

## Simulasi *Injection Molding* Dalam Pembuatan Gelas Plastik Menggunakan *Inventor 2021*

Farhan Fadhila<sup>1)</sup>, Viktor Naubnome<sup>2)</sup>, Rizal Hanifi<sup>3)</sup>

<sup>1),2),3)</sup>Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: <sup>1)</sup>farhanfadhila2@gmail.com, <sup>2)</sup>viktornaubnome@ft.unsika.ac.id,

<sup>3)</sup>rizalhanifi@ft.unsika.ac.id.

### Abstrak

Proses simulasi *Injection Molding* dalam pembuatan gelas plastik bertujuan untuk mengetahui hasil dari simulasi suatu produk. Produk gelas plastik didesain dengan menggunakan material plastik jenis *Polypropylene PPC 5660*,  *mold base* yang digunakan sesuai *standard DME* tipe E dengan ukuran 346 mm x 346 mm, parameter suhu yang digunakan untuk meleburkan material *polypropylene PPC 5660* sebesar 231,03 °C dan suhu  *mold* 42,02 °C. Simulasi yang dihasilkan berupa  *fill time* yaitu waktu yang dibutuhkan dalam mengisi ruang cetakan dengan lama waktu 1,350 detik,  *confidence of fill* yaitu presentase cairan yang telah mengisi cetakan, pada proses ini hasilnya menunjukkan 100%,  *quality prediction* untuk mengetahui kualitas produk hasil dari pembuatan gelas plastik sebesar 99,9% sangat baik ditunjukkan dengan warna hijau dan 0,10% cukup baik ditunjukkan dengan warna kuning,  *cycle time* yang dibutuhkan dalam proses ini selama 15,43 detik.

Kata Kunci : *Injection Molding, Fill Time, Confidence of Fill, Quality Prediction.*

### Abstract

*The Injection Molding simulation process in the manufacture of plastic cups aims to determine the results of a product simulation. Plastic cup products are designed using plastic material type Polypropylene PPC 5660, the mold base used is according to DME type E standards with a size of 346 mm x 346 mm, the temperature parameter used to melt polypropylene PPC 5660 material is 231.03 °C and the temperature of the mold 42.02 °C. The resulting simulation is in the form of fill time, namely the time required to fill the mold chamber with a length of time of 1.350 seconds, confidence of fill, namely the percentage of liquid that has filled the mold, in this process the results show 100%, quality prediction to determine product quality, results from glass making 99.9% plastic is very good shown in green and 0.10% is good enough shown in yellow, the cycle time needed in this process is 15.43 seconds.*

Keywords: *Confidence of Fill, Fill Time, Injection Molding, Quality Prediction.*

## 1. PENDAHULUAN

Produk berbahan dasar plastik dapat kita jumpai disekeliling kita, selain karena produk plastik memiliki harga yang relatif murah dibanding material lainnya, produk plastik memiliki ketahanan material yang baik. Dewasa ini banyak dijumpai perusahaan yang memproduksi suatu produk menggunakan bahan baku plastik dikarenakan produk plastik dapat didaur ulang dengan mudah serta *cost* yang lebih murah. [1] [2]

Proses pembuatan produk plastik dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti *Injection Molding*, *Extrusion*, *Thermoforming*, dan juga *Blow Molding*. Salah satu cara pembuatan produk plastik menggunakan metode *injection molding*, dimana proses manufaktur yang terjadi dengan cara menyuntikkan bahan cair ke dalam cetakan yang telah dibuat sebelumnya, kemudian didinginkan. Setelah itu, dilepaskan dari cetakan dan terbentuk suatu produk plastik sesuai cetakan, adapun material yang umum digunakan merupakan polimer *thermoset* dan *thermoplastic*. [3] [4].

