**Journal of Innovative and Creativity**
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
**ISSn 2962-570X (Printed)**
5 (2) 2025, Page: 18840-18854

# Optimasi Desain Cetakan Plastik Injeksi Knob Volume Untuk Mesin T wo-Shot Injection Molding Dengan Metode Design For Manufacturing (DFM)

**Ahmad L atif[1], Nurato[2]**
[1,2]Universitas Mercu Buana
**Corresponding Author: nurato@ mercubuana.ac.id**

Published: Agust , 2025

## ABSTRACT

The manufacturing sector plays a crucial role in driving Indonesia's economic growth, particularly in facing the challenges of globalization and demands for production efficiency. One of the commonly used manufacturing processes is injection molding due to its ability to produce high-precision plastic products in large quantities. This study aims to design an injection mold for producing a two-color volume knob made from clear polycarbonate (pc) and black acrylonitrile butadiene styrene (abs), using a sumitomo demag se75du-ci two-shot injection molding machine. The product presents a high level of complexity due to the use of two different materials and the need for efficient production to minimize defects such as short shots, flash, and product weight inconsistency. To address this, the two-shot injection molding method is employed, enabling the molding of two materials in a single production cycle. The mold design process is carried out systematically using the design for manufacturing method. The mold is designed using siemens nx software and further optimized through material flow simulation using moldex3d moldflow to predict potential defects and improve the mold design. This research is expected to provide an effective mold design solution that enhances product quality, process efficiency, and reduces the rejection rate in two-color knob production. The results of this study are intended to serve as a reference for implementing multi-material mold technology in the plastic manufacturing industry, especially for components with complex designs and specific visual requirements.

**Keywords:** *Plasticinjection, mold, dfmmethode, siemens nx, vdi 2221*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

## PENDAHULUAN

Industri manufaktur menjadi salah satu sektor yang paling berpengaruh dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia. Kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar yang semakin kompleks. Dalam era globalisasi dan kompetisi industri yang semakin tajam, para pelaku industri dituntut untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, memiliki presisi, serta diproduksi dengan efisien dan cepat. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan inovasi dalam proses produksi, salah satunya melalui optimalisasi teknologi *injection molding*, khususnya pada produk berbahan dasar plastik.

Plastik merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam berbagai sektor industri karena karakteristiknya yang ringan, murah, mudah dibentuk, serta memiliki variasi jenis dengan sifat yang dapat disesuaikan. Meski kekuatan dan kekakuannya lebih rendah dibandingkan logam, plastik

tetap menjadi pilihan utama dalam produksi massal, terutama untuk produk rumah tangga, otomotif, dan elektronik. Salah satu metode manufaktur plastik yang paling umum digunakan adalah *injection molding*, yaitu proses menyuntikkan material plastik cair ke dalam rongga cetakan dengan tekanan tinggi hingga membentuk produk sesuai desain. Proses ini memungkinkan pembuatan komponen yang kompleks dengan akurasi tinggi dalam jumlah besar dan waktu yang relatif singkat.

Dalam praktiknya, proses *injection molding*tidak lepas dari berbagai tantangan, seperti terjadinya cacat produk (defect), ketidaksesuaian dimensi, maupun rendahnya efisiensi produksi. Hal ini semakin kompleks ketika berhadapan dengan produk yang melibatkan dua material berbeda dalam satu kesatuan, seperti knob volume dua warna yang menggunakan bahan polycarbonate (PC) untuk warna bening dan acrylonitrile butadiene styrene (ABS) untuk warna hitam. Proses konvensional yang memisahkan pencetakan masing-masing material ke dalam dua tahap dan kemudian dirakit, terbukti tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan posisi serta cacat sambungan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan teknologi *two-shot injection molding* yang mampu mencetak dua material berbeda dalam satu siklus proses, sehingga menghemat waktu dan meminimalisir cacat produk.

Namun demikian, penerapan teknologi *two-shot injection molding* menuntut adanya perancangan cetakan (*mold*) yang spesifik, kompleks, dan disesuaikan dengan tipe mesin yang digunakan. Dalam hal ini, metode *Design for Manufacturing* (DFM) menjadi pendekatan yang efektif dalam merancang produk dan cetakan yang optimal dari sisi proses produksi dan kualitas hasil akhir. DFM mengintegrasikan pertimbangan teknis dan ekonomis sejak tahap desain, dengan tujuan meningkatkan manufacturability, mengurangi risiko kegagalan, dan menekan biaya produksi secara keseluruhan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengungkap pentingnya pengaruh parameter proses terhadap kualitas produk *injection molding*. Febrianto (2018) menunjukkan bahwa temperatur leleh dan *holdingpressure*sangat memengaruhi kekuatan tarik dan impak material polycarbonate. Sementara itu, Chalicheemalapalli Jayasankar et al. (2025) menyatakan bahwa desain cetakan dapat dioptimalkan melalui *additivemanufacturing*untuk peningkatan performa termal dan efisiensi proses. Dalam konteks pemilihan mesin yang tepat, Tayalati et al. (2025) mengembangkan model gabungan AHP-TOPSIS yang terbukti mampu memberikan rekomendasi mesin secara objektif dan efisien. Studi oleh Amali dan Puspitasari (2025) juga menyoroti bahwa *holding pressure* dan *holding time* sangat memengaruhi cacat seperti short shot dan flash. Penelitian oleh Jumanto (2024) yang menggunakan metode DFM dalam desain mold *optical beamsensor* berhasil mengurangi waktu produksi hingga hampir 50% tanpa menurunkan kualitas produk. Temuan serupa disampaikan oleh Pitjamit et al. (2023) yang menunjukkan efektivitas software Moldex3D dalam merancang cetakan bebas cacat, serta oleh Izzudin (2024) yang menunjukkan peningkatan kualitas produksi melalui simulasi desain mold yang optimal.

