

**ANALISIS ALIRAN CETAKAN INJEKSI TIPE *TWO PLATE*  
DENGAN PRODUK SPESIMEN UJI TARIK DAN  
UJI IMPAK**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Evan Agusman NIM: 0022009

Raski Irawan NIM: 0022025

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS ALIRAN CETAKAN INJEKSI TIPE *TWO PLATE* DENGAN PRODUK SPESIMEN UJI TARIK DAN UJI IMPAK

Oleh:

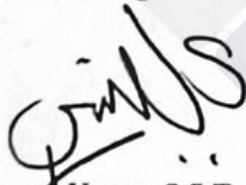
Evan Agusman / 0022025

Raski Irawan / 0022025

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Muhammad Yunus, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Idiar, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Adhe Anggry, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(M. Haritsah A, S.S.T., M.Eng)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Evan Agusman      NPM: 0022009

Nama Mahasiswa 2 : Raski Irawan      NPM: 0022025

Dengan Judul      : Analisi Aliran Cetakan Injeksi Tipe *Two Plate* dengan  
Produk Spesimen Uji Tarik dan Impak.

Menyatakan bahwa laporan ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudia hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, Agustus 2023

Nama mahasiswa

Tanda tangan

1. Evan Agusman

  
.....

2. Raski Irawan

  
.....

## ABSTRAK

Spesimen merupakan salah satu alat yang diperuntukkan dalam pengujian serta penelitian, baik itu pengujian tarik maupun impak, di laboratorium mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung memiliki cetakan plastik dalam pembuatan produk spesimen menggunakan mesin *injection molding* tetapi penggunaan cetakan tersebut belum optimal dikarenakan parameter proses yang belum ada, diperlukan *software solidwork plastic* untuk mensimulasikan aliran plastik dan menganalisa parameter proses pada cetakan tersebut kemudian dibandingkan dengan *software inventor*. Dalam menyelesaikan masalah ini menggunakan metode pengumpulan data, membuat 3D model, membuat desain aliran dan *layout*, menentukan parameter proses, membuat simulasi aliran dengan *software solidwork plastic*, membuat *mold fill analysis* dengan *software inventor* dan membandingkan hasil simulasi sehingga pemecahan masalah yang dilakukan menjadi terarah. Dengan parameter proses optimal telah didapatkan seperti *fill time* 6,49 s, *melt temperature* 230°C, *mold temperature* 40°, *injection pressure limit* 26,574 Mpa dan *clamp force* 8,79 tonne pada material *polypropylene*(PP) tipe A. *schulman/polyfort FIPP MKF 4025* minim terjadi cacat *shink mark* yaitu sebesar 0,07 mm. Terdapat perbandingan yang signifikan dari hasil analisis menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* di antaranya yaitu masa dengan rata-rata 4,53 gram dan cacat seperti *weld lines*.

Kata kunci: Simulasi aliran, *solidwork plastic*, spesimen.

## **ABSTRACT**

*The specimen is one of the tools intended for testing and research, both tensile and impact testing, in the mechanical laboratory of the Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic has plastic molds for making specimen products using injection molding machines but the use of these molds is not optimal due to the non-existent process parameters, Solidworks plastic software is needed to simulate plastic flow and analyze the process parameters in the mold and then compare it with the inventor's software. In solving this problem using data collection methods, making 3D models, making flow designs and layouts, determining process parameters, making flow simulations with Solidworks Plastic software, making mold fill analysis with Inventor software and comparing simulation results so that the problem solving is focused. The optimal process parameters have been obtained, such as fill time 6.49 s, melt temperature 230°C, mold temperature 40°C, injection pressure limit 26.574 Mpa and clamp force 8.79 tonne on type A polypropylene (PP) material. Schulman/polyfort FIPP MKF 4025 has minimal shrink mark defects, which are 0.07 mm. There is a significant comparison from the results of the analysis using Solidworks plastic software and software Inventor (mold fill analysis), including mass with an average of 4.53 grams and defects such as weld lines.*

**Key words:** *Flow simulation, Solidworks plastics, specimens.*

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat serta rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat beserta salam penulis ucapkan kepada Nabi besar kita yaitu Rasulullah SAW, yang sudah membawa umat manusia dari masa kegelapan ke masa yang cerah serta penuh ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Proyek akhir yang berjudul “Analisis aliran cetakan injeksi tipe *two plate* dengan produk spesimen uji tarik dan impact.” yaitu salah satu syarat wajib setiap mahasiswa tingkat akhir guna memenuhi persyaratan pendidikan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan tujuan dari pembuatan laporan ini yaitu membantu untuk mengarahkan kedepannya dalam memahami proyek akhir yang bakal dibuat. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah banyak membantu dalam penyelesaian laporan serta proyek akhir ini kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta do'a restu kepada penulis selama pengerjaan proyek akhir dan pembuatan laporan ini.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku direktur Polman Babel.
3. Bapak M. Haritsah A, S.S.T., M.Eng. selaku ketua prodi Teknik Perancangan Mekanik dan selaku dosen wali penulis yang telah membimbing dan memotivasi penulis dalam pelaksanaan proyek akhir.
4. Bapak Muhammad Yunus, S.S.T., M.T. selaku dosen wali dan dosen pembimbing 1 penulis di Polman Babel yang mempercayakan proyeknya kepada kami, serta telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir.
5. Bapak Idiar, S.S.T., M.T. dosen pembimbing dua penulis di Polman Babel.
6. Ibu Adhe Anggry, S.S.T., M.T., Bapak M. Haritsah A, S.S.T., M.Eng. selaku dosen penguji proyek akhir mahasiswa.
7. Para dosen Polman Babel yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

8. Teman-teman seperjuangan terutama untuk jurusan teknik mesin, yang telah berbagi pengetahuan dan memberi support kepada penulis selama menyelesaikan proyek akhir dan pembuatan laporan ini.

Penulis sangat menyadari jika laporan proyek akhir ini jauh dari kata sempurna, terutama dalam pemaparan isi maupun proses simulasi yang telah dilakukan karena keterbatasan waktu serta hambatan yang penulis hadapi. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari pembaca agar lebih baik kedepannya. Besar harapan penulis semoga karya tulis ini bisa memberikan manfaat serta motivasi bagi pembaca khususnya dan baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Sungailiat, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	2
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>2</b>
2.1 <i>Injection Molding</i> .....	3
2.2 <i>Polypropylene (PP)</i> .....	9
2.3 Cacat Produk Pada <i>Injection Molding</i> .....	10
2.4 <i>Software Solidwork Plastic</i> .....	12
2.5 <i>Software Autodesk Inventor</i> .....	13
2.6 Spesimen.....	13
2.7 Penentuan Harga Produksi.....	15
2.8 Perhitungan <i>Filling time</i> dan <i>Clamp force</i> .....	15
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN.....</b>	<b>17</b>
3.2 Menentukan Harga Produk .....	18
3.3 Membuat 3D Model.....	18



