1 cavity; The total cost of making Used Plastic Recycling Machines into Mini Pots is Rp. 7,707,728, -; Maintenance activities carried out on this machine are routine maintenance and periodic maintenance; and The results of the optimization of the design of the used plastic recycler so that the mini flower pot has a better product quality at the same cost compared to the previous machine production.*

**Keywords:** *recycler machine, polyethylene terephthalate plastic, mini flower pot.*

## ABSTRAK

Studi ini bertujuan menganalisis optimasi pendaur ulang plastik bekasjadi pot mini kapasitas 12 buah/jam. Besarnya jumlah penduduk dan keragaman aktivitas mengakibatkan munculnya persoalan dalam pelayanan prasarana, seperti pembuangan limbah plastik. Sekarang ini banyak masalah yang ditimbulkan limbah plastik karena sifat unurnya yang sukar diolah oleh mikroorganisme dalam tanah. Namun dari limbah plastik ini masih dapat diolah untuk dijadikan suatu benda yang bermanfaat dan bernilai ekonomis. Dari hasil analisa perhitungan dan perencanaan, maka : Gate merupakan saluran terakhir yang langsung bersentuhan dengan material, yang berfungsi mengontrol arah dan aliran material yang meleleh dan mempunyai volume = 0,00182322cm<sup>3</sup>; Runner merupakan saluran utama penghubung aliran cairan plastik dari tuas penekan (piston) pada rongga produk melalui gate yang terdapat pada *cavity* dan memiliki volume = 0,5898cm<sup>3</sup>; Gaya cekam merupakan gaya yang dibutuhkan mesin

untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak membuka pada saat pembentukan, dan memiliki gaya  $F = 9000 \text{ N}$ ; Gaya tekan yang terjadi pada tuas adalah  $303,6195 \text{ N}$ ; Cavity atau ruang cetak yang digunakan dalam pembuatan potbunga mini ini adalah 1 cavity; Total biaya pembuatan Mesin Pendaaur Ulang Plastik Bekas Jadi Pot Mini adalah Rp 7.707.728,-; Kegiatan perawatan yang dilakukan pada mesin ini yaitu perawatan rutindan perawatan secara periodik; dan Hasil dari optimasi rancang bangun pendaaur ulang plastik bekas jadi potbunga mini memiliki kualitas produk yang lebih baik dengan biaya yang sama dibandingkan dengan hasil produksi mesinsebelumnya.

**Kata Kunci : Mesin Pendaaur Ulang , Plastik Polyethylene Terephthalate, Pot Bunga Mini.**

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mempermudah kegiatan sehari-hari, hampir setiap produk yang beredar di masyarakat saat ini memakai plastik sebagai salah satu komponen. Namun di balik kemudahan yang ditawarkan, plastik ternyata menyimpan masalah berkaitan dengan limbah atau sampahnya, masalah tersebut misalnya menumpuknya sampah plastik bekas botol kemasan air minum. Untuk itu waktu jangka panjang masalah ini menimbulkan kerusakan lingkungan dan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia. Diperkirakan hanya sekitar 60 % sampah di kota-kota besar di Indonesia yang dapat terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Plastik juga merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Limbah plastik ini sangat sulit untuk diuraikan secara alami. Dengan semakin dibutuhkannya plastik di kehidupan sekarang tentu kita juga harus mempunyai kesadaran akan bahaya dari limbah plastik. Seperti di negara maju telah menerapkan prinsip 3R yaitu *reduce*, *reuse* dan *recycle*. Termasuk di Indonesia kesadaran bahaya plastik mulai terlihat. Sampah-sampah plastik tersebut masih dapat diolah kembali untuk dijadikan suatu benda yang

memiliki nilai ekonomis tinggi. Misalnya mendaur ulang plastik bekas menjadi pot mini seperti yang akan dibuat oleh penulis. Penulis membutuhkan potongan atau cacahan plastik bekas dalam hal ini yaitu botol minuman bekas. Botol minuman bekas tersebut dipotong atau dicacah sehingga menjadi potongan-potongan kecil yang kemudian menjadi bahan baku penulis untuk mendaur-ulangnya menjadi pot bunga mini