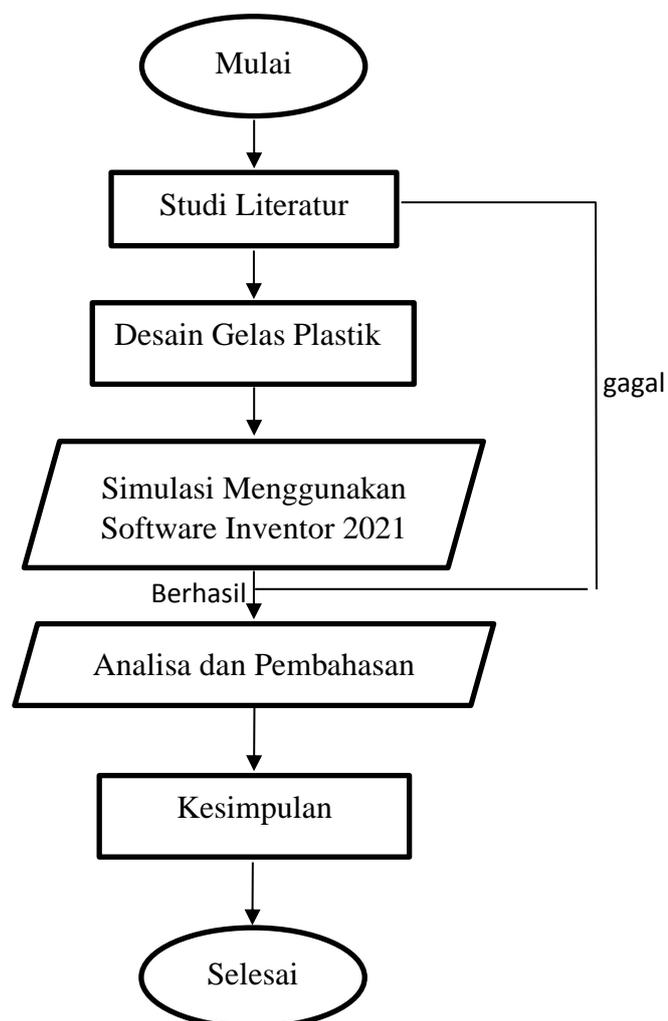
*Thermoset* merupakan plastik yang berbentuk cair sehingga dapat dicetak sesuai dengan keinginan serta akan mengeras jika dipanaskan, tetapi tidak dapat kembali menjadi plastik lagi. Sedangkan *thermoplastic* akan kembali mencair bila mana dipanaskan kembali [5].

Produk plastik dapat digunakan dalam berbagai sekmen, seperti halnya pada *part body* mobil, produk rumah tangga dan lainnya. Dengan banyaknya produk yang terbuat dari bahan plastik memberikan peluang bisnis dalam mengembangkan suatu usaha dengan memanfaatkan plastik sebagai bahan baku utama contohnya gelas plastik [1].

Namun, dalam proses pencetakan bahan dengan menggunakan plastik, perlu dilakukan simulasi secara mendetail. Tujuannya agar hasil yang diperoleh bisa maksimal dan mengurangi resiko kegagalan produksi. Sehingga pada penelitian ini penulis akan melakukan simulasi produk gelas plastik dengan hasil yang ditunjukkan meliputi *fill analysis*, *confidence of fill*, dan *quality prediction*.

## 2. METODE PENELITIAN

Proses perancangan  *mold*  dilakukan untuk mendapatkan hasil  *fill analysis*  [6],  *confidence of fill*  [7], dan  *quality prediction*  [8], pada penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan studi literatur dan melakukan analisis data menggunakan  *Software Inventor 2021* . Adapun proses perancangan untuk membuat gelas plastik menggunakan diagram alir sebagai berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Produk

Produk yang dirancang merupakan gelas plastik dengan menggunakan material  *Polypropylene* , merupakan jenis material plastik yang paling banyak diproduksi serta salah satu jenis plastik yang banyak digunakan, material ini memiliki sifat

elastisitas dan kekuatan yang cukup tinggi, [9] pada proses pembuatan produk plastik ini jenis material yang digunakan merupakan *Polypropylene PPC 5660*.



**Gambar 2.** Gelas Plastik

Pada tabel 1 data produk dari gelas plastik dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 1.** Data Gelas Plastik

Data Produk	
Nama	Gelas Plastik
Berat	20 g
Material	<i>Polypropylene PPC 5660</i>
Dimensi	40 mm x 50 mm x 85 mm
Tebal Produk	2 mm

Pada tabel 2. menunjukkan karakteristik material yang digunakan dalam pembuatan produk gelas plastik.