3.4	Membuat Desain Aliran dan <i>Layout</i> .....	19
3.5	Menentukan Parameter Proses.....	19
3.6	Membuat Simulasi Aliran Dengan <i>Software Solidwork Plastic</i> .....	19
3.6.1	Mengaktifkan <i>Solidwork Plastic Tools</i> .....	21
3.6.2	Melakukan <i>Mesh</i> Pada <i>Layout</i> Cetakan.....	21
3.6.3	Pemilihan Jenis <i>Material</i> .....	21
3.6.4	Memasukkan Parameter Proses.....	21
3.6.5	Menentukan <i>Injection Location</i> .....	21
3.6.6	Menentukan <i>Runner Element</i> .....	21
3.6.7	Melakukan Simulasi.....	22
3.6.8	Hasil Simulasi.....	22
3.7	Membuat <i>Mold Fill Analysis</i> Menggunakan <i>Software Inventor</i> .....	22
3.7.1	Menuju <i>Tools Mold Design</i> .....	23
3.7.2	Pemilihan Jenis <i>Material</i> .....	24
3.7.3	Menentukan <i>Gate Location</i> .....	24
3.7.4	Menentukan Jenis <i>Gate</i> .....	24
3.7.5	Memasukkan Parameter Proses.....	24
3.7.6	Melakukan <i>Mold fill Analysis</i> .....	24
3.7.7	Hasil <i>Analysis</i> .....	24
3.8	Membandingkan Hasil Simulasi.....	24
	<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1	Hasil Pengumpulan Data.....	26
4.2	Menentukan Harga Produk.....	26
4.3	Membuat 3D Model.....	32
4.4	Membuat Desain Aliran dan <i>Layout</i> .....	33
4.4.1	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 1.....	33
4.4.2	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 2.....	34
4.4.3	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 3.....	35
4.5	Menentukan Parameter Proses.....	36
4.6	Membuat Simulasi Aliran Menggunakan <i>Software Solidwork Plastic</i> .....	38
4.6.1	Mengaktifkan <i>Tools Solidwork Plastic</i> .....	38
4.6.2	Melakukan <i>Mesh</i> Pada <i>Layout</i> Cetakan.....	39

4.6.3	Pemilihan Jenis <i>Material</i> .....	42
4.6.4	Memasukkan Parameter Proses .....	42
4.6.5	Menentukan <i>Injection Location</i> .....	43
4.6.6	Menentukan <i>Runner Element</i> .....	43
4.6.7	Melakukan Simulasi .....	44
4.6.8	Hasil Simulasi .....	44
4.6.8.1	Hasil Simulasi 2 .....	55
4.6.8.2	Hasil Simulasi 3 .....	58
4.6.8.3	Data Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software Solidwork</i> .....	61
4.7	Membuat <i>Mold Fill Analysis</i> Menggunakan <i>Software Inventor</i> .....	61
4.7.1	Menuju <i>Tools Mold Design</i> .....	61
4.7.2	Pemilihan Jenis <i>Material</i> .....	62
4.7.3	Menentukan <i>Gate Locations</i> .....	62
4.7.4	Menentukan Jenis <i>Gate</i> .....	63
4.7.5	Memasukkan Parameter Proses .....	63
4.7.6	Melakukan <i>Mold Fill Analysis</i> .....	64
4.7.7	Hasil <i>Analysis</i> .....	65
4.7.7.1	Hasil <i>Analysis</i> 2 .....	66
4.7.7.2	Hasil <i>Analysis</i> 3 .....	68
4.7.7.3	Data Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software Inventor</i> .....	70
4.8	Membandingkan Hasil Simulasi.....	71
4.8.1	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 1 .....	71
4.8.2	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 2 .....	72
4.8.3	Desain Aliran dan <i>Layout</i> 3 .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>75</b>
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>77</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Komponen <i>Mold Unit</i> .....	6
Tabel 4. 1 Biaya Bahan Baku Langsung .....	28
Tabel 4. 2 Biaya Tenaga Kerja Langsung .....	28
Tabel 4. 3 Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Tetap .....	29
Tabel 4. 4 Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Variabel.....	30
Tabel 4. 5 Biaya Produksi .....	30
Tabel 4. 6 Perkiraan Pendapatan .....	31
Tabel 4. 7 Data Hasil Simulasi <i>Software Solidwork Plastic</i> .....	61
Tabel 4. 8 Hasil <i>Analysis Software Inventor</i> .....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1	Komponen <i>Injection Molding</i> (Pötsch, 1995) .....3
Gambar 2. 2	<i>Injection Unit</i> (Pötsch, 1995) .....4
Gambar 2. 3	<i>Mold Unit</i> .....6
Gambar 2. 4	Komponen <i>Mold Unit</i> .....7
Gambar 2. 5	<i>Two Plate Mold</i> (Futaba, 2023).....8
Gambar 2. 6	<i>Three Plate Mold</i> (Futaba, 2023) .....8
Gambar 2. 7	<i>Clamping Unit</i> (Pötsch, 1995).....9
Gambar 2. 8	<i>Short Shot</i> .....10
Gambar 2. 9	<i>Shink Mark</i> .....11
Gambar 2. 10	<i>Weld Lines</i> .....11
Gambar 2. 11	<i>Flashing</i> .....12
Gambar 2. 12	<i>Air Traps</i> .....12
Gambar 2. 13	Spesimen Uji Tarik.....14
Gambar 2. 14	Spesimen Uji Impak .....14
Gambar 3. 1	Diagram Alir Metode Pelaksanaan.....17
Gambar 3. 2	Diagram Alir Simulasi Aliran <i>Software Solidwork Plastic</i> .....19
Gambar 3. 3	Daigram Alir <i>Mold Fill Analysis Software Inventor</i> .....22
Gambar 4. 1	<i>Assembly</i> Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Impak.....32
Gambar 4. 2	<i>Exploded View</i> Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Impak.....33
Gambar 4. 3	Desain Aliran dan <i>Layout 1</i> .....34
Gambar 4. 4	Desain Aliran dan <i>Layout 2</i> .....35
Gambar 4. 5	Desain Aliran dan <i>Layout 3</i> .....36
Gambar 4. 6	<i>Tools Solidwork Plastic</i> .....39
Gambar 4. 7	Jenis <i>Mesh</i> .....39
Gambar 4. 8	<i>Mesh Options</i> .....40
Gambar 4. 9	<i>Create Mesh</i> .....40
Gambar 4. 10	<i>Solid Mesh Type</i> .....41