Meskipun banyak penelitian telah membahas parameter proses maupun pemilihan mesin dan perangkat lunak simulasi dalam proses *injection molding*, penelitian mengenai desain cetakan khusus untuk produk knob volume dua warna dengan pendekatan DFM pada mesin *two-shot injection molding* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan desain cetakan yang sesuai dengan spesifikasi mesin dan karakteristik material, sekaligus memanfaatkan perangkat lunak simulasi seperti Siemens NX dan Moldex3D untuk menguji performa desain sebelum tahap produksi aktual. Dengan pendekatan ini, diharapkan tercapai efisiensi proses manufaktur, pengurangan jumlah produk cacat, serta peningkatan kualitas dan produktivitas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur untuk memahami konsep desain cetakan produk knob volume dua warna menggunakan metode *Design for Manufacturing* (DFM). Setelah itu dilakukan pengumpulan data teknis terkait spesifikasi mesin injeksi, jenis material plastik (PC dan ABS), serta moldbase yang akan digunakan. Berdasarkan data tersebut, desain cetakan dirancang menggunakan perangkat lunak Siemens NX untuk menghasilkan model 3D dan 2D cetakan. Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi aliran material dan proses pengisian cetakan menggunakan Moldex3D untuk mengidentifikasi potensi cacat seperti short-shot, sink mark, dan flash, sekaligus mengevaluasi parameter proses seperti tekanan injeksi, waktu pengisian, dan pendinginan. Setelah desain dan simulasi divalidasi, proses drafting dilakukan untuk kebutuhan manufaktur, dan penelitian diakhiri dengan penyusunan laporan.

Dalam penelitian ini digunakan mesin *two-shot injection molding* Sumitomo Demag SE 75DU-CI dengan clamping force sebesar 75 ton sebagai acuan desain cetakan. Mesin ini memiliki dua unit injeksi untuk material berbeda yang digunakan secara bergantian dalam satu siklus. Dua jenis material yang digunakan yaitu polycarbonate (PC) transparan untuk *first color* dan acrylonitrile butadiene styrene (ABS) hitam untuk *second color*. Properti material seperti melt flow rate, modulus lentur, dan shrinkage menjadi dasar dalam penentuan parameter simulasi. Siemens NX digunakan untuk mendesain struktur cetakan termasuk runner, cavity, core, dan moldbase, sementara Moldex3D digunakan untuk melakukan simulasi proses molding secara virtual berdasarkan parameter teknis mesin dan material tersebut.

Simulasi proses molding dilakukan dalam beberapa fase yaitu filling, packing, cooling, dan evaluasi cacat seperti sink mark. Produk knob volume memiliki dua bagian utama yang dicetak secara bertahap menggunakan dua tipe gate berbeda—*submarinegate* untuk warna pertama dan *side gate* untuk warna kedua. Simulasi menunjukkan kontribusi gate, tekanan pengisian, dan efisiensi waktu pendinginan. Data cycle time produksi sebelumnya digunakan sebagai pembanding dengan

proses *two-shot injection molding* untuk menunjukkan peningkatan efisiensi. Konsep desain mold yang digunakan adalah mold tipe *two-plate*dengan 4 cavity yang didesain sesuai urutan proses mesin two-shot. Cavity dan core plates dirancang dalam dua set terpisah sesuai dengan urutan injeksi dan bentuk produk, disesuaikan pula dengan sistem rotary platen pada mesin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

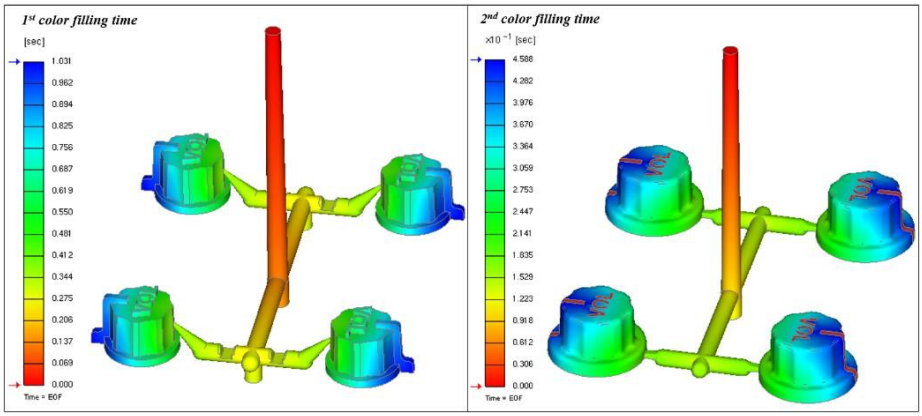
### Analisis Parameter Injeksi

Untuk hasil simulasi yang akurat pada produk *knob volume*, maka diperlukan identifikasi terhadap parameter-parameter yang berkaitan dengan desain produk yang dikerjakan. Beberapa unsur parameter yang sebelumnya menjadi metode yang dibahas pada bab III, dengan ini dilakukan proses analisis lebih lanjut untuk mengetahui bahwa hasil *settingparameter* berpengaruh terhadap hasil simulasi dan proses produksi. Parameter yang akan di bahas meliputi :