**Tabel 2.** Karakteristik Material

Karakteristik Material	
Massa Jenis	0,893 g/cm <sup>3</sup>
<i>Mold Temperature</i>	20°C - 60°C
<i>Melt Temperature</i>	230°C
<i>Pressure Injection</i>	80 Mpa
<i>Diameter Runner</i>	2,5 mm

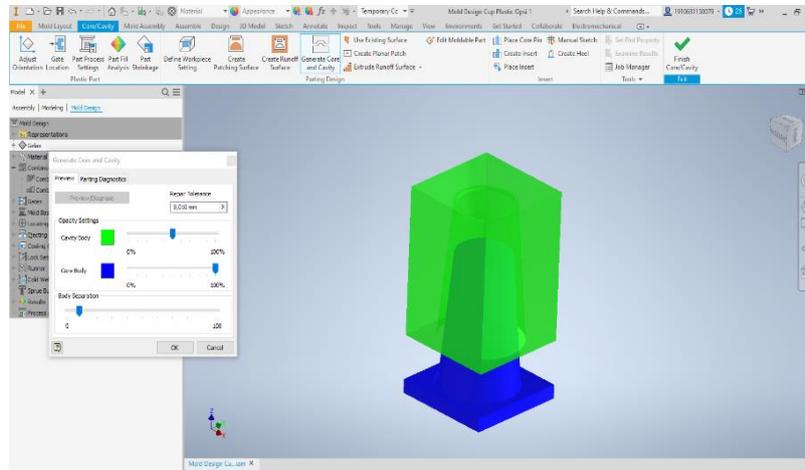
Pada tabel 3. menunjukkan karakteristik *mold* yang digunakan dalam pembuatan *mold base*.

**Tabel 3.** Karakteristik *Mold*

Karakteristik <i>Mold</i>	
Jenis <i>Mold</i>	<i>Two Plate</i>
Jumlah <i>Cavity</i> dan <i>Core</i>	1
<i>Standard Mold Base</i>	DME
Dimensi	364 mm x 364 mm
Tipe	E

### Core & Cavity

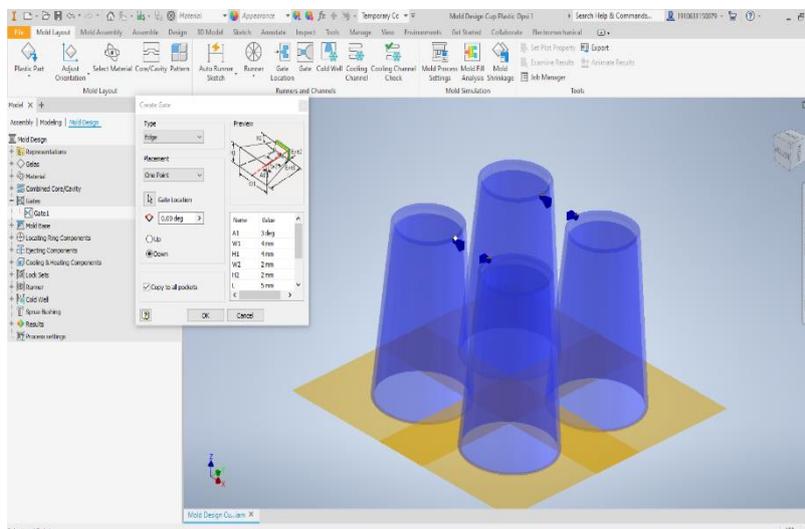
Core & cavity merupakan fitur pada inventor yang berfungsi untuk memisahkan *workpiece* yang telah dibuat, dengan ukuran 65 mm x 65 mm x 100 mm yang disesuaikan dengan objek gelas plastik kemudian menghasilkan *core & cavity*.



Gambar 3. Core & Cavity

### Pembuatan Gate

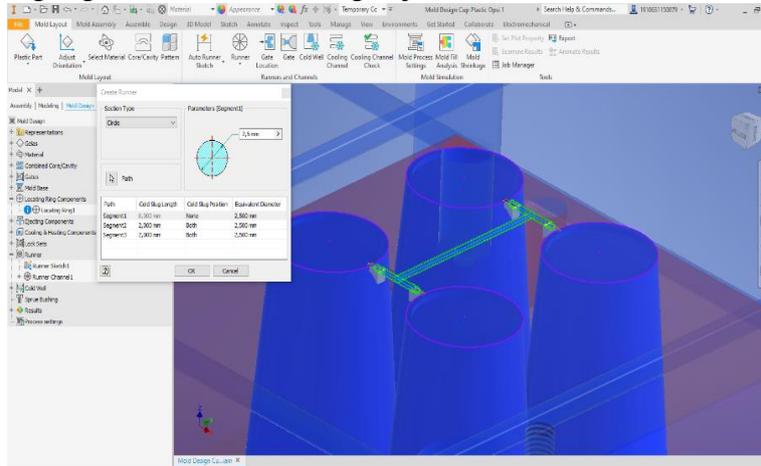
Proses pembuatan *gate* menentukan titik lokasi *gate* akan dibuat, lokasi *gate* sangat berpengaruh terhadap hasil *quality prediction*, *fill time* dan tentunya produk yang akan dihasilkan nanti, dikarenakan *gate* merupakan tempat keluarnya cairan dalam mengisi ruang cetakan hingga terisi penuh [10].



Gambar 4. Gate

### Pembuatan *Runner*

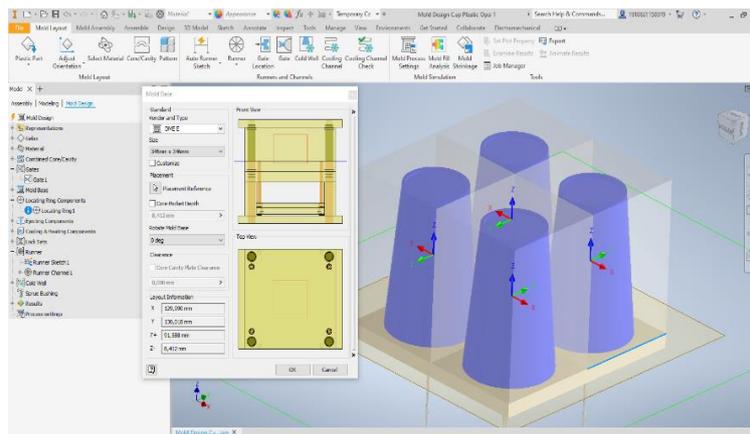
Proses pembuatan *runner* merupakan alur dalam mengalir cairan ke dalam *gate*. Diameter yang digunakan 2,5 mm dengan jenis *runner circle*.



Gambar 5. *Runner*

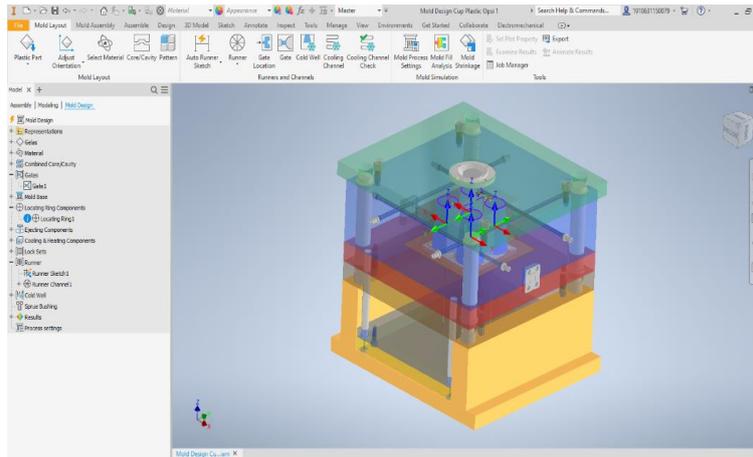
### *Mold Base*

Proses *injection molding* menggunakan *standard mold* DME tipe E dengan ukuran 346 mm x 346 mm, jenis *mold* yang dipilih sesuai dengan standar yang telah tersedia dipasaran dan telah terdapat pada fitur inventor.



Gambar 6. Parameter *Mold Base*

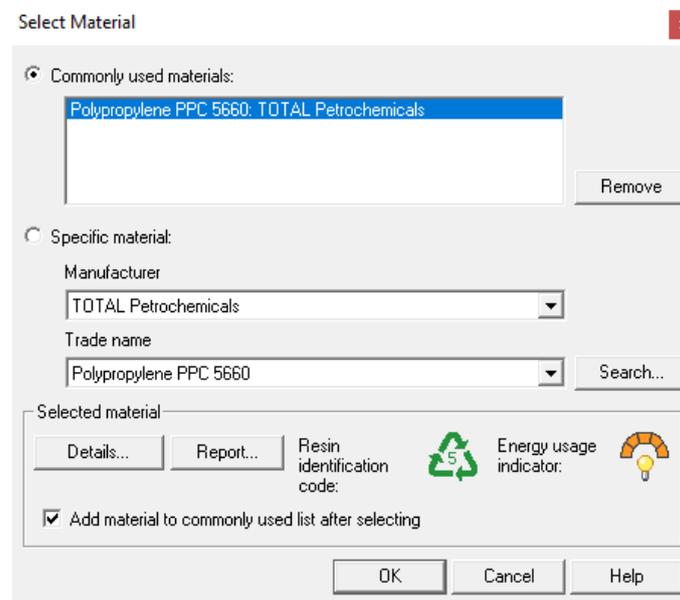
Setelah pembuatan desain *mold base*, dilakukan pembuatan *sprue bushing* dan *location ring* yang berfungsi sebagai tempat masuknya material yang sudah dicairkan dari ruang pemanas menuju *runner*, serta pembuatan pin pengunci, *cooling heating components* dan *ejection*.



**Gambar 7.** Base Injection Molding

### Pemilihan Material

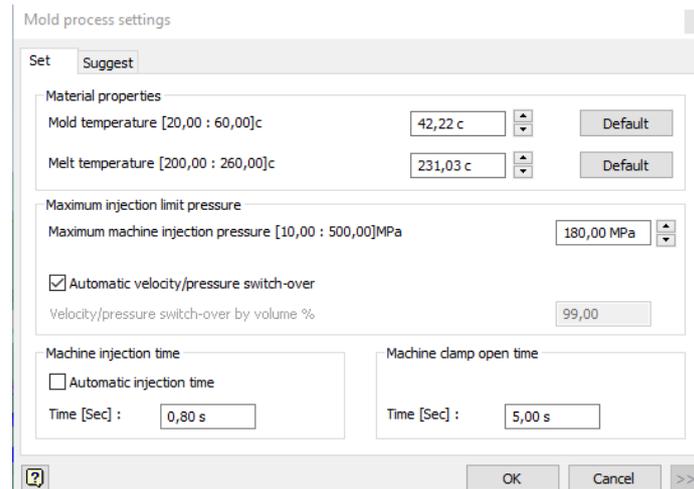
Pemilihan material yang digunakan akan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan, adapun material yang digunakan pada pembuatan produk gelas plastik ini yaitu *polypropylene* PPC 5660.



**Gambar 8.** Jenis Material

### Hasil Simulasi

Simulasi *injection molding* menggunakan parameter yang meliputi temperature cetakan, titik lebur dan tekanan injeksi. Parameter suhu yang digunakan untuk meleburkan material *polypropylene* PPC 5660 menjadi benda cair menggunakan suhu 231,03 °C dan temperature cetakan  *mold* yang digunakan sebesar 42,02 °C.

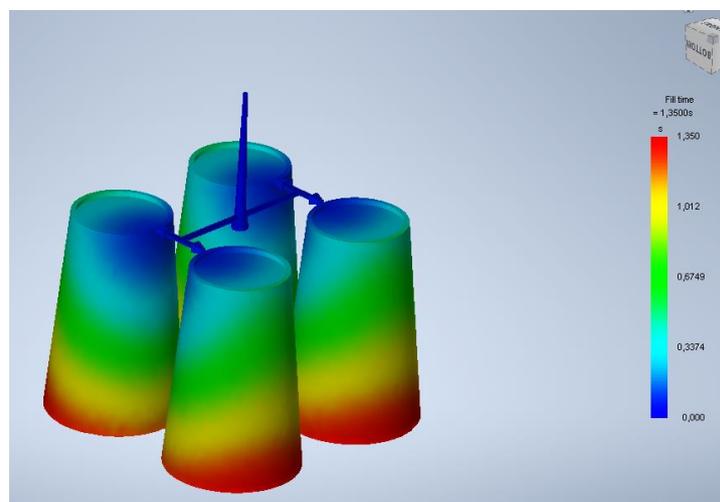


**Gambar 9.** *Mold Procces Setting*

Simulasi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui hasil desain cetakan produk serta mengetahui kualitas dari hasil akhir produk gelas plastik, simulasi yang dilakukan meliputi *fill time*, *confidence of fill* dan *quality product* [3].

#### ***Fill Time***

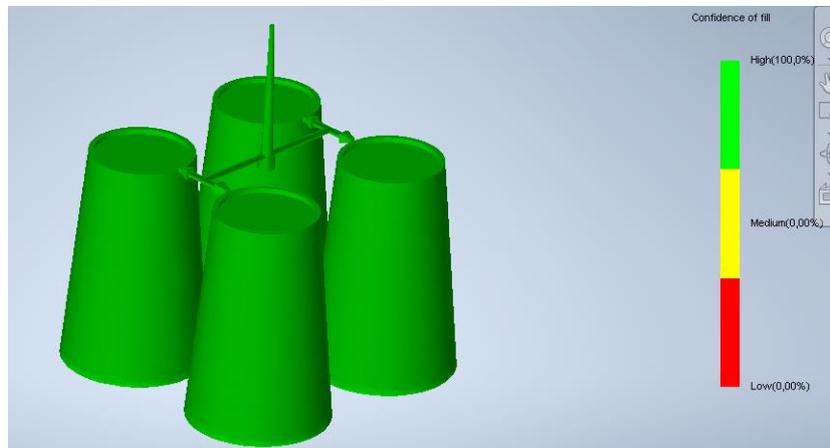
Hasil simulasi *fill time* bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan cairan plastik dalam mengisi cetakan melalui *sprue* hingga menjadi produk. Durasi pengisian ditunjukkan dengan menggunakan warna biru untuk waktu pengisian tercepat dan warna merah dengan pengisian terlama, waktu yang dibutuhkan pada pembuatan gelas plastik selama 1,350 detik.



**Gambar 10.** *Fill Time*

### ***Confidence of Fill***

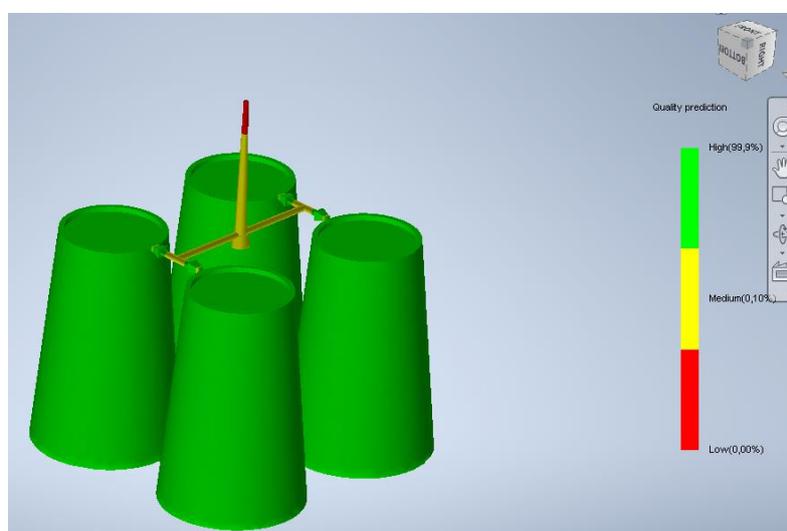
Hasil simulasi *confidence of fill* menunjukkan berapa presentase material yang telah dicairkan dalam mengisi cetakan secara penuh. Pada gambar dibawah menunjukkan hasil simulasi *confidence of fill* sebesar 100%.



**Gambar 11.** *Confidence of Fill*

### ***Quality Prediction***

Hasil simulasi *quality prediction* berfungsi untuk mengetahui kualitas akhir produk, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi baik atau buruknya hasil dari suatu produk, seperti desain produk, cetakan *molding*, parameter tekanan, dan parameter suhu pada proses *injection molding*. Pada gambar dibawah menunjukkan hasil *quality prediction* dari pembuatan gelas plastik sebesar 99,9%.



**Gambar 12.** *Quality Prediction*

**Fill Analysis**

Merupakan hasil data analisis dari simulasi yang telah dilakukan dalam pembuatan gelas plastik, dapat diketahui pada proses pembuatan gelas plastik memerlukan *cycle time* selama 15,43 detik, adapun hasil data analisis yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1. Fill Analysis**

Parameter	Nilai
<i>Actual Filling Time</i>	1,35 (s)
<i>Actual Injection Pressure</i>	69,166 (Mpa)
<i>Clamp Force Area</i>	98,1156 (cm <sup>2</sup> )
<i>Max. Clamp During Filling</i>	11,794 (tonne)
<i>Velocity/Pressure Switch-Over at % Volume</i>	99,07 (%)
<i>Velocity/Pressure Switch-Over at % Time</i>	1,33 (s)
<i>Estimated Cycle Time</i>	15,43 (s)
<i>Total Part Weight</i>	81,502 (g)
<i>Shot Volume</i>	106,6625 (cm <sup>3</sup> )
<i>Cavity Volume</i>	106,3696 (cm <sup>3</sup> )
<i>Runner System Volume</i>	1,2929 (cm <sup>3</sup> )

**4. KESIMPULAN**

Pada hasil proses simulasi proses injeksi *molding* gelas plastik dengan menggunakan *software inventor 2021* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil simulasi *fill time analysis* yang dibutuhkan cairan plastik *polypropylene* PPC 5660 untuk mengisi cetakan yang meliputi *runner* dan produk yaitu selama 1,35 detik.
- Hasil simulasi *confidence of fill* menunjukkan presentase kemampuan material dalam mengisi cetakan dengan nilai presentase sebesar 100 %
- Hasil simulasi *quality prediction* menunjukkan kualitas hasil produk akhir yang akan dihasilkan dengan tingkat kualitas produk sebesar 99,9% dengan kualitas baik dan 0,10% kualitas cukup baik
- Cycle time* yang diperlukan dalam pembuatan produk gelas plastik diestimasikan membutuhkan waktu selama 15,43 detik.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. S. A. Diswiratna N, "Analisa dan Perancangan Mold untuk Membuat Mangkuk Plastik dengan Menggunakan Inventor," *TEDC*, vol. 16, no. 3, pp. 215-219, 2022.
- [2] A. Ramadhan, M. Nurfahrezy, M. Yunus and Idiar, "ANALISA PERBANDINGAN SIMULASI ALIRAN PLASTIK TUTUP GALON MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS DAN INVENTOR," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN*, Sungailiat, Bangka, 2023.
- [3] R. T. d. S. H. Fahmi A, "Perancangan Helm Proyek Menggunakan Metode Injection Molding Plastik Menggunakan CAD," *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, pp. C-25 - C-34, 2022.
- [4] M. R. Khosravani and S. Nasiri, "Injection molding manufacturing process: review of case-based reasoning applications," *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, no. 7, pp. 847-864, 2020.
- [5] L. S. P. S. Kusuma E L, "Analisa Variasi Tekanan , Temperature, Ukuran Runner Terhadap Filling Time Optimal Pada Injeksi Molding," *Prosiding SImposium Nasional Multidisiplin*, vol. 3, 2021.
- [6] M. D. Wibowo and K. Wahyuningsih, "ANALYSIS OF THE EFFECT OF MOLD TEMPERATURE AND MELT TEMPERATURE ON FILL TIME AND QUALITY PREDICTION OF PLASTIC PRODUCTS IN INJECTION MOLDING PROCESS USING AUTODESK MOLDFLOW ADVISOR SOFTWARE," *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, vol. 22, no. 2, 2023.
- [7] M. A. M. Ali, W. N. Azrina, N. Idayu and Z. Abdullah, "Fill Time Optimization Analysis In Flow Simulation Of Injection Molding Using Response Surface Method," *Malaysian Journal on Composites Science and Manufacturing*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [8] H. Jung, J. Jeon, D. Choi and J.-Y. Park, "Application of Machine Learning Techniques in Injection Molding Quality Prediction: Implications on Sustainable Manufacturing Industry," *Sustainability*, vol. 13, no. 8, 2021.
- [9] "Morefurniture," Furniture, 2021. [Online]. Available: <https://morefurniture.id/artikel/material-polypropylene>. [Accessed 22 Juni 2023].
- [10] A. A. Wicaksono A B, "Optimasi Helm Industri Ergonomik Beserta Perancangan dan Simulasi Molding Injeksi," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 17, no. 2, pp. 72-77, 2022.