Gambar 4. 11 <i>Solid Mesh Continue</i> .....	41
Gambar 4. 12 jenis <i>Material</i> .....	42
Gambar 4. 13 <i>Fill Setting</i> .....	42
Gambar 4. 14 <i>Injection Location</i> .....	43
Gambar 4. 15 <i>Runner Element</i> .....	44
Gambar 4. 16 Simulasi Aliran .....	44
Gambar 4. 17 <i>Fill Time</i> .....	45
Gambar 4. 18 <i>Shink Mark</i> .....	46
Gambar 4. 19 <i>Ease of Fill</i> .....	46
Gambar 4. 20 <i>Weld Lines</i> .....	47
Gambar 4. 21 <i>Frozen Area at Post Filling-End</i> .....	47
Gambar 4. 22 Parameter Proses Percobaan 1 .....	48
Gambar 4. 23 <i>Fill Time</i> Percobaan 1 .....	49
Gambar 4. 24 <i>Shink Mark</i> Percobaan 1 .....	49
Gambar 4. 25 <i>Ease of Fill</i> Percobaan 1 .....	50
Gambar 4. 26 <i>Weld Lines</i> Percobaan 1 .....	50
Gambar 4. 27 <i>Frozen Area at Post Filling-End</i> Percobaan 1 .....	51
Gambar 4. 28 Parameter Proses Percobaan 2 .....	52
Gambar 4. 29 <i>Fill Time</i> Percobaan 2 .....	52
Gambar 4. 30 <i>Shink Mark</i> Percobaan 2 .....	53
Gambar 4. 31 <i>Ease of Fill</i> Percobaan 2 .....	53
Gambar 4. 32 <i>Weld Lines</i> Percobaan 2 .....	54
Gambar 4. 33 <i>Frozen Area at Post Filling-End</i> Percobaan 2 .....	54
Gambar 4. 34 <i>Fill Time</i> .....	55
Gambar 4. 35 <i>Shink Mark</i> .....	56
Gambar 4. 36 <i>Ease of Fill</i> .....	56
Gambar 4. 37 <i>Weld Lines</i> .....	57
Gambar 4. 38 <i>Frozen Area at Post-Filling End</i> .....	57
Gambar 4. 39 <i>Fill Time</i> .....	58
Gambar 4. 40 <i>Shink Mark</i> .....	59
Gambar 4. 41 <i>Ease of Fill</i> .....	59

Gambar 4. 42 <i>Weld Lines</i> .....	60
Gambar 4. 43 <i>Frozen Area at Post-Filling End</i> .....	60
Gambar 4. 44 <i>Create Mold Design</i> .....	62
Gambar 4. 45 <i>Jenis Material</i> .....	62
Gambar 4. 46 <i>Gate Locations</i> .....	63
Gambar 4. 47 <i>Jenis Gate</i> .....	63
Gambar 4. 48 <i>Parameter Proses</i> .....	64
Gambar 4. 49 <i>Mold Fill Analysis</i> .....	64
Gambar 4. 50 <i>Fill Time</i> .....	65
Gambar 4. 51 <i>Confidence of Fill</i> .....	66
Gambar 4. 52 <i>Weld Lines</i> .....	66
Gambar 4. 53 <i>Fill Time</i> .....	67
Gambar 4. 54 <i>Confidence of Fill</i> .....	68
Gambar 4. 55 <i>Weld Lines</i> .....	68
Gambar 4. 56 <i>Fill Time</i> .....	69
Gambar 4. 57 <i>Confidence of Fill</i> .....	70
Gambar 4. 58 <i>Weld Line</i> .....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar riwayat hidup

Lampiran 2 : Desain cetakan spesimen uji tarik dan impak

Lampiran 3: Data mesin arburg 420C golden edition dan data *material* plastik  
*polypropylene* (PP)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 1862 plastik pertama kali dibuat oleh Alexander Parkes dengan bahan selulosa atau parkesine. Pada Tahun 1907, Leo Baekland seorang ahli kimia berasal dari New York berhasil membuat bahan sintetis pertama dan secara umum bahan plastik tersebut digunakan dan dikembangkan pada Tahun 1975 yang diperkenalkan oleh Montgomery Ward, Jordan Marsh, J.C. Penny, Sears dan tokoh-tokoh besar lainnya (Marpaung, 2009). Plastik merupakan salah satu bahan yang sangat sering kita jumpai di kehidupan saat ini, hampir disetiap barang menggunakan bahan plastik. Disamping itu Indonesia berada di peringkat kedua dunia pembuangan sampah plastik ke laut sebanyak 0,52 Kg sampah tiap orang maupun tiap hari nya atau setara dengan 3,22 MMT per taun (Janbeck et al). Berdasarkan kemampuan untuk didaur ulang terdapat beberapa jenis produk plastik dengan kode-kode tertentu. Produk plastik yang sudah pernah digunakan akan diolah lagi melalui proses daur ulang untuk memperoleh material plastik dengan butiran baru seperti biji/pelet, karena penggunaan plastik yang sangat serbaguna dibutuhkan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menghasilkan produk plastik yang berkualitas. Salah satu upaya yang cukup efektif untuk pengelolaan produk plastik adalah melalui *plastic injection proces*.

Saat ini Polman Babel sudah memiliki Mesin *injection molding* Arburg 420C Golden edition serta cetakan spesimen uji tarik dan impak dan mesin zhwick yang digunakan untuk penelitian dosen seperti pengujian tarik, pengujian kekuatan dan lain sebagainya serta untuk pendidikan, tetapi penggunaan cetakan tersebut belum optimal, dikarenakan parameter proses cetakan spesimen belum ada. Hal ini bisa menjadi peluang besar untuk mendapatkan parameter yang optimal pada cetakan spesimen uji tarik dan impak melalui proses simulasi menggunakan *software solidwork plastic* dan melakukan perbandingan analisis terkait hasil simulasi menggunakan *software inventor (mold fill analysis)*.



Dengan adanya parameter proses optimal pada cetakan spesimen tersebut, cacat yang terjadi seperti *sink mark* pada produk spesimen uji tarik dan impak lebih minim sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standart.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam proyek akhir ini berdasarkan latar belakang masalah yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mendapatkan parameter proses optimal yang minim terjadi cacat *shink mark* menggunakan *software solidwork plastic*?
2. Bagaimana cara membuat desain aliran dan *layout* yang lebih optimal minim terjadi cacat *shink mark* dari desain aliran dan *layout* yang sudah ada?
3. Bagaimana cara membandingkan hasil simulasi menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)*?

## **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Tujuan dalam pengerjaan proyek akhir ini berdasarkan perumusan masalah yaitu sebagai berikut :

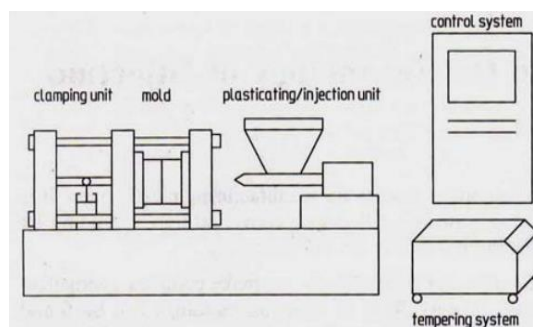
1. Melakukan simulasi aliran cetakan spesimen uji tarik dan impak menggunakan *software solidwork plastic* untuk mendapatkan parameter proses optimal yang minim terjadi cacat *shink mark*.
2. Membuat desain aliran dan *layout* yang lebih optimal minim terjadi *shink mark* dari desain aliran dan *layout* yang sudah ada.
3. Membandingkan hasil simulasi antara *software solidwork plastic* dengan *software autodesk inventor (mold fill analysis)*.

## BAB II DASAR TEORI

### *2.1 Injection Molding*

Secara umum *injection molding* merupakan suatu metode dalam pembentukan produk atau benda menggunakan *material* plastik dengan beragam bentuk serta ukuran tertentu yang mendapatkan perlakuan panas dan pemberian tekanan menggunakan alat berupa *mold* atau biasa disebut cetakan. *Injection molding* memiliki beberapa keunggulan yaitu, kapasitas produksi yang tinggi, sisa dalam penggunaan material sedikit, dan tenaga kerja yang minimal, selain itu, penggunaan material dapat diolah dalam satu kali proses dan pada umumnya tidak perlu melakukan proses *finishing*. Sedangkan kekurangannya yaitu, biaya perawatan alat yang tinggi, serta perancangan produk atau benda harus mempertimbangkan pembuatan desain cetakannya untuk meminimalisir cacat pada produk.

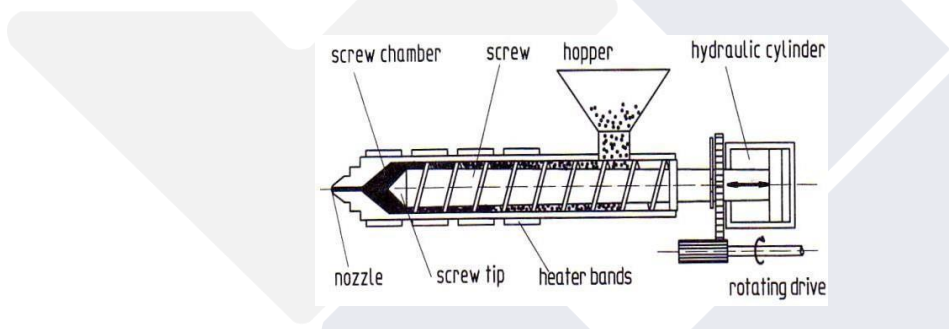
Pada proses *injection molding* terdapat beberapa komponen yang penting yaitu, bagian *plasticating/injection unit*, *mold unit*, *clamping unit*, *tempering system*, dan *control system* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Berikut penjelasan mengenai beberapa komponen dari proses *injection molding* sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Komponen *Injection Molding* (Pötsch, 1995)

### 1. Plasticating/Injection Unit

Pada *injection unit* terdapat tiga fungsi utama, yang pertama untuk memanaskan dan melelehkan material plastik yang akan masuk kedalam *hopper*, yang kedua setelah material plastik tersebut meleleh kemudian diinjeksikan kedalam cetakan dan fungsi yang terakhir yaitu untuk memberikan tekanan selama proses pendinginan produk plastik tersebut. Dari ketiga fungsi pada *injection unit* itu juga mendukung untuk bergerak kedepan dan kebelakang pada saat berhubungan dengan cetakan dan memutuskan hubungan pada *nozzle* dengan tekanan yang tepat. Dapat dilihat pada gambar 2.2 *injection unit* sebagai berikut:



Gambar 2. 2 *Injection Unit* (Pötsch, 1995)

Dari gambar yang ditunjukkan tersebut terdapat tujuh bagian pada *injection unit* yaitu sebagai berikut:

#### a) *Hopper*

*Hopper* digunakan untuk menampung material plastik berupa biji atau pelet sebelum masuk kedalam *barrel*. Umumnya *hopper* memiliki sebuah jendela yang digunakan oleh operator untuk memeriksa material plastik. Untuk menjaga kelembaban pada material plastik, digunakan tempat khusus yang berfungsi untuk mengatur kelembaban, karena apabila kandungan air terlalu besar dapat menyebabkan hasil injeksi yang kurang maksimal.

#### b) *Motor dan Rotating Drive (Transision Gear Unit)*

*Motor* memiliki fungsi untuk menghasilkan daya untuk memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan *rotating drive* berfungsi untuk memindahkan daya yang dimiliki motor kedalam *screw* dan mengatur tenaga yang disalurkan sehingga tidak terjadi pembebanan yang terlalu besar.

c) *Cylinder Screw Chamber*

*Cylinder screw chamber* berfungsi untuk menjaga putaran pada *screw* agar tetap konsisten, sehingga menghasilkan tekanan dan kecepatan yang konstan pada proses injeksi berlangsung serta mempermudah gerakan *screw* .

d) *Barrel Tempering*

*Barrel tempering* merupakan bagian yang menjaga aliran pada material plastik ketika dipanasi oleh *heater* sebelum masuk ke *nozzle*.

e) *Screw*

*Screw* berfungsi untuk mengalirkan/mendorong material plastik dari *hopper* yang telah dipanaskan oleh *heater* menuju *nozzle*.

f) *Nonreturn Valve*

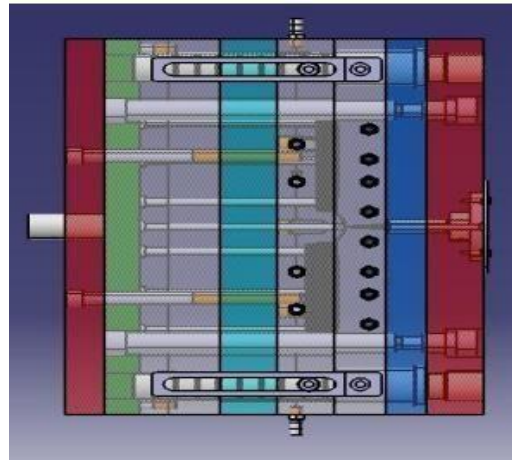
*Valve* berfungsi untuk menjaga aliran pada material plastik yang telah meleleh agar tidak kembali pada saat *screw* berhenti berputar.

g) *Nozzle*

*Nozzle* merupakan proses terakhir pada *plasticating/injection* berlangsung. Pada *nozzle* terjadi perputaran silinder antara *sprue bushing* yang terletak pada *mold/cetakan*. Jika dibutuhkan, silinder tersebut tertutup pada saat proses *plasticating* berlangsung dan pada saat pendinginan.

## 2. *Mold Unit*

*Mold* (cetakan) merupakan suatu bagian terpisah dari mesin *injection molding* dan suatu rongga tempat material plastik meleleh yang membentuk benda atau produk yang akan dibuat setelah proses pendinginan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Secara garis besar terdapat dua bagian utama pada *mold* unit yaitu bagian *core* dan *cavity*. *Cavity* adalah bagian *mold* yang berhubungan dengan *nozzle* pada mesin, sedangkan *core* adalah bagian *mold* yang berhubungan dengan *ejector* atau bagian yang digunakan untuk melepas produk setelah proses pendinginan. Selain itu pada *mold* unit juga terdapat bagian yang disebut pelat bergerak (*moving plate*) dan pelat diam (*fix plate*).



Gambar 2. 3 *Mold Unit* (Ali khaerul mufid, 2017)

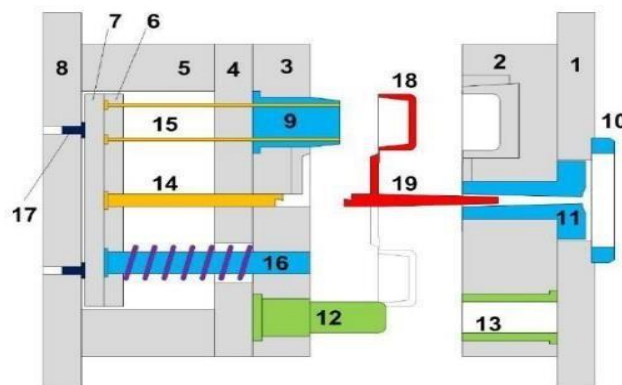
Di dalam  *mold*  terdapat beberapa komponen-komponen utama yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.4.

Tabel 2. 1 Komponen *Mold Unit*

No	Nama komponen	Penjelasan
1	<i>Top Clamp Plate</i>	Sebagai pengikat cetakan pada saat dipasangkan ke mesin <i> injection molding </i> pada bagian yang tidak bergerak.
2	<i>Cavity Plate</i>	Untuk menempatkan bagian <i> cavity </i> serta membuat produk pada sisi <i> cavity </i> .
3	<i>Core Plate</i>	Untuk menempatkan bagian <i> insert core </i> serta membuat produk pada sisi <i> core </i> .
4	<i>Support Plate</i>	Sebagai <i> plate </i> pendukung untuk menempatkan komponen tambahan.
5	<i>Spacer</i>	Untuk memberikan jarak pada <i> ejector </i> pada saat bergerak.
6	<i>Ejector Retainer Plate</i>	Sebagai tempat dudukan <i> ejector pin </i> .
7	<i>Ejector Bar Plate</i>	Sebagai <i> plate </i> penahan <i> ejector pin </i> .
8	<i>Bottom Clamp Plate</i>	Untuk mengikat cetakan pada saat dipasangkan ke mesin <i> injection molding </i> pada bagian yang bergerak.

Tabel 2.1 Komponen  *mold unit*  (lanjutan)

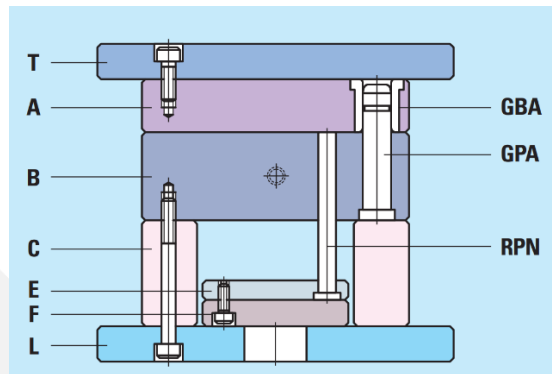
No	Nama komponen	Penjelasan
9	<i>Core dan Cavity</i>	Sebagai rongga tempat terbentuknya <i>material</i> plastik.
10	<i>Locating Ring</i>	Komponen yang berfungsi untuk mengarahkan <i>nozzle</i> dari mesin menuju <i>sprue bush</i> pada cetakan.
11	<i>Sprue Bush</i>	Sebagai tempat masuknya cairan plastik dari <i>nozzle</i> menuju rongga terbentuknya <i>material plastic</i> .
12	<i>Guide Pin</i>	Sebagai penepat antara <i>core</i> dan <i>cavity</i> agar posisinya tidak bergeser.
13	<i>Guide Bush</i>	Sebagai bantalan pada <i>guide pin</i> .
14	<i>Sprue Puller</i>	Berfungsi untuk memastikan <i>sprue</i> tidak tertinggal di dalam <i>sprue bush</i> .
15	<i>Ejector</i>	Berfungsi untuk mendorong produk agar keluar setelah cetakan terbuka.
16	<i>Return Pin</i>	Komponen yang berfungsi sebagai pembalik <i>ejector plate</i> yang dibantu oleh <i>spring</i> serta penghubung antara <i>ejector plate</i> dengan <i>core plate</i> .
17	<i>Bolt</i>	Sebagai elemen pengikat antara <i>plate</i> .



Gambar 2. 4 Komponen  *Mold Unit*  (Hadi Wijaya, 2009)

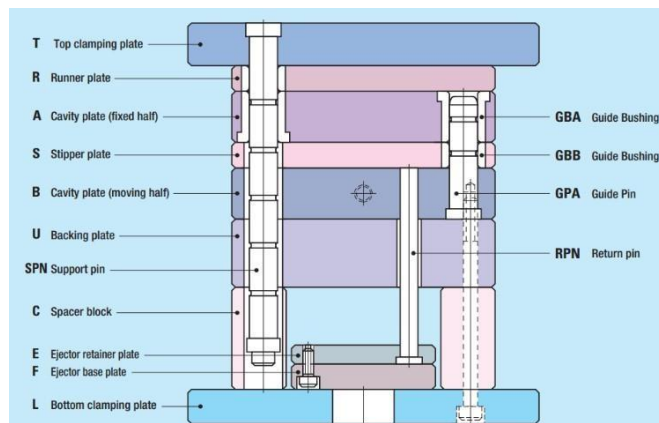
Berdasarkan jenisnya, secara umum *mold* dibagi menjadi dua antara lain sebagai berikut:

1. *Two Plate Mold* : Merupakan salah satu jenis *mold* atau cetakan yang memiliki dua bukaan dan pada umumnya menggunakan *side gate* dan terdiri dari *moving plate* dan *fix plate* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 *Two Plate Mold* (Futaba, 2023)

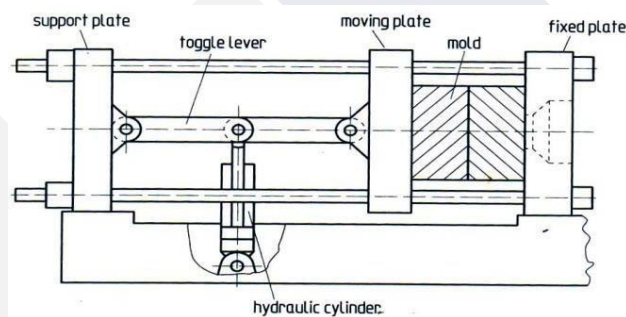
2. *Three Plate Mold* : Merupakan salah satu jenis *mold* atau cetakan yang memiliki tiga bukaan yaitu bukaan pertama untuk memutuskan *gate* antara produk dan *runner*, bukaan kedua untuk melepaskan *runner* yang terdiri dari *sprue* dan *gate* dan bukaan ketiga yaitu untuk melepaskan produk dari cetakan dan pada umumnya menggunakan *pin point gate* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 *Three Plate Mold* (Futaba, 2023)

### 3. Clamping Unit

*Clamping Unit* merupakan salah satu komponen dari *injection molding* yang berfungsi untuk mengatur panjang langkah gerakan *molding* saat dibuka dan ditutup serta mengatur panjang *ejector* harus bergerak. Pada *clamping unit* terdapat tiga macam yang umumnya dipakai yaitu, *mechanism toggle clamp*, *mechanism hydraulic clamp*, dan *hydraulic servo motor* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 *Clamping Unit* (Pötsch, 1995)

### 4. Tempering System

*Tempering system* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur *temperature*, waktu, dan tekanan pada saat proses *injection* berlangsung. Komponen ini sangatlah penting karena dapat mempengaruhi kualitas dari produk plastik.

### 5. Control System

*Control System* merupakan alat yang berfungsi untuk menjaga proses pada *injection* agar tetap terkendali sesuai prosedur. Pada *control system* hal yang harus diperhatikan yaitu *temperature plasticating/injection unit*, dan *mold* pada saat menutup serta tekanan pada saat fase *injection* dan *clamping*.

## 2.2 Polypropylene (PP)

*Polypropylene* merupakan salah satu jenis plastik yang memiliki sifat yang hampir sama dengan jenis plastik PE. Jenis plastik ini dapat diolah dalam suhu tinggi dan memiliki sifat yang kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang



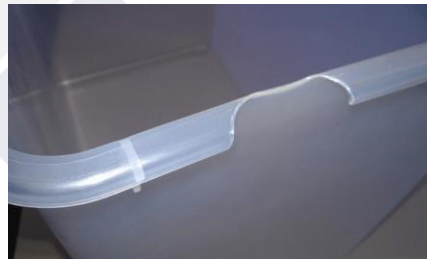
rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983). Jenis plastik PP biasanya digunakan pada sedotan, makanan ringan, kantong obat dan lain-lain. Selain itu *temperature* leleh pada plastik ini mencapai 220-290°C dan masa jenis sebesar 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

### 2.3 Cacat produk pada *injection molding*

Dalam proses produksi plastik dengan mesin injeksi *molding* tidak terlepas dari cacat produk, berikut beberapa permasalahan yang sering dijumpai pada produk hasil injeksi antara lain sebagai berikut:

#### 1. *Short shot*

*Short shot* merupakan cacat produk yang tidak sempurna ditandai dengan tidak penuhnya material plastik pada saat pembentukan seperti Gambar 2.8. *Short shot* biasanya terjadi karena waktu *filling injection* yang kurang.

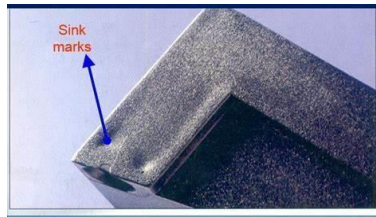


Gambar 2. 8 *Short Shot*

(Sumber : <https://tokoplas.com/blog/plastic/short-shot-dan-cara-mengatasinya>)

#### 2. *Shink mark*

*Shink mark* adalah cacat produk plastik pada injeksi *molding* yang membentuk lekukan yang dimana jika dibandingkan dengan bagian yang lain ada yang masuk kedalam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9. Faktor yang mempengaruhi cacat pada *shink mark* yaitu *melt temperature* yang begitu tinggi, *injection pressure* yang rendah, *mold temperature*, dan *filling time*.



Gambar 2. 9 *Shink Mark*

(Sumber : <https://tokoplas.com/blog/plastic/jenis-cacat-produk-plastik>)

### 3. *Weld lines*

*Weld lines* merupakan cacat yang terjadi apabila *material* plastik mengalir melewati cetakan yang terdapat lubang kemudian aliran tersebut terbelah menjadi dua arah dan pada akhirnya menyatu kembali yang menimbulkan garis pada permukaan pertemuan tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.

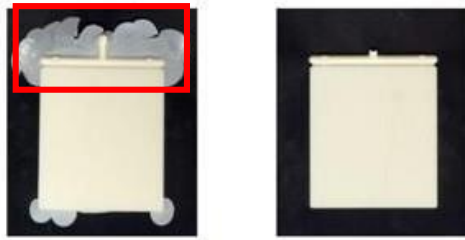


Gambar 2. 10 *Weld Lines*

(Sumber : <http://www.smlease.com/entries/plastic-design/defects-in-injection-molding/>)

### 4. *Flashing*

*Flashing* adalah cacat pada produk plastik yang ditandai dengan adanya tumpahan *material* yang melebihi *cavity* yang mengakibatkan *material* lebih pada sisi produk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11.

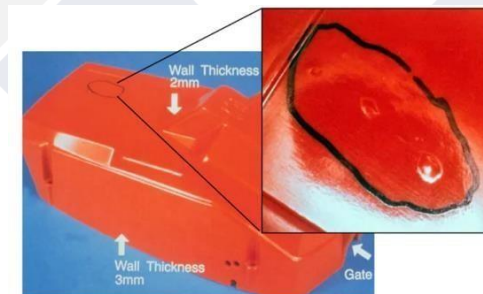


Gambar 2. 11 *Flashing*

(Sumber : <http://normaarea.blogspot.com/2016/06/jenis-jenis-defect-ng-dalam-industri.html>)

#### 5. *Air traps*

*Air traps* merupakan cacat produk yang terjadi dimana terdapat udara yang terjebak pada saat proses injeksi berlangsung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 *Air Traps*

(Sumber : <https://www.injectionmoldingcnc.com/blog/20-common-injection-molding-defects-and-their-solutions>)

### 2.4 *Software Solidwork Plastic*

*Software solidwork* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick dan diperkenalkan pada tahun 1995. *Software solidwork* merupakan salah satu *software* CAD yang dibuat oleh *dassault systemes* yang bertujuan untuk merancang bagian/part dari permesinan yang berupa perakitan dalam tampilan 3D untuk maupun 2D untuk gambar proses permesinan. Pada software tersebut terdapat fitur-

fitur pendukung seperti *solidwork plastic*, *solidwork CAM*, *solidwork MBD*, *solidwork electrical* dan sebagainya.

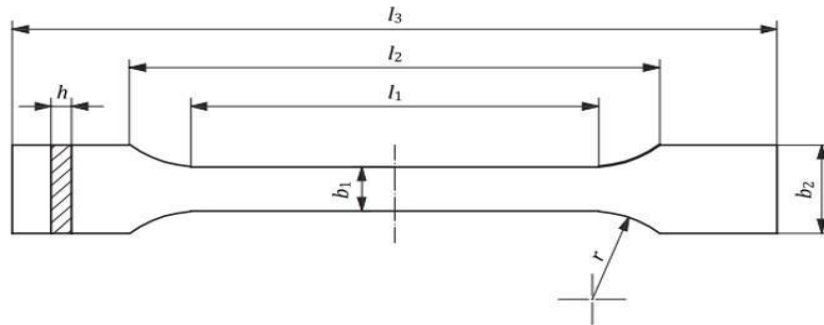
*Solidwork plastic* merupakan fitur tambahan yang digunakan untuk mensimulasikan aliran plastik pada proses injeksi serta memprediksi cacat seperti *shrink mark*, *weld lines*, *air traps* dan lain sebagainya terkait produk pada rongga cetakan, selain itu juga dapat digunakan untuk mencari parameter proses yang sesuai pada aliran plastik dengan bentuk tertentu.

### **2.5 Software Autodesk Inventor**

*Autodesk Inventor* merupakan salah satu *software CAD (Computer Aided Design)* yang memiliki kemampuan untuk proses dalam pembuatan objek 3D secara visual, *drafting* dan simulasi. Terdapat salah satu fitur yang dimiliki oleh *software autodesk inventor* yaitu *mold fill analysis*. *Mold fill analysis* merupakan fitur yang diperuntukkan untuk menganalisis cetakan plastik seperti cacat diantaranya *weld lines* dan *air traps* yang terdapat pada produk rongga cetakan.

### **2.6 Spesimen**

Spesimen merupakan alat yang digunakan dalam pengujian. Terdapat beberapa jenis spesimen dalam pengujian diantaranya yaitu spesimen uji tarik dan uji dampak, spesimen uji tarik yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis suatu material sedangkan uji dampak merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material, baik terhadap beban lentur maupun pukulan yang dipengaruhi oleh *temperature*. Dalam spesimen juga terdapat standart yang telah ditentukan baik itu bentuk maupun ukuran, salah satu standart spesimen uji tarik yaitu ISO 2073 tipe A1 atau ISO 527-2 tipe 1A seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13 dan spesimen uji dampak juga mempunyai standart tersendiri salah satu diantaranya yaitu ASTM D 6110 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.14.

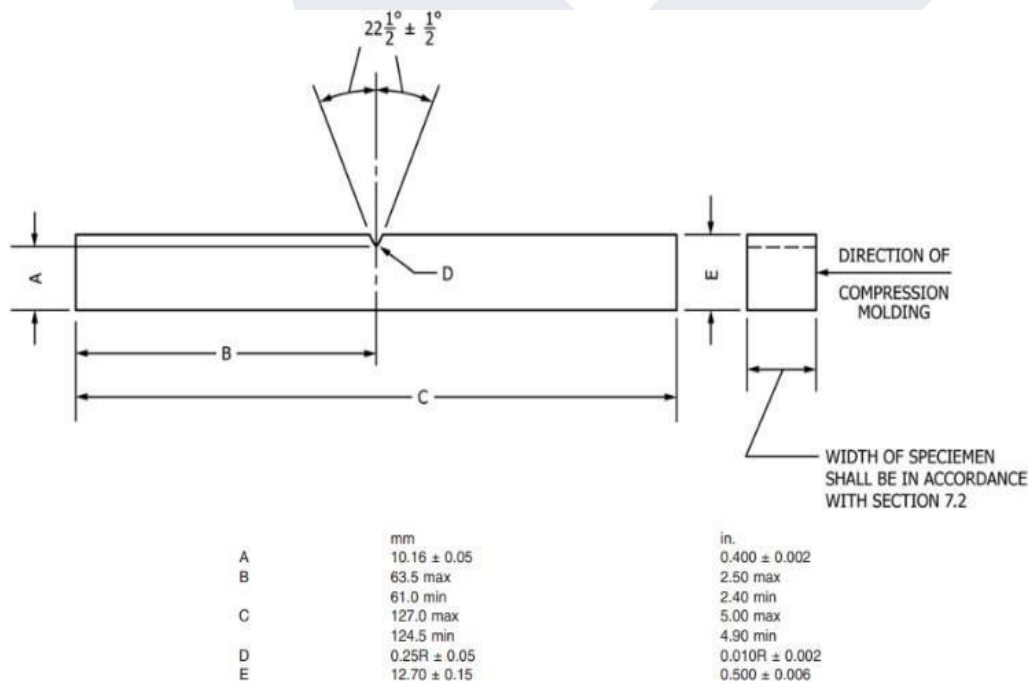


Specimen type		1A	1B
$l_3$	Overall length <sup>a</sup>	170	≥150
$l_1$	Length of narrow parallel-sided portion	80 ± 2	60,0 ± 0,5
$r$	Radius	24 ± 1	60 ± 0,5
$l_2$	Distance between broad parallel-sided portions <sup>b</sup>	109,3 ± 3,2	108 ± 1,6
$b_2$	Width at ends	20,0 ± 0,2	
$b_1$	Width at narrow portion	10,0 ± 0,2	
$h$	Preferred thickness	4,0 ± 0,2	
$L_0$	Gauge length (preferred)	75,0 ± 0,5	50,0 ± 0,5
	Gauge length (acceptable if required for quality control or when specified)	50,0 ± 0,5	
$L$	Initial distance between grips	115 ± 1	115 ± 1

<sup>a</sup> The recommended overall length of 170 mm of the type 1A is consistent with ISO 294-1 and ISO 10724-1. For some materials, the length of the tabs may need to be extended (e.g.  $l_3 = 200$  mm) to prevent breakage or slippage in the jaws of the testing machine.

<sup>b</sup>  $l_2 = l_1 + 4r(b_2 - b_1) - (b_2 - b_1)^2)^{1/2}$ , resulting from  $l_1$ ,  $r$ ,  $b_1$  and  $b_2$ , but within the indicated tolerances.

Gambar 2. 13 Spesimen Uji Tarik



Gambar 2. 14 Spesimen Uji Impak

## 2.7 Penentuan Harga Produksi

Harga produksi merupakan sejumlah uang atau jasa dari nilai tukar konsumen atas manfaat-manfaat kegunaan produk atau jasa tersebut (Kotler dan Armstrong, 2010). Harga jual atau produksi yang akan ditetapkan pada produk hendaknya dapat menutupi biaya yang dikeluarkan jual dan harus menghasilkan keuntungan atau laba sesuai dengan target. Salah satu metode dalam menentukan harga produksi atau jual yaitu dengan *metode cost plus pricing*.

*Cost plus pricing* merupakan cara untuk menentukan harga produksi yang dilakukan dengan menambahkan keuntungan pada jumlah biaya yang dikeluarkan pada proses pemasaran dan produksi. Harga produksi atau jual dengan *metode cost plus pricing* dapat dihitung dengan rumus:

“Harga produksi= Taksiran biaya penuh + keuntungan yang diinginkan”.

Perhitungan dalam menentukan taksiran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara pendekatan yaitu *full costing* dan *variabel costing*. Pada pendekatan *full costing* dasar dalam menentukan harga produksi dapat melalui biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, *overhead* pabrik (variabel dan tetap), administrasi dan umum, serta pemasaran (Sunarto dan Nadylah, 2014). Sedangkan pendekatan *variabel costing* taksiran biaya yang digunakan sebagai dasar menentukan harga produksi dapat melalui biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, *overhead* pabrik variabel, administrasi dan umum, serta pemasaran (Sunarto dan Nadylah, 2014).

## 2.8 Perhitungan *Filling time* dan *Clamp force*

*Filling time* merupakan waktu yang diperlukan *material* plastik untuk mengisi rongga pada cetakan pada saat proses injeksi berlangsung. Waktu pengisian termasuk salah satu pengaturan parameter proses yang dapat diatur dari mesin injeksi. Terdapat perhitungan dalam menentukan *filling time* yaitu sebagai berikut:

$$Tf = \frac{Vs}{Vf} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Keterangan = - Tf = Filling time atau waktu pengisian  
- Vs = Volume pengisian  
- Vf = Volumetric flow

*Clamp force* merupakan gaya yang dibutuhkan pada mesin injeksi untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak terbuka pada saat pembentukan atau saat proses injeksi berlangsung. *Clamp force* juga termasuk salah satu pengaturan parameter proses pada mesin injeksi dan besar *clamp force* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

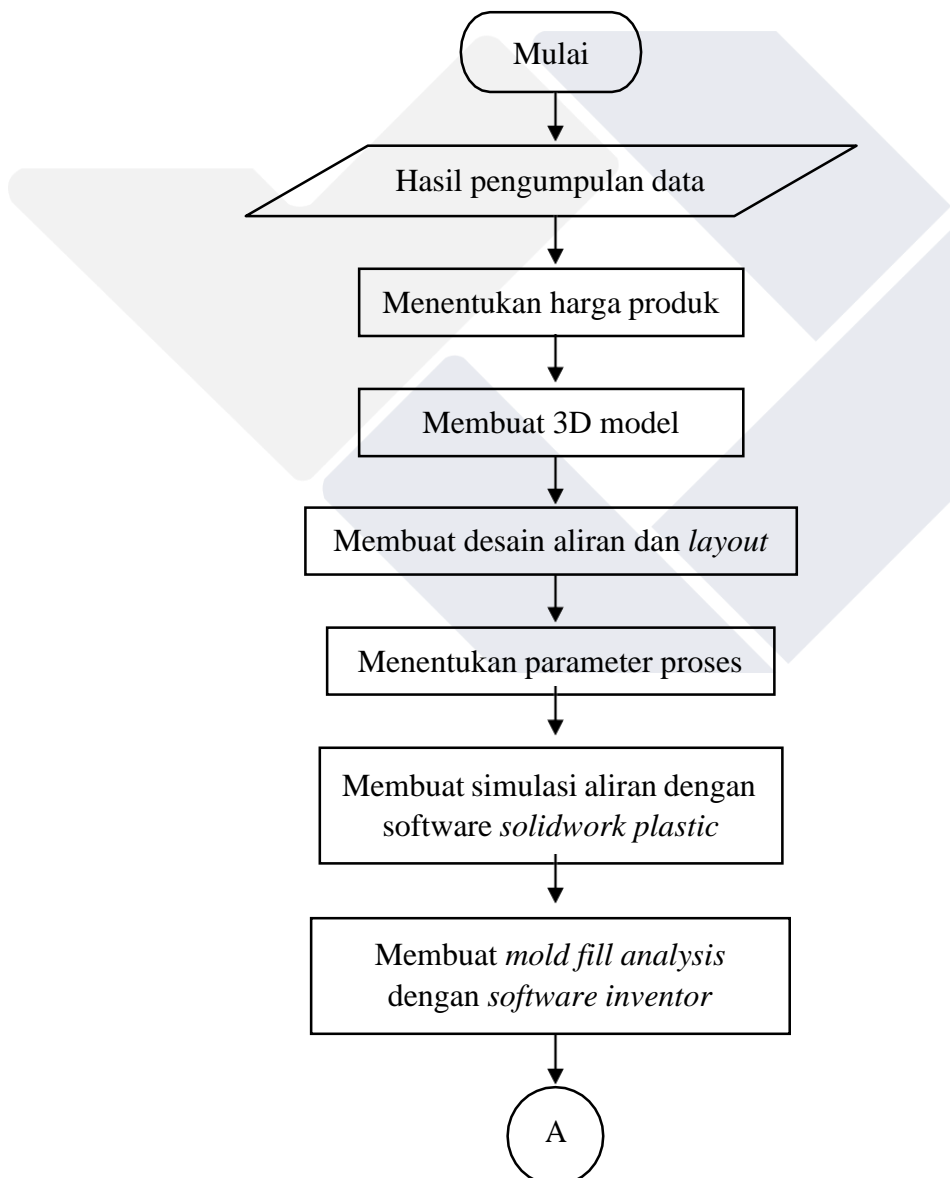
$$\text{Besar } \textit{clamp force} = \frac{\text{Total luas penampang pada produk } \times \textit{injection pressure}}{1000} \dots\dots\dots (2.2)$$



### BAB III

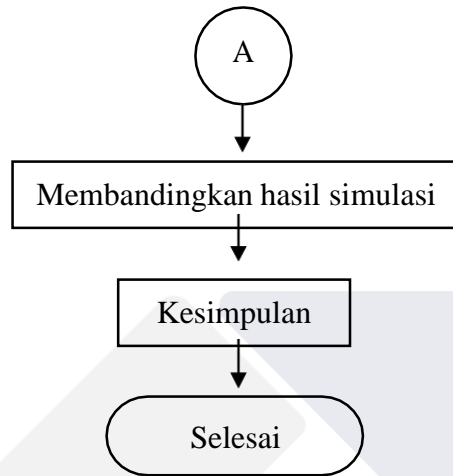
#### METODE PELAKSANAAN

Prosedur studi yang digunakan pada tugas akhir ini bisa dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alir metode pelaksanaan





Gambar 3. 1 Diagram alir metode pelaksanaan (lanjutan)

### 3.1 Hasil Pengumpulan Data

Hasil pengumpulan data yang telah dilakukan terkait simulasi aliran cetakan spesimen uji tarik dan impak pada saat sebelum melakukan seminar proposal proyek akhir, baik itu secara studi literatur, melakukan bimbingan dan konsultasi. Diantaranya yaitu data pada mesin Arburg 420 Golden Edition, data *material* yang akan digunakan, dan desain cetakan spesimen uji tarik dan impak.

### 3.2 Menentukan Harga Produk

Menentukan harga produk merupakan kegiatan untuk menentukan berapa harga pada produk spesimen uji tarik dan impak menggunakan *metode cost plus pricing*.

### 3.3 Membuat 3D Model

Pada tahap ini membuat 3D model cetakan spesimen uji tarik dan impak berupa *assembly* dan menampilkan *exploded view* yang dimana menggunakan *software solidwork*. Dalam membuat 3D model cetakan ini menggunakan desain cetakan spesimen uji tarik dan impak yang sudah ada sehingga pembaca lebih memahami bentuk cetakan tersebut.

### 3.4 Membuat Desain Aliran dan *Layout*

Tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu membuat desain aliran dan *layout* menggunakan *layout* cetakan yang sudah ada berdasarkan hasil pengumpulan data, selain itu juga membuat dua desain aliran dan *layout* berdasarkan standart spesimen yang akan dijadikan perbandingan untuk optimasi *layout* cetