

PENGARUH VARIASI *INJECTION VELOCITY* DAN *PACKING PRESSURE* TERHADAP KUALITAS *PART* PRODUK *INJECTION MOLDING*

^{1*}Agus Supriyanto, ¹Fathan Mubina Dewadi, ¹Ade Cepi Budiansyah, ¹Siswanto
¹Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Buana Perjuangan Karawang,
Karawang, Jawa Barat.
agus.supriyanto@ubpkarawang.ac.id^{1*},

ABSTRAK

Injection Molding adalah proses yang populer digunakan dalam pembuatan produk plastik karena kemampuannya menghasilkan geometri produk yang kompleks dalam satu siklus. Tentunya diperlukan teknologi yang cukup baik dari segi mesin injeksi, *injection molding*, material, prosedur, dan personel agar dapat menghasilkan produk plastik sesuai dengan yang kita inginkan. Menggunakan pendorong, bahan termoplastik yang meleleh dipompa ke dalam cetakan berpendingin air selama proses pencetakan injeksi, menyebabkannya mengeras. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh variasi *injection velocity* dan *packing pressure* terhadap kualitas *Part Holder Filter*. Hasil pengujian secara langsung diperoleh hasil Variasi ke 1 merupakan nilai variasi yang di produksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu variasi *injection velocity* 25 m/s, dan *packing pressure* 10 Mpa. Hasil yang diperoleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part menjadi NG (No Good) *short shot* (kekurangan pengisian cairan material). Variasi ke 2 merupakan nilai variasi yang diproduksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu *injection velocity* 35 m/s, dan *packing pressure* 20 Mpa. Hasil yang di peroleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part ok (GOOD) sesuai dengan standard dan harapan konsumen. Variasi ke 3 merupakan nilai variasi yang di produksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu *injection velocity* 45 m/s, dan *packing pressure* 30 Mpa. Hasil yang di peroleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part menjadi *over pack*/kepadatan (NG).

Kata Kunci: *Injection Molding, Injection Velocity, Packing Pressure, Holder Filter*

1. PENDAHULUAN

Karena tingkat reproduktifitasnya yang tinggi dan kapasitas untuk menghasilkan geometri produk yang rumit dalam satu siklus cepat, injeksi molding adalah metode yang digunakan secara luas dalam produksi barang plastik (Wiyono & Dwi, 2014). Siklus proses dipecah menjadi tahapan berikut::

- Penutupan mold
- Injeksi plastik ke dalam mold
- Tahapan Holding
- Pendinginan produk
- Plastisasi plastik dalam barel
- Pembukaan dan pengeluaran produk

Plastik merupakan bahan yang saat ini tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia karena sangat mudah didapat, bermanfaat, ringan, dan tentunya modern. Tentunya diperlukan teknologi yang cukup baik dari segi mesin injeksi, injection molding, material, prosedur, dan personel agar dapat menghasilkan produk plastik sesuai dengan yang kita inginkan. Menggunakan pendorong, bahan termoplastik yang meleleh dipompa ke dalam cetakan berpendingin air selama proses pencetakan injeksi, menyebabkannya mengeras (Guerrier et al., 2015). *Setting* parameter pada mesin *injection moulding* merupakan salah satu elemen kunci diantara sekian banyak parameter tersebut. Piston di dalam silinder dipasang ke dasar sekrup di mesin cetak injeksi. Silinder diisi dengan oli bertekanan (cairan), yang menyebabkan piston bergerak maju dengan gaya dorong tertentu. Piston mengirimkan gaya dorong ini ke ujung sekrup, yang kemudian menggunakan *nosel*, *sprue*, *runner*, dan gerbang untuk mendorong bahan plastik yang meleleh ke dalam cetakan. Ketika luas penampang ujung sekrup dibagi dengan gaya dorong, hasil tekanan. Untuk menyuntikkan bahan plastik ke dalam cetakan, tekanan ini diperlukan. Tekanan ini disebut tekanan injeksi eksternal karena terjadi di luar cetakan (Zulianto et al., 2015). Metodologi penelitian ini melibatkan pencampuran *injection velocity* yang berbeda dan parameter *packing pressure*.

2. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Plastik

Salah satu atom yang terhubung satu sama lain di sepanjang rantai panjang polimer adalah plastik. Dengan keragaman kualitas yang luas, termasuk toleransi panas, kekerasan, dan atribut lainnya, plastik dapat diolah dan dibentuk menjadi berbagai macam barang. Plastik digunakan di hampir semua industri industri karena keserbagunaannya, komposisinya yang umum dan bobotnya yang ringan (Langga et al., 2015)

Plastic Injection Moulding (PIM) adalah teknik yang digunakan dalam produksi barang plastik. Metode pembuatan barang dari bahan plastik dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda dikenal sebagai "injeksi plastik". Proses pembuatan benda kerja dengan teknik *injection moulding* yaitu dengan mendorong bahan *compound* berupa butiran melalui *nozzle* dan *sprue* ke dalam rongga dan inti cetakan yang tertutup. Sebelum masuk ke silinder injeksi, zat dimasukkan ke dalam *hopper* (wadah). Cetakan akan dibuka dan benda terakhir akan dikeluarkan dengan bantuan *ejektor* setelah periode pendinginan singkat. Bahan termoplastik adalah pilihan yang baik karena akan melunak saat dipanaskan dan kembali ke keadaan beku semula saat didinginkan.

Meneliti besarnya kesalahan produk yang terjadi pada saat produksi suatu produk baru merupakan salah satu hal yang menjadi tolok ukur dalam menentukan produktivitas dan efisiensi suatu industri. Cetakan pendek, gudang, tanda tenggelam, tanda aliran, kilatan, gelembung, lubang atau celah dan kelebihan berat adalah contoh cacat produk yang umum. Dalam penyelidikan ini, kami melihat bagaimana *injection velocity* dan *packing pressure* memengaruhi mesin cetakan injeksi dan bahan *Polypropylene* (PP) yang digunakan dalam produk yang diselidiki (Osarenmwinda & Olodu, 2018).

2.2 Injection Molding

Untuk pembuatan seluloid, mesin cetak injeksi pertama kali dipatenkan di Amerika Serikat pada tahun 1872. Selanjutnya, peralatan cetak injeksi dibuat di Jerman pada tahun 1920-an, namun masih dilakukan dengan tangan dan cetakannya masih dikendalikan oleh tuas.. Mesin cetak injeksi yang ditekan secara hidrolik dibuat pada tahun 1930-an ketika berbagai macam resin dapat diakses. Sebagian besar peralatan cetakan injeksi saat ini masih menggunakan desain sekrup *reciprocating* satu sisi yang asli. Relay dan pengatur waktu pertama kali digunakan untuk mengatur proses injeksi pada 1950-an (Kavade, 2012).

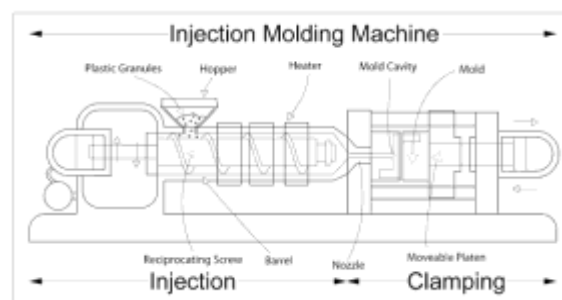
Secara umum, pencetakan adalah teknik industri yang melibatkan pembentukan bahan mentah menggunakan model atau bingkai keras yang dikenal sebagai cetakan. Cetakan adalah benda berlubang yang berisi cairan seperti plastik, kaca, atau logam. Dalam cetakan, cairan mengeras atau mengendap, mengambil bentuk benda.



Gambar 1. Mesin Injeksi molding

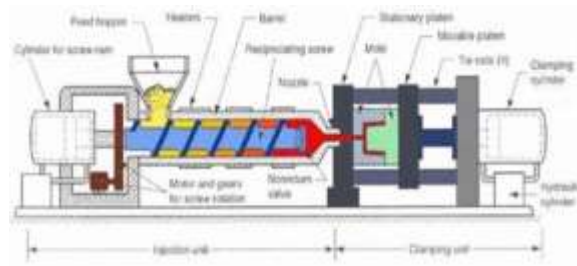
Proses injeksi memiliki beberapa proses sebagai berikut :

- 1) Persiapan bahan material atau resin.
- 2) Pemanasan bahan hingga titik lumer.
- 3) Material yang dilumerkan dikirim ke ujung injector untuk disuntikan kedalam cetakan.
- 4) Material masuk kedalam cetakan.
- 5) Penahanan hingga plastik membeku.
- 6) Cetakan dibuka untuk melepaskan hasil produksi.
- 7) Pembesihan hasil produksi dari runner.



Gambar 2. Proses injeksi (Sumber : Wikipedia)

2.3 Mould Clamp Unit (Unit Pencekam Cetakan)



Gambar 3. Injection unit dan clamping unit (Sumber Wikipedia)

Saat mengekstrak objek dari unit cetakan, unit ejektor dan cetakan ditahan di tempatnya dan gerakannya dikendalikan oleh unit penjepit. Kita dapat mengubah panjang gerakan cetakan saat terbuka dan berapa lama ejektor harus bergerak di unit penjepit. Cetakan ditahan oleh perangkat penjepit ini. Unit penjepit ini berfungsi untuk menyatukan cetakan selama proses injeksi material hingga zat mengeras dan kemudian melepaskan produk jadi. Unit penjepit ini mencakup cetakan, silinder penjepit batang ikat, pelat bergerak, pelat stasioner, dan silinder hidrolik..

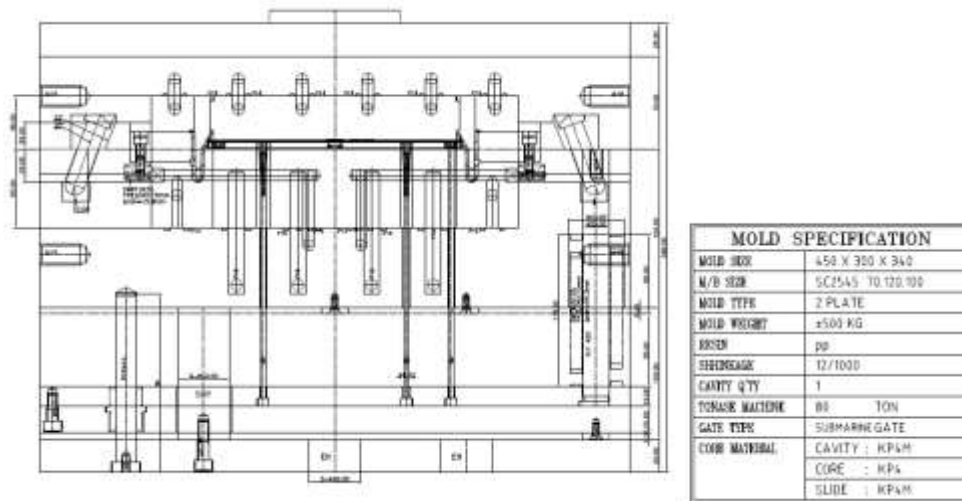
1. *Stationary plate*

Pemasangan cetakan bagian rongga menggunakan *Stationary plate* sebagai pelat posisi. Dudukan robot terletak di bagian atas *Stationary plate* ini. Ring pencari pas melalui lubang melingkar di pelat ini. Penempatan ring pada cetakan berfungsi untuk memudahkan pemasangan cetakan agar berada di tengah lubang nosel.

2. *Movable plate*

Bagian inti dari cetakan diposisikan di piring yang dikenal sebagai *Movable Plat*. Karena pelat dapat bergerak untuk menutup atau membuka dan kita dapat mengubah kecepatan dan tekanan seperlunya, itu disebut sebagai pelat yang dapat digerakkan..

3. Mold (cetakan)



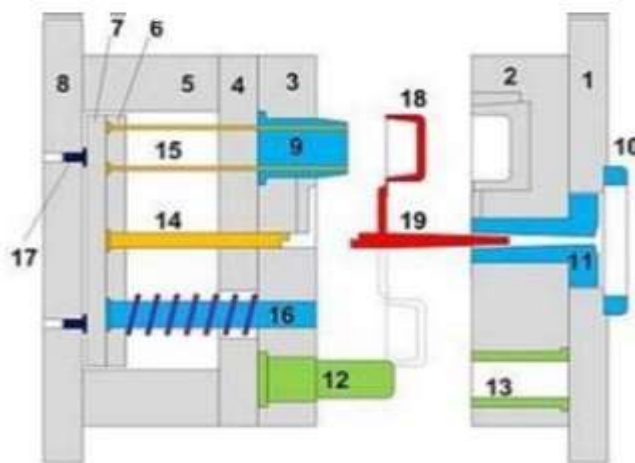
Gambar 4. 2D mold Holder filter (Sumber : PT.TAMANO INDONESIA)

Mould (cetakan) adalah rongga dengan saluran pendingin di dalamnya di mana bahan cair (plastik) terbentuk. Sebagian kecil cetakan terbuat dari aluminium, dan sebagian besar terbuat dari baja (untuk produksi styrofoam). Bahan pemandu tembaga berilium digunakan untuk cetakan yang membutuhkan banyak transmisi panas. Dan Tipe Plate yang digunakan pada penelitian ini adalah Tipe 2 Plate.

a. Tipe 2 plate

Pelat rongga (*cavity plate*) dan pelat pemasangan cetakan (*mold mounting plate*) terintegrasi dalam cetakan dua pelat. Semak sariawan terletak di antara keduanya, dan cincin penempatan terletak di pelat pemasangan cetakan. Pelat tetap mesin injeksi dan pelat pemasangan cetakan akan diikat bersama dengan baut. Saat nosel mesin bersentuhan dengan semak sariawan, lubang nosel dan lubang semak sariawan harus berada di garis tengah yang sama. Jika mereka tidak selaras, masalah akan terjadi. Cincin penentu lokasi harus dapat disisipkan pada celah dengan lokasi pada pelat stasioner. Selain lubang nozzle dan lubang sprue bush harus sejajar, ada persyaratan lain yang harus dipenuhi antara sprue bush dan nozzle mesin. Ketika bahan plastik pertama kali memasuki cetakan, semak sariawan itu sendiri berfungsi sebagai lubang awal (selama proses injeksi). Sisi inti dan sisi rongga adalah dua komponen utama pelat tipe 2.

Untuk mendapatkan potongan yang halus dan rapi, kita harus memisahkan produk dan *runner* menggunakan pemotong nipper (tang potong) karena 2 cetakan tipe pelat sering menghasilkan produk yang masih menempel pada *runner* (aliran material dan setelahnya).



Gambar 5. Mold type 2 plate (Sumber : Textbook Summary for Mold Design Basic _Ind_ 2011_12_19)

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1) Top plate on fixed | 11) Sprue bush |
| 2) Cavity plate on fixed | 12) Guide pin |
| 3) Core plate on movable | 13) Guide pin bush |
| 4) Accepting plate | 14) Sprue lock pin |
| 5) Spacer block | 15) Ejector pin |
| 6) Ejector retainer plate | 16) Return pin |
| 7) Ejector plate | 17) Stopper pin |
| 8) Bottom plate on movable | 18) Produk plastik |
| 9) Insert core plate | 19) Runner |
| 10) Locating ring | |