***Filling***

A. *Fillingtime*

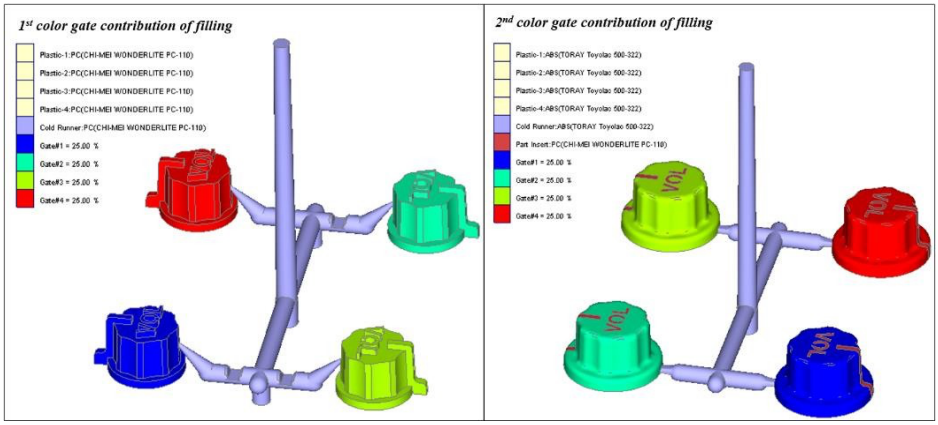
Simulasi *filling time* untuk produk *1st color* menghasilkan besaran minimum dan maksimum *filling time*dengan menunjukkan perubahan warna dan juga lama waktu proses injeksi. Dari Gambar 4.1 didapatkan bahwa minimum *filling time*produk *1st color* mulai dari 0.0 *s* menuju maksimum *filling time* berada pada ± 1.031 *s.* dan didapatkan bahwa minimum *filling time* produk *2nd color* mulai dari 0.0 *s* menuju maksimum *fillingtime*berada pada 4.588 x $10^{-1}$ *s* atau ± 0.458 *s.*




Gambar 4.1 Hasil simulasi *fillingtime1st color* dan *2nd color.*

B. *Gatecontribution*

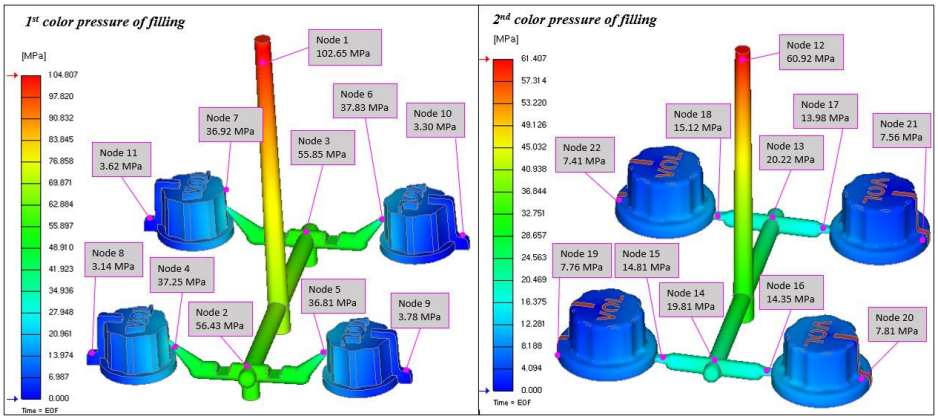
Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa kontribusi tiap *gate* untuk aliran material secara *balance*baik untuk part *1st color* maupun *2n color.* Di mana pada hasil simulasi tersebut menunjukkan persentase tiap *gate*adalah 25%. Gambar 4.2 menunjukkan hasil simulasi *gatecontribution.*




Gambar 4.2 Hasil simulasi *Gatecontribution 1st color* dan *2nd color*

C. *Fillingpressure*

Hasil dari simulasi ini menunjukkan besar tekanan material cari yang masuk ke *cavity*. Pada material *1st color*, awal tekanan diberikan sebesar 104.80 MPa, hingga terjadi *pressure drop* di masing-masing lokasi (*node* 8 sampai dengan 11). Kemudian untuk material *2nd color*, awal mula tekanan diberikan sebesar 61.40 MPa, kemudian *pressuredrop* di masing-masing lokasi (*node*19 sampai dengan 22). Diperlihatkan pada Gambar 4.3 ditandai dengan warna biru dan penurunannya mencapai ± 3 MPa untuk material *1st color*, dan ± 7 MPa untuk material *2nd color*.

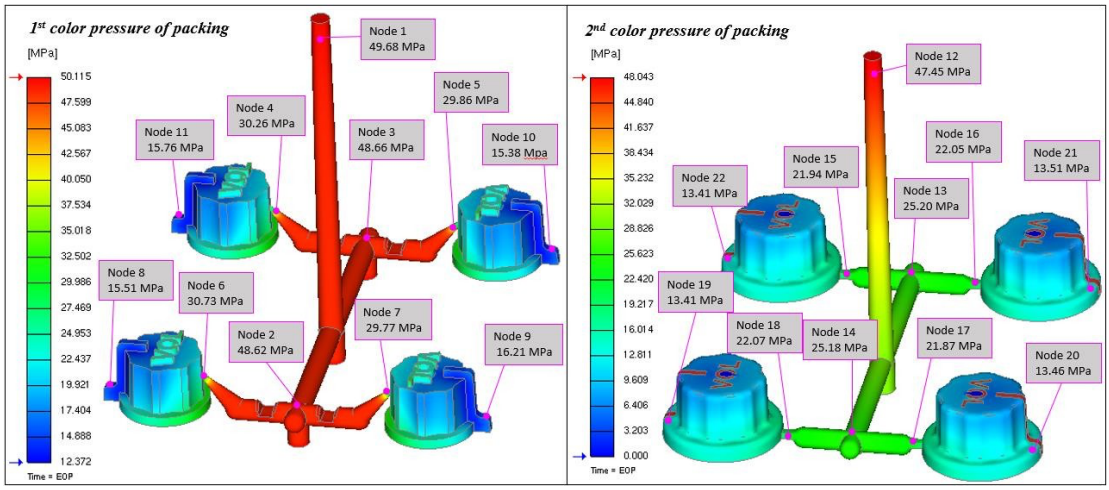



Gambar 4.3 Hasil simulasi *fillingpressure1st color* dan *2nd color*.

***Packing***

Hasil dari simulasi ini menunjukkan besar tekanan pembentuk yang diterima oleh *cavity*. Pada material *1st color*, awal tekanan diberikan sebesar 50.11 MPa, hingga terjadi *pressure drop* di masing-masing lokasi (*node* 8 sampai dengan 11). Kemudian untuk material *2nd color*, awal mula tekanan diberikan sebesar 48.04 MPa, kemudian *pressuredrop* di masing-masing lokasi (*node*19 sampai dengan

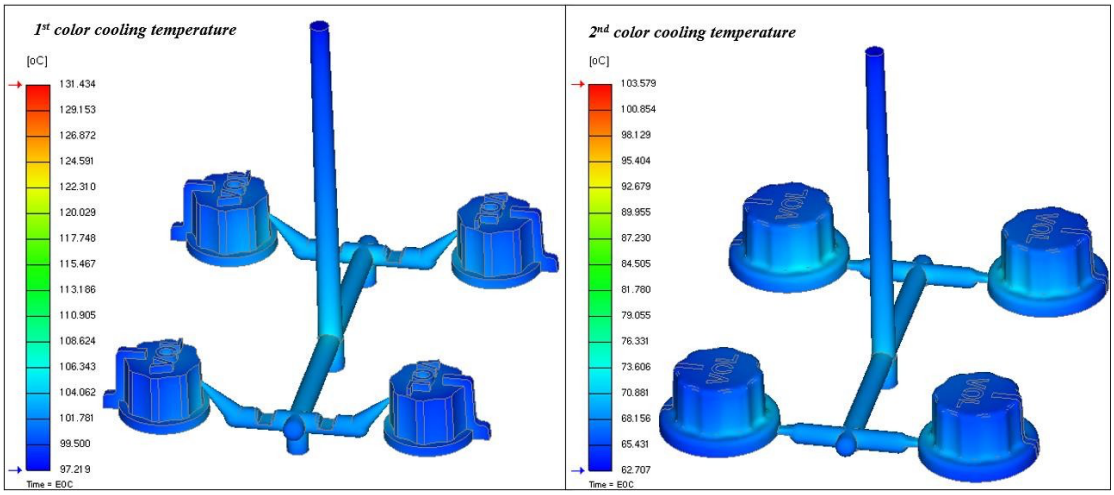
22). Diperlihatkan pada Gambar 4.4 ditandai dengan warna biru dan penurunannya menjadi ± 15 MPa untuk material *1st color*, dan ± 13 MPa untuk material *2nd color*.




Gambar 4.4 Hasil simulasi *packingpressure1st color* dan *2nd color*.

### *Cooling*

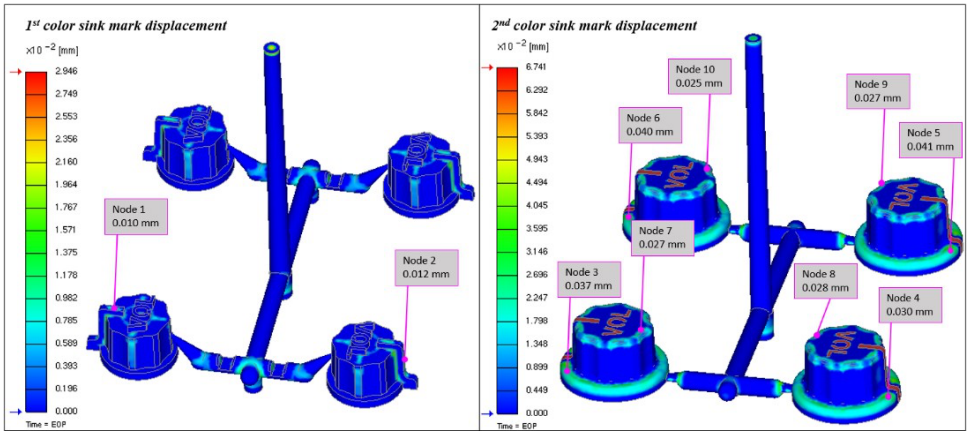
Hasil simulasi menunjukkan distribusi temperatur pendinginan pada tahap akhir proses cetak injeksi (*end of cooling*). Simulasi sisi kiri menunjukkan pendinginan bagian dalam material *pc*, sedangkan Simulasi pada sisi kanan merepresentasikan pendinginan bagian luar material *abs*. Terlihat bahwa temperatur maksimum pada bagian luar mencapai 131.43 °C, sedangkan pada bagian dalam hanya mencapai 103.58 °C. Perbedaan ini menunjukkan konduktivitas termal dan kapasitas panas jenis yang berbeda antara kedua material. Distribusi temperatur yang lebih rendah dan merata pada kedua produk menunjukkan efektivitas sistem pendinginan guna meminimalkan kemungkinan terjadinya *warpage* dan mengoptimalkan siklus pendinginan. Gambar 4.5 di bawah ini menunjukkan *coolingtemperatur*.




Gambar 4.5 Hasil simulasi *cooling1st color* dan *2nd color*.

### *Sink Mark*

Hasil simulasi *sink mark displacement* pada gambar kiri ditunjukkan untuk produk *pc*, yang memiliki *displacement* maksimum mencapai 0,041 mm pada *Node*5. Sedangkan gambar kanan adalah produk *abs*, dengan nilai maksimum sebesar 0,012 mm pada *Node* 2. Nilai *sink mark* pada warna kedua lebih besar dibandingkan warna pertama, yang mengindikasikan kecenderungan material *pc* mengalami penyusutan lokal lebih tinggi akibat sifat *viscoelastic* dan laju pendinginan yang berbeda. Meskipun demikian, seluruh nilai deformasi masih berada dalam batas toleransi geometris yang dapat diterima untuk aplikasi produk ini yang ditunjukkan melalui Gambar 4.6 di bawah ini.




Gambar 4.6 Hasil simulasi *sink mark 1st color* dan *2nd color*.

### Kalkulasi Desain Simulasi

Perhitungan desain pada simulasi mencakup beberapa aspek dalam aktualisasi bentuk desain yang dibuat, dijabarkan perhitungannya sebagai berikut :

### Perencanaan *Cavity*

Sebelum menentukan jumlah *cavity* pada suatu *mold*, dapat dilakukan perhitungan mengenai volume produk tersebut. Hal ini bertujuan untuk menentukan jumlah *cavity* dan besaran *clampingforce* yang akan digunakan tidak melebihi batas mesin injeksi.

Perhitungan volume *cavity* ($V_{cav}$) menggunakan persamaan (2.1),

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Volume produk ($V_p$) = 1075.39 $mm^3$

*Shrinkagefactor* = 0.5 %

maka,

$V_{cav} = V_p (1 + S)$

= 1,075.39 (1+ 0.6%)

= 1,081.84 $mm^3$ = 1.081 $cm^3$

Untuk produk *2nd color* dengan material *abs*,

diketahui :

Volume produk ($V_p$) = 1488.59 mm3

*Shrinkagefactor* = 0.6 %

maka,

$V_{cav}$ = $V_p$ (1 + S)

= 1,488.59 (1+0.6%)

= 1,497.52 $mm^3$ = 1.497 $cm^3$

Perhitungan massa produk (Mp) menggunakan persamaan (2.2),

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.081 $cm^3$

Berat jenis material ( ) = 1.2 g/

$cm^3$ maka,

Mp = $V_{cav}$ ×

= 1.081 $cm^3$ × 1.2 g/$cm^3$

= 1.297 g

Untuk produk *2nd color* dengan material *abs*,

diketahui :

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.497 $cm^3$

Berat jenis material ( ) = 1.04 g/

$cm^3$ maka,

Mp = $V_{cav}$ ×

= 1.497 $cm^3$ × 1.04 g/$cm^3$

= 1.556 g

Setelah volume dari kedua produk telah di dapat hasilnya, selanjutnya dihitung kapasitas injeksi minimum dengan menggunakan persamaan (2.3).

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Kapasitas injeksi mesin ($V_s$) = 11 $cm^3$

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.081 $cm^3$

Volume *runner* ($V_{runner}$) = 1.081 × 0.6 = 0.65 $cm^3$

Volume produk ($V_p$) = 1.081 + 0.65 = 1.73 $cm^3$

maka,

$$n_{t2} = 0{,}2\ \frac{V_s}{V_p}$$

$$= 0{,}2\ \frac{11}{1.73} = 1.2 = 2\ cavity$$

Untuk produk *2nd color* dengan material *abs*,

diketahui :

Kapasitas injeksi mesin ($V_s$) = 11 $cm^3$

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.497 $cm^3$

Volume *runner* ($V_{runner}$) = 1.497 × 0.6 = 0.90 $cm^3$

Volume produk ($V_p$) = 1.497 + 0.90 = 2.40 $cm^3$

maka,

$$n_{t2} = 0{,}2\ \frac{V_s}{V_p}$$

$$= 0{,}2\ \frac{11}{2.40} = 0.91 = 1\ cavity$$

Dari perhitungan-perhitungan di atas telah ditemukan kesimpulan bahwa untuk minimum jumlah *cavity*pada produk *1st color* sebanyak 2 *cavity*, dan pada produk *2nd color* sebanyak 1 *cavity*. Kemudian perlu dihitung juga kapasitas injeksi maksimum agar ditemukan batasan atas terhadap penentuan jumlah *cavity,* dengan menggunakan persamaan (2.4).

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Kapasitas injeksi mesin ($V_s$) = 11 $cm^3$

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.081 $cm^3$

Volume *runner* ($V_{runner}$) = 1.081 × 0.6 = 0.65 $cm^3$

Volume produk ($V_p$) = 1.081 + 0.65 = 1.73 $cm^3$

maka,

$$n_{t2} = 0{,}8\ \frac{V_s}{V_p}$$

$$= 0{,}8\ \frac{11}{1.73} = 5.08 = 5\ cavity$$

Untuk produk *2nd color* dengan material *abs*,

diketahui :

Kapasitas injeksi mesin ($V_s$) = 11 $cm^3$

Volume *cavity* ($V_{cav}$) = 1.497 $cm^3$

Volume *runner* ($V_{runner}$) = 1.497 × 0.6 = 0.90 $cm^3$

Volume produk ($V_p$) = 1.497 + 0.90 = 2.40 $cm^3$

maka,

$$n_{t2} = 0{,}8\ \frac{V_s}{V_p}$$

$$= 0{,}8\ \frac{11}{2.40} = 3.66 = 4\ cavity$$

Dari hasil perhitungan-perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa baik secara minimum maupun maksimum jika masing-masing menggunakan 4 *cavity* pada mesin 75 Ton maka secara teoritis masih tepat.

**Perhitungan *Injection Pressure***

*Injection pressure* merupakan tekanan injeksi mesin terhadap material dan produk saat injeksi, tekanan injeksi maksimum adalah 266 MPa. Dengan menggunakan persamaan (2.5) maka di dapatkan perhitungan :

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Kecepatan aliran fluida (V) = 0.5 m/s

Viskositas *fluida plastic*(μ) = 10 g/10 min = 530 Pa.s

Panjang saluran (L) = 1.62 cm

Diameter saluran (D) = 0.04 cm

maka,

$$\Delta P = \frac{32 \times V \times L \times \mu}{D \times D} = \frac{32 \times 0.5 \times 1.62 \times 530}{0.04 \times 0.04} = 8{,}586{,}000\ \text{Pa} = 8.6\ \text{MPa}$$

$$\Delta P\ \text{Total} = 8.6\ \text{MPa} \times 4\ \text{cavity} = 34.4\ \text{MPa}$$

Untuk produk *2nd color* dengan material *abs*,

diketahui :

Kecepatan aliran fluida (V) = 0.5 m/s

Viskositas *fluida plastic*(μ) = 15 g/10 min = 353.33 Pa.s

Panjang saluran (L) = 1.89 cm

Diameter saluran (D) = 0.04 cm

maka,

$$\Delta P = \frac{32 \times V \times L \times \mu}{D \times D} = \frac{32 \times 0.5 \times 1.89 \times 353.33}{0.04 \times 0.04} = 6{,}677{,}937 \text{ Pa} = 6.7 \text{ MPa}$$

$$\Delta P \text{ Total} = 6.7 \text{ MPa} \times 4 \text{ cavity} = 26.8 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa masing-masing kebutuhan *injection pressure* masih kompatibel dengan spesifikasi mesin yaitu maksimum 266 MPa.

**Perhitungan Gaya Pencekaman**

Gaya Pencekaman atau *clampingforce*pada cetakan ini digunakan untuk menahan cetakan pada saat proses injeksi agar material plastik cair dapat membentuk produk sesuai dengan gambar kerja yang diinginkan. Dengan menggunakan persamaan (2.6) di dapatkan perhitungan :

Untuk produk *1st color* dengan material *polycarbonate*,

diketahui :

Gaya injeksi mesin (Fi) = kN

Tekanan injeksi internal (Pi) = 34.4 MPa = $34.4 \times 10^6$ N/m$^2$

Luasan area produk (A) 1st color = 1,427.25 mm$^2$ = 1,427.25×10$^{-6}$ m$^2$

2nd color = 2,111.03 mm$^2$ = 2,111.03×10$^{-6}$ m$^2$

= 1st color + 2nd color = 3,538.28×10$^{-6}$ m$^2$

Faktor keamanan (SF) = 1.5

maka,

Fi = Pi × A × SF

= 34.4×10$^6$ × 3,538.28×10$^{-6}$ × 1.5 = 182,548.85 = 182.55 kN

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan kebutuhan gaya pencekaman pada *mold* ini sebesar 182.55 kN, masih kompatibel dengan spesifikasi mesin yaitu maksimum 730kN.

**Analisis Parameter *Dfm* Terhadap *Cycle Time***

Penggunaan metode DFM dalam optimasi desain *mold knob volume* dilakukan agar kita mengetahui parameter apa saja yang digunakan guna memudahkan dalam mengukur seberapa besar optimasi yang telah dilakukan, yaitu pengurangan waktu produksi. Pada proses sebelumnya, alur produksi dijalankan melalui tiga tahapan yang dijelaskan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Data *cycletime*proses produksi sebelumnya.

| No. | Proses | Waktu |
|---|---|---|
| 1 | Proses *inject part PC* pada mesin A6 (*JSW J50E L-II*) | 15 s |
| 2 | Proses *inject part ABS* pada mesin A7 (*Nissei NEX50II-T*) | 11.5 s |
| 3 | Proses Penggabungan menggunakan *JigAssembly* | 9 s |
| Total *cycletime* | | 35 s |

Dari tabel di atas diketahui bahwa untuk membuat satu produk *knob volume* melalui proses injeksi dengan dua cetakan pada dua mesin yang berbeda serta satu proses *assembly* menggunakan *jig* adalah 35 s. Kemudian Tabel 4.2 di bawah ini menunjukkan proses produksi dengan menggunakan satu cetakan pada satu mesin diperoleh *cycletime*sebagai berikut

Tabel 4.2 Data *cycletime*proses produksi dengan menggunakan proses *two-shot injection molding*.

| No. | Proses | Waktu |
|---|---|---|
| 1 | Proses produk *pc*dan *abs* pada mesin C1 (Sumitomo *SE75DU-CI*) | 19 s |
| Total *cycletime* | | 15 s |

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, terlihat adanya efisiensi waktu yang signifikan setelah diterapkannya proses *two-shot injection molding*. Pada proses produksi sebelumnya (Tabel 4.1), total *cycle time* mencapai 35 detik karena melibatkan tiga tahapan terpisah, yaitu proses injeksi produk *pc* dan *abs* pada mesin berbeda, serta proses penggabungan manual menggunakan *jig assembly*. Sebaliknya, pada proses baru yang menggunakan teknologi *two-shot injection molding* (Tabel 4.2), seluruh proses dilakukan dalam satu siklus pada satu mesin, yaitu *sumitomo demag shi se75du-ci*, dengan total *cycle time* 19 detik, yang jika di persentasekan penurunannya sebanyak ± 45%. Pengurangan waktu produksi ini merupakan hasil penerapan prinsip *Design for Manufacturing* (*DFM*), di mana desain produk dan proses produksi diselaraskan untuk meminimalkan kompleksitas, mengurangi jumlah proses, serta meningkatkan efisiensi manufaktur. Dengan mengintegrasikan dua material dalam satu proses cetak, *DFM* tidak hanya mempercepat waktu produksi tetapi juga mengurangi potensi cacat akibat proses perakitan manual, sehingga meningkatkan konsistensi kualitas produk akhir.

## KESIMPULAN

Penelitian mengenai optimasi desain cetakan plastik injeksi knob volume untuk mesin *Two-Shot Injection Molding* dengan metode *Design for Manufacturing* (DFM) menghasilkan beberapa temuan penting. Penerapan metode two-shot injection molding terbukti memberikan efisiensi signifikan, baik dari sisi teknis maupun produksi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa parameter seperti *filling pressure*, *packing pressure*, *cooling temperature*, dan *sink mark displacement* masih dalam batas toleransi dan menunjukkan performa termal yang baik. Selain itu, perhitungan volume produk, kapasitas injeksi, dan gaya pencekaman menunjukkan bahwa desain cetakan kompatibel dengan spesifikasi mesin Sumitomo SE 75DU-CI.

Dari sisi manufaktur, penggunaan prinsip DFM melalui penggabungan dua proses injeksi dalam satu siklus mampu mengurangi *cycletime*dari 35 detik menjadi 19 detik—sekitar 45%—tanpa mengorbankan kualitas produk. Dengan demikian, desain cetakan dan pendekatan proses yang digunakan telah memenuhi kriteria efisiensi dan teknis yang diperlukan untuk produksi massal.

## DAFTAR PUSTAKA


Agung Prayitga Vazza, V., & Rizki Ireke Singgis, S. (2021). *Desain Cetakan Injeksi Plastik Untuk Produk Spesimen Uji*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Alex R Hermawan. (2011). *Dasar Kalkulasi Design Produk Plastik Dan Molding*. https://alexrh2010.wordpress.com/2011/04/15/dasar-kalkulasi-design-produk-plastik-dan-molding-bagian-1-2/

Alhuda, H. F., & Pramujati, B. (2015). *Perancangan Cetakan Helm Arung Jeram Dengan Proses Mold Injection* [Institu Teknologi Sepuluh November]. https://repository.its.ac.id/75216/1/2108100098-Undergraduate_Thesis.pdf

Ariiq Izzudin, F. (2024). *A nalisis Dan Simulasi Design Mold Pada Produk Turn L amp L ens Untuk Meningkatkan Kuantitas Produksi* [Universitas Mercu Buana]. https://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/92378

Ariska, N., Hanim, A., & Adenan, M. (2016). Dampak Investasi Sektor Industri Pengolahan Terhadap Perekonomian Jawa Timur (Pendekatan Analisis Input-Output). *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, *4*(1), 51–63. https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/73858/NURUL ARISKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chalicheemalapalli Jayasankar, D., Trpster, T., & Marten, T. (2025). Optimizing Injection Molding Tool Design with Additive Manufacturing: A Focus on Thermal Performance and Process Efficiency. *Materials*, *18*(3). https://doi.org/10.3390/ma18030571

Chimei. (n.d.). *General PC WONDE RL ITE ® PC-110*. Diambil 8 Maret 2025, dari https://ec.chimei.com.tw/filestorage/files/entity/5cc6911f6e5fbdd1fbbccd0b

Gusniar, I. N. (2018). Metode Pembuatan Paving Block Segi Enam Berbahan Sampah Plastik Dengan Mesin Injection Molding. *Barometer*, *3*(2), 130–133. https://doi.org/10.35261/barometer.v3i2.1388

Hakim, R., Pratama Putra, V., Maskarai, A., & Priyanto, H. (2020). Desain Cetakan Plastik Multi Cavity Dengan Sistem Intercangeable Mold Insert. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, E lektro dan Ilmu Komputer*, *11*(1), 23–30. https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3425

Husnul Amali, M., & Puspitasari, E. (2024). Pengaruh Holding Pressure dan Holding Time terhadap Defect Short Shot, Flash, dan Berat Produk Cap Gallon pada Proses Injection Molding. *jurnal Teknik Mesin*, *25*(2), 213–234. https://doi.org/10.20527/infotek.v25i2.19471

IN3DTEC. (2023). *Comprehensive Guide to Injection Molding Gates*. https://www.in3dtec.com/a-comprehensive-guide-to-injection-molding-gates/

Jumanto. (2024). *Perancangan Mold Optical Beam Sensor Dengan Metode Dfm Untuk Optimasi Produksi* [Universitas Mercu Buana]. https://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/92005

Kazmer, D. O. (2016). Injection Mold Design Engineering. In D. O. Kazmer (Ed.), *Injection Mold Design E ngineering (Second E dition)* (Second Edi, hal. I–XXIV). Hanser. https://doi.org/https://doi.org/10.3139/9781569905715.fm

Maulana Aziz, F. (2023). *Desain Cetakan Tutup Botol Cap G28 Polyphropylenepada Mesin Fanuc Roboshot S1501 Menggunakan Solidworks* [Universitas Mercu Buana]. https://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/81555

Mawardi, I., & Hasrin, H. (2015). Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding. *Industrial E ngineeringJournal*, *4*(2), 30–35.

Moldblade. (2022). *Design of the number and distribution of cavities in a plastic injection mould.* https:// moldblade.com/ en/ design-of-the-number-and-distribution-of-cavities-in-a-plastic-injection-mould/

Mujiarto, I. (2023). Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif. *Repository.Uin-Suska.A c.Id*. http:// repository.uin-suska.ac.id/ 26740/ 1/ Haki Buku Genealogi Intelektual Melayu Tradisi Pemikiran Islam Abad ke 19 di Kerajaan Riau Lingga.pdf

Nurhadi, D., Purwanto, H., & Dzulfikar, M. (2020). Pengaruh Suhu Injection Moulding Terhadap Minimalisasi Sink Marks Pada Material Limbah Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs). *Jurnal Ilmiah Momentum*, *16*(1), 41–46. https://doi.org/10.36499/mim.v16i1.3353

Permana, D., & Hasibuan, A. (2025). Penerapan Supply Chain Management Pada Industri Manufaktur. *V ariableResearch Journal*, *02*(01), 127–131.

Permana, H., & Anwar, S. (2021). Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik Production Process of Flip Flop Plastic Components with Hydraulic Type Injection Molding. *Jurnal Baut dan Manufaktur*, *03*(02), 2686–5351.

Pitjamit, S., Jewpanya, P., Nuangpirom, P., Wongpoo, K., & Sriyab, S. (2023). The experimental study of rear fender production using plastic injection molding with Moldex3D. *E ngineering and A pplied ScienceResearch*, *50*(6), 646–656. https:// doi.org/ 10.14456/ easr.2023.67

Saifuddin, S., Usman, R., & Zuhaimi, Z. (2018). Pembuatan gelas dengan bahan polypropylene dengan menggunakan cetakan plastik. *Jurnal POL IME SIN* , *16*(2), 30. https:// doi.org/ 10.30811/ jpl.v16i2.558

Siemens Digital Industries Software. (2023). *Getting started with Mold Wizard | NX Tips and Tricks*. https://blogs.sw.siemens.com/ nx-design/ getting-started-with-mold-wizard-nx-tips-and-tricks/# section_3

SinoMold. (2024). *Consumer Goods Injection Molding*. https://www.sino-mold.com/ industries/ consumer-goods

Sumitomo (SHI) Demag North America. (n.d.). *Highlights of the SE-DU-CI*. Diambil 8 Maret 2025, dari https:// sumitomo-shi-demag.us/ se-du-ci/

Suryo, D. (2015). Pengembangan Metode Pembuatan Molding Injeksi Plastik dari Serbuk Komposit. In *Jurnal Teknologi: V ol. V ol. 36, N* (Nomor 2, hal. 64–65). Universitas Gadjah Mada.

Tayalati, F., Boukrouh, I., Bouhsaien, L., Azmani, A., & Azmani, M. (2025). Design of Combined Ahp-Topsis Model for Optimizing Selection of Injection Molding Machines. *International Journal of E ngineering, Transactions B: A pplications*, *38*(2), 488–502. https:// doi.org/ 10.5829/ ije.2025.38.02b.21

Toray Industries, I. (n.d.). *Toyolac™ 500 322 U*. https:// catalog.ulprospector.com/ Datasheet.aspx?I= 19169&FMT= PDF&CULTURE =en-US&U= 0&E= 442307

Widiastuti, H., Surbakti, S. E., Restu, F., Albana, M. H., & Saputra, I. (2019). Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JA TRA )*, *1*(2), 76–80. https:// doi.org/ 10.30871/ jatra.v1i2.1805