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin pendaaur ulang plastik bekas menjadi pot bunga mini ini termasuk mesin plastik *injection moulding*. Secara umum pengertian *injection moulding* adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan menggunakan alat bantu berupa cetakan atau *mold*. *Mold* plastik pada prinsipnya adalah suatu alat (*tool*) yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan sarana mesin cetak plastik, metode dasar plastik *moulding* untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan sifat-sifat fisik yang diinginkan bentuk desain produk, luas penampang, ketebalan, tuntutan ukuran (toleransi) yang harus dipenuhi dan pemilihan material merupakan faktor yang

berpengaruh.

Terdapat enam langkah utama yang penting dilakukan pada proses *Injection Molding* yaitu:

- a. Clamping/Pengapitan  
Suatu mesin injeksi memiliki tiga bagian utama yaitu mold unit, clamping unit, dan injection unit. Unit pengapit adalah pemegang cetakan yang mengalami tekanan selama proses penyuntikan dan pendinginan. Pada dasarnya, pengapit ini memegang kedua belah cetakan bersama-sama.
- b. Injection/Suntikan  
Sebelum penginjeksian, material plastik masih dalam bentuk butiran-butiran serbuk yang mudah tersumbat. Kemudian material dalam bentuk material itu dimasukkan ke dalam suatu wadah saluran tuang (*hopper*) yang terdapat bagian atas unit mesin. Butir/pellet ini disuap ke dalam silinder untuk dipanaskan hingga mencair. *Cylinder (barrel)* terdapat mesin *screw* (berputar) yang mencampur bahan butiran/pellet cair dan mendorong campuran ke bagian ujung *cylinder*. Ketika material yang dikumpulkan di ujung *screw* telah cukup, proses penyuntikan dimulai. Plastik yang dicairkan dimasukkan ke dalam cetakan melalui suatu *nozzle injector*,
- c. Dwelling/Penenangan  
Dwelling merupakan langkah penghentian sementara proses injeksi. Material plastik yang sudah diinjeksikan ke dalam cetakan dengan pemberian tekanan tertentu harus dipastikan mengisi ke semua bagian cavity rongga cetakan. Proses ini

untuk menghindari adanya cacat produk akibat keropos atau weld.

- d. Cooling/Pendinginan  
Material plastik yang sudah mengisi cetakan dan membentuk benda sesuai cetakan, lalu didinginkan dengan temperature tertentu agar material plastik cepat menjadi solid atau mengeras. Pada proses ini sekaligus pengisian ulang bahan plastik dari *hopper* ke dalam *barrel* dengan *screw* yang berputar.
- e. Mold Opening  
Cetakan terbentuk dari 2 bagian yaitu *cavity* dan *core*. Keduanya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan, karena gabungan antara *cavity* dan *core* inilah yang akan membentuk desain dari sebuah komponen.
- f. Ejection/Pengeluaran  
Langkah terakhir adalah mengeluarkan benda jadi dari *daPena* dan *plat ejector* mendorong dan mengeluarkan hasil cetakan dari dalam cetakan, Geram dan sisa pada sisi-sisi hasil cetakan yang tidak dipakai dapat didaur ulang untuk digunakan pada pencetakan berikutnya.

### **Perancangan Cavity**

*Cavity* adalah plat cetakan yang membentuk produk dalam rongga cetakan. Perencanaannya melibatkan unsur yang bersumber pada kebutuhan pemesanan dan kapasitas mesin yang akan dipergunakan.

### **Perencanaan Gate**

*Gate* adalah tempat lubang masuk dimensi plastik ke dalam rongga cetak. Perencanaan bentuk, dimensi, dan penempatannya sangat berpengaruh

terhadap kualitas produk, baik dari penampilan, *shrinkage*, dan pressure yang dibutuhkan saat pembentukan produk. Karena pengaruh factor injeksi yang tidak tetap untuk tiap jenis material, dan adanya perubahan tekanan pada runner, serta factor perubahan suhu, maka perhitungan *gate* sering kali dilakukan dengan pendekatan empiris berdasarkan hasil percobaan yang pernah dilakukan:

$$W = \frac{\sqrt{A}}{30} \text{ mm}$$

Sedangkan tebal *gate* (h) dihitung dari persamaan :

$$h = n \times t \text{ (mm)}$$

*Cycle time* dihitung dari jumlah waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses injeksi untuk menghasilkan produk adalah sebagaiberikut : Perhitungan cycle time :

$$T = t_{zul} + t_h + t_i + t_n + t_{Ku} + t_{pa}$$

a. Gaya cekam Mesin (*Clamping Force*)

Gaya cekam adalah gaya yang dibutuhkan mesin untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak membuka pada saat pembentukan. Besarnya gaya cekam cetakan dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$F = P \times A$$

b. Kecepatan injeksi (*injectionspeed*)

$$V = \frac{Ca}{A}$$

c. Waktu pendinginan (*cooling time*)

Waktu pendinginan adalah waktu yang diperlukan untuk mendinginkan produk setelah pengisian. Lamanya waktu pendinginan dihitung mulai dari terjadinya pemadatan sampai saat membuka.

$$T_k = t_N + t_{ku} \text{ (C}^\circ\text{)}$$

**Pengertian Kalor** Kalor adalah energi

panas yang dimiliki oleh suatu zat tertentu dan bias berpindah dari benda dengan suhu yang lebih rendah jika keduanya dipertemukan atau bersentuhan. Berdasarkan pengertian diatas, dapat digunakan rumus:

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

### 3. METODE PELAKSANAAN Komponen-Komponen Utama Mesin

Mesin ini merupakan gabungan dari beberapa elemen-elemen mesin yang dapat difungsikan dengan fungsi yang telah direncanakan.

Adapun bagian utama dari mesin adalah:

1. Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan komponen yang sangat penting yang memiliki fungsi menghasilkan panas yang digunakan untuk melelehkan plastik.

2. Barrel

Barel merupakan komponen yang berfungsi sebagai tempat penampungan plastik dan juga sebagai tempat untuk melelehkan plastik tersebut.

3. Corong pemasukan (Hopper)

Corong pemasukan berfungsi sebagai pemasukan plastic yang kemudian akan dilanjutkan dengan proses pemanasan.

4. Plunger (Piston)

Plunger berfungsi sebagai penekan lelehan plastik yang berada di dalam barel yang hendak dimasukkan kedalam cetakan.

5. Lever ( Tuas)

Lever berfungsi untuk menekan

dan mengangkat plunger yang ada didalam barel.

6. Pullrod  
Pullrod berfungsi sebagai tempat dudukan lever yang menyambungkan lever dengan rangka, dan juga memiliki fungsi sebagai pengatur level kedalaman plunger saat dimasukkan.
7. Rangka  
Rangka berfungsi sebagai dudukan pada tiap-tiap elemen mesin lainnya.
8. Kotak Komponen Elektronik  
Kotak Komponen Elektronik berfungsi sebagai tempat komponen- komponen elektronik disatukan serta untuk menghindari pengguna terkena kontak langsung dengan komponen elektronik yang tealiri listrik.mesin
9. Injector / Nozzle  
Bagian ini berbentuk krucut yang berfungsi sebagai bagian yang menginjeksi plastik ke dalam cetakan, berhubungan langsung dengan saluran masuk plastik pada bagian cetakan yang sering disebutdengan runner.
10. Moulding / Molding / Cetakan  
Cetakan terdiri dari 2 bagian utama yaitu yang bias dibuka tutup, kedua tersebut dihubungkan dengan menggunakan slider agar dapat dan tertutup dengan sempurna. Umumnya cetakan besar memiliki saluran rongga yang berfungsi untuk mengalir cairan pendingin agar dapat berfungsi dengan sempurna. Seluruh saluran tersebut di rancang perhitungan kecepatan

pendingin yang di perlukan atau bahkan untuk mempertahankan suhu cetakan. Pada bagian inilah cairan plastik yang di injeksikan di bentuk menurut bentuk dan ukuran yang di rancang sebelumnya.

11. Dongkrak  
Fungsi dongkrak pada mesin ini yaitu untuk mengetatkan dan melonggarkan cetakan.
12. Ejektor  
Fungsi ejektor pada mesin ini yaitu untuk melepaskan produk yang telah selesai dicetak dari cetakan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Prinsip Kerja Mesin

Pemanas dihidupkan untuk memanaskan pipa pemanas sudah dihubungkan dengan *haeter* tertempel pada pipa tersebut, tuang biji plastik ke dalam *hopper*, mengatur unit pemanas sesuai tingkat panas yang perlukan untuk melelekan plastik, plastik sudah meleleh/mencair ditekan oleh piston yang terhubung oleh tuas penekan, cairan plastik tertekan oleh piston kemudian mengalir kedalam cetakan sudah terpasang di bawah pipa pemanas dan diatas dongkrak.

### 4.2 Analisa Perhitungan

Menghitung Volume

Untuk menghitung volume dengan menggunakan rumus volume bangun ruang yaitu :

$$V_{\text{kerucut}} = \frac{1}{3} \times \pi \times t (R^2 + 2Rr + r^2)$$

$$V_{\text{tabung}} = \pi \times r^2 \times t$$

$$V_{\text{kerucut1}} = \frac{1}{3} \times \pi \times t_1 ((R^2) + (2R_1r_2) + (r^2))$$

$$= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 8\text{cm} \times ((4,25\text{cm})^2)$$

$$\begin{aligned}
&+2(4,25\text{cm} \times 3,2\text{cm}) + ((3,2\text{cm})^2) \\
&= 8,373\text{cm} ((18,06\text{cm}^2) + \\
&2(13,6 \\
&= 3,14 (3,8\text{cm})^2 \times 1\text{cm} \\
&= 45,34\text{cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_{\text{tot tabung}} &= V_{\text{tabung1}} - V_{\text{tabung2}} \\
&= 56,71\text{cm}^3 - 45,34\text{cm}^3 \\
&= 11,37\text{cm}^3
\end{aligned}$$

Maka dengan demikian bisa dicarivolume total dari produk yang akandihasilkan dengan cara sebagai berikut :  $V_{\text{produk}} = V_{\text{tot kerucut}} + V_{\text{tabung}}$

$$\begin{aligned}
&= 115,92\text{cm}^3 + 11,37\text{cm}^3 \\
&= 127,29\text{cm}^3
\end{aligned}$$

Menghitung massa

Massanya dihitung dengan :

$$\begin{aligned}
\rho_{\text{plastik}} &= \frac{m}{V_{\text{produk}}} \\
m &= \rho_{\text{plastik}} \times V_{\text{produk}} \\
&= 0,83\text{gr/cm}^3 \times 127,29\text{cm}^3 \\
&= 106,157 \text{ gr}
\end{aligned}$$

Dalam perencanaanya dibuat satu cavity untuk satu kali penginjeksian, sehingga diperoleh massa produk =  $1 \times 106,157 \text{ gr} = 106,157 \text{ gr}$

Cycle time

Cycle time adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk hasil injeksi yang dimulai dari mould menutup sampai dengan waktu produksi setelah injeksi. Cycle time dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$T = t_{\text{zul}} + t_{\text{h}} + t_{\text{i}} + t_{\text{n}} + t_{\text{Ku}} + t_{\text{pa}}$$

$$\begin{aligned}
&= 464,70 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Maka cycle time adalah:

$$V_{\text{kerucut2}} = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$$

$$\begin{aligned}
&2 ((R^2) + (2R_3r_4) + (r^2))T = t_{\text{zul}} \\
&+ t_{\text{h}} + t_{\text{i}} + t_{\text{n}} + t_{\text{Ku}} + t_{\text{pa}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 60s + 49s + 14s + 20s + 53s + \\
&40s \\
&= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 7,65\text{cm} \times ((3,8\text{cm})^2) \\
&+2(3,8\text{cm} \times 2,8\text{cm}) + (2,8\text{cm})^2) \\
&= 8,007 \text{ cm} (43,56 \text{ cm}^2) \\
&= 348,78\text{cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_{\text{tot kerucut}} &= V_{\text{kerucut 1}} - V_{\text{kerucut 2}} \\
&= 464,70 \text{ cm}^3 - 348,78\text{cm}^3 \\
&= 115,92\text{cm}^3
\end{aligned}$$

Untuk menghitung volume tabung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{tabung}} = \pi r^2 \times t$$

Maka menentukan volume kerucutnya :

$$\begin{aligned}
V_{\text{tabung1}} &= \pi R^2 \cdot t \\
&= 3,14 (4,25\text{cm})^2 \times 1 \text{ cm} \\
&= 56,71\text{cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_{\text{tabung2}} &= \pi R^2 \cdot t \\
&= 236s
\end{aligned}$$

Untuk 1 menit

$$\begin{aligned}
&= 60 \\
&= 236s \\
&= 0,25
\end{aligned}$$

Untuk 1 jam

$$\begin{aligned}
&= 0,25 \times 60 \text{ menit} \\
&= 15 \text{ buah Menghitung jumlah}
\end{aligned}$$

kalor

Untuk menghitung jumlah kalor, rumus yang digunakan:

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

$\Delta t$

$$Q = 106,157 \text{ gr} \times 0,55 \text{ kal/gr}^\circ\text{C} \times 230^\circ\text{C}$$

$$Q = 13428,8 \text{ kal}$$

$$Q = 13428,8 \times 4,2$$

$$Q = 56400,96 \text{ J} = 56,4 \text{ kJ}$$

Jadi jumlah kalor yang diterima adalah 13428,8 kal atau 56,4 KJ

### 4.3 Perawatan dan Perbaikan

Perawatan perbaikan yang akan dilakukan pada moulding ini meliputi kerusakan ringan sampai kerusakan berat. Perbaikan dilakukan apabila ada dari bagian cetakan yang rusak atau tidak layak

digunakan lagi. Bagian yang rusak diganti dengan yang baru, tapi pada cetakan pot bunga mini plastik jarang terjadi kerusakan pada bagian cetakan, karena beban yang diberikan tidak terlalu besar kecuali terjadi kerusakan pada bagian yang bergesekan.

Kegiatan perawatan mesin ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

a. Perawatan Rutin

Perawatan rutin merupakan perawatan yang dilakukan secara terus menerus, misalnya setiap hari atau setelah pemakaian. Pada mesin pendaaur ulang plastik bekas menjadi pot bunga mini ini kegiatan perawatan rutin yang dapat dilakukan adalah pemeriksaan *nozzle* apakah ada kebocoran material atau tidak, *Check mold* atau cetakan pastikan mold bersih dari karat dan serpihan serpihan plastik, membersihkan piston penekan dan barel.

b. Perawatan secara periodik Perawatan periodik merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap minggu, setiap bulan dan lain sebagainya. Pada mesin pendaaur ulang plastik bekas ini kegiatan perawatan secara periodik dapat berupa pengecekan komponen listrik pada elemen pemanas, mengganti baut pengikat yang sudah haus, membersihkan debu yang menempel pada tiap komponen dan melakukan pelumasan pada tiap bagian yang bergerak.

## 5. SIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan dan perencanaan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Gate merupakan saluran terakhir yang langsung bersentuhan dengan material,

yang berfungsi mengontrol arah dan aliran material yang meleleh dan mempunyai volume =  $0,00182322\text{cm}^3$ .

2. Runner merupakan saluran utama penghubung aliran cairan plastik dari tuas penekan (piston) pada rongga produk melalui gate yang terdapat pada *cavity* dan memiliki volume =  $0,5898\text{cm}^3$ .

3. Gaya cekam merupakan gaya yang dibutuhkan mesin untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak membuka pada saat pembentukan, dan memiliki gaya  $F = 9000\text{ N}$ .

4. Gaya tekan yang terjadi pada tuas adalah  $303,6195\text{ N}$

5. Cavity atau ruang cetak yang digunakan dalam pembuatan pot bunga mini ini adalah 1 cavity, dengan spesifikasi sebagai berikut :

i. Volume produk :  $127,29\text{cm}^3$

ii. Berat produk :  $106,157\text{ gr}$

iii. Material yang digunakan : PolyethyleneTerephthalate (PET)

a. Total biaya pembuatan Mesin Pendaaur Ulang Plastik Bekas Jadi Pot Mini adalah Rp  $7.707.728,-$ .

b. Kegiatan perawatan yang dilakukan pada mesin ini yaitu perawatan rutin dan perawatan secara periodik.

c. Hasil dari optimasi rancang bangun pendaaur ulang plastik bekas jadi pot bunga mini memiliki kualitas produk yang lebih baik dengan biaya yang sama dibandingkan dengan hasil produksi mesin sebelumnya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [Ghurri](#), Ainul. 2014. “Dasar-Dasar Mekanika Fluida”.
- Kamajaya, Ketut, dan Wawan Purnama. 2018. Aktif dan Kreatif Belajar Fisika. Jakarta: Grafindo Media Pratama.
- Yuliana Chemistry, 2013, makalah pengolahan plastik (<http://yulianalecturechemistry.blogspot.co.id/2013/12/makalah>) diakses tanggal 06 juli 2021 ([http://bsagitta.blogspot.co.id/2009/06/mesin\\_pembentuk-plastik-dengan\\_metoda.html](http://bsagitta.blogspot.co.id/2009/06/mesin_pembentuk-plastik-dengan_metoda.html)) diakses tanggal 28 juli 2021
- Charis Muhammad, 2014, Bahan Plastik (Pengetahuan Bahan Teknik) (<http://charis7512.blogspot.co.id/2014/05/bahan-plastik-pengetahuan-bahan-teknik.html>) diakses tanggal 28 juli 2021 ([http://eprints.umk.ac.id/8347/1/Hal\\_judul.pdf](http://eprints.umk.ac.id/8347/1/Hal_judul.pdf)) diakses tanggal 30 juli 2021 (<https://ilmumanufaktur.weebly.com/kapasitas-mesin--parameter-injeksi.html>) diakses tanggal 30 juli 2021

- Andreas Handika, 2016, Perencanaan Sistem Injeksi Moulding Untuk Gelas plastik ([http://repo.polinpdg.ac.id/2004/1/Andres\\_Dwi\\_Handika.pdf](http://repo.polinpdg.ac.id/2004/1/Andres_Dwi_Handika.pdf)) diakses 30 juli 2021 (<http://www.pasiensehat.com/2015/01/arti-kode-plastik-danpenggunaannya.html>) diakses tanggal 8 Agustus 2021 (<http://planetcopas.blogspot.com/2012/05/prinsip-kerja-mesin-plastic-injection.html>) diakses tanggal 16 Agustus 2021 (<https://www.madematika.net/2015/10/rumus-luas-selimum-dan-volume-kerucut.html>) diakses tanggal 16 agustus 2021