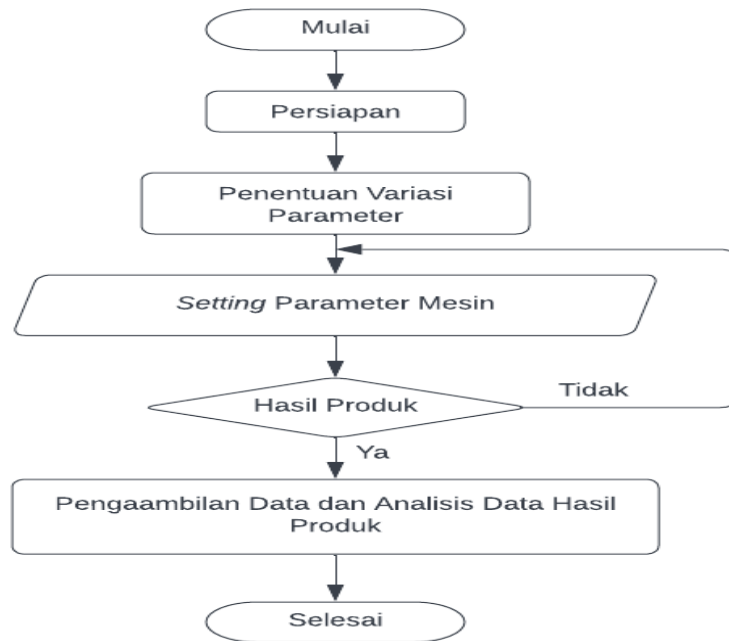
2.4 Prinsip Kerja *Injection Molding*

Prinsip kerja mesin injection moulding sama untuk tonase kecil dan besar, menurut Wijaya (2009). Mesin cetak injeksi beroperasi berdasarkan prinsip-prinsip berikut:

1. Mulailah dengan posisi awal cetakan terbuka.
2. Sisi inti cetakan dijepit erat ke sisi rongga dalam keadaan terbuka.
3. Unit injeksi maju ke arah cetakan hingga nosel bersentuhan dengan sprue bursh setelah posisi cetakan tertutup rapat dengan tekanan tinggi.
4. Menyuntikkan plastik cair ke dalam cetakan selama prosedur pengisian injeksi. Sekrup didorong dalam operasi ini oleh silinder injeksi.
5. Proses memegang injeksi untuk meningkatkan hasil produk dan menahan tekanan balik
6. Prosedur pengisian selesai saat bahan yang disuntikkan didinginkan untuk mengisi kembali bahan plastik untuk siklus injeksi berikutnya.
7. Cetakan terbuka, dan dengan demikian tekanan hidrolik dalam sistem kembali normal. Selanjutnya, pin ejektor bergerak untuk melepaskan produk plastic.

3. METODE PENELITIAN

Untuk menunjang keberhasilan suatu penelitian maka alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Persiapan Bahan dan Alat

- a) Material yang digunakan pada penelitian ini adalah *Polypropylene* (PP).



Gambar 2. Arduino Uno

- b) Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin *injection mold*, *NISSEI NEX 2000* dengan *tonage 110T*



Gambar 3. Mesin Injeksi molding

- c) Molding *holder filter* menggunakan jenis *2plate* molding, dimana molding jenis ini sesuai dengan namanya memiliki 2 bagian saja yaitu *cavity plate* dan *core plate*. Salah satu keuntungan menggunakan molding tipe ini konstruksinya lebih sederhana atau simple dan biaya pembuatannya murah. Salah satu kelemahan menggunakan molding jenis ini adanya penanganan lebih lanjut pada daerah bagian runner, sehingga tidak cocok untuk otomatisasi dan penghematan tenaga kerja.



Gambar 4. *holder filter*

- d) *Cavity plate* merupakan bagian yang diam pada bagian sebuah *molding*, dimana pada jenis *2plate* ini, *cavity plate* molding menyatu dengan *mold mounting plate* dan *nozzle*. Pada bagian *cavity plate* permukaannya sangat halus sehingga diperlukan *polishing*, atau *sunblash* untuk memberikan *kontur* pada bagian permukaan *cavity*.



Gambar 5. *Cavity plate*

- e) *Core plate* merupakan bagian pada *molding* yang bergerak, dimana pada bagian *core plate*, produk akan menempel dan saat *mold open* atau terbuka *part* akan didorong oleh *ejector* untuk *release produk*..



Gambar 6. *Core plate*

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Secara *Actual*

Dalam melakukan penelitian ini kami menggunakan mesin *NISSEI NEX 2000* dengan *tonage* 110 T, dengan spesifikasi mesin sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi M/C Nissei 110 T

M/C Type	NISSEI NEX 2000 – 12 E / Servo	
Locked Ring (Ø)	Ø 100 mm	
Mold Thickness (mm)	Min	220
	Max	410
Daylight open (mm)	76	
Injection pressure (kgf/cm ²)	2650	
	H (mm)	420
	L (mm)	420
Screw stroke (mm)	130	
Screw (Ø)	28 mm	
Ejector stroke (mm)	85	
	Dia Hole	3
Type of nozzle (mm)	Radius	12.5
	Dia Outer	35

Tabel 2. *Setting Parameter* Pengujian *Quality Actual*

Packing Pressure Mpa	Injection Velocity m/s			Hasil
	25	35	45	
10	28 ton			Short shot
20		40 ton		Ok
30			55 ton	Flash

Variasi ke 1 merupakan nilai variasi yang di produksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu variasi *injection velocity* 25 m/s, dan *packing pressure* 10 Mpa.

Hasil yang diperoleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part menjadi NG (No Good) *short shot* (kekurangan pengisian cairan material).

NG seperti ini berasal dari kurangnya volume dan tekanan injeksi. Bisa juga terjadi di lapangan bukan karena kekurangan cairan material, tetapi karena adanya udara yang terjebak di dalam *mold*, sehingga cairan material tidak bisa mengisi ruang kosong pada bagian *mold* tersebut.

Solusinya untuk menanggulangi terjadinya NG *short shot* dengan menaikkan tekanan *injection velocity* dan *packing pressure* dengan memperbaiki *mold* dan membuat gas pen untuk aliran keluar udara yang terjebak dari dalam *mold*. Standar ukuran gas pen minimal 0.02 mm.



Gambar 12. Part variasi 1 NG (*Short shot*)

Variasi ke 2 merupakan nilai variasi yang diproduksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu *injection velocity* 35 m/s, dan *packing pressure* 20 Mpa. Hasil yang di peroleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part ok (GOOD) sesuai dengan standard dan harapan konsumen.

Hal ini di pengaruhi oleh besarnya nilai *injection velocity*, dan *packing pressure*, yang sesuai dengan proses *injection molding*. Lihat gambar di bawah hasil *trial* pengambilan data *actual* proses pembuatan part.



Gambar 13. Part Variasi 2 (GOOD)

Variasi ke 3 merupakan nilai variasi yang di produksi menggunakan mesin *injection molding* dengan menggunakan variasi *parameter setting* yaitu *injection velocity* 45 m/s, dan *packing pressure* 30 Mpa. Hasil yang di peroleh dari variasi *parameter setting* ini menghasilkan part menjadi *over pack*/kepadatan (NG).

NG seperti ini berasal dari cairan plastik yang tumpah pada cetakan/*mold* yang terlalu berlebihan *pressure*nya sehingga menghasilkan produk yang terlalu padat yang dapat mengakibatkan cetakan/*mold* rusak. Solusinya yang paling bagus adalah menghindari perbedaan ketebalan produk, memperlambat kecepatan injeksi, dan membuat *balance* tekanan yang mengenai *mold*.



Gambar 14. Part Variasi 3 NG (*Over Pack*)

DAFTAR PUSTAKA

- Guerrier, P., Tosello, G., & Hattel, J. H. (2015). Analysis of cavity prebure and warpage of polyoxymethylene thin walled injection molded parts: Experiments and simulations. *AIP Conference Proceedings*, 1664(May 2015), 1–6.
<https://doi.org/10.1063/1.4918481>
- Kavade, M. V. (2012). Parameter Optimization of Injection Molding of Polypropylene by using Taguchi Methodology. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 4(4), 49–58. <https://doi.org/10.9790/1684-0444958>
- Langga, E. H., Syabani, M., & Wulung, R. (2015). Pengaruh Suhu Dan Tekanan Injeksi Terhadap Cacat Short Shot Produk Polikarbonat Pada Mesin Injection Molding. *Studi Kasus Di Pt. Sejong Matrasindo Semarang*, 14, 1–14.
- Osarenmwinda, J. O., & Olodu, D. D. (2018). Optimization of injection moulding process parameters in the moulding of High Density Polyethylene (HDPE). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(2), 203.
<https://doi.org/10.4314/jasem.v22i2.8>
- Wiyono, S., & Dwi, S. (2014). Analisa Pengaruh Parameter Tekanan dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan dari Produk Injection Molding Berbahan Polyethylene (PE). *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1), 29–36.
- Zulianto, D., Waluyo, B., & Pramuko. (2015). *Cacat Warpage Pada Produk Injetion Molding Berbahan Polyprophylene (PP)*. 3–19.
<http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/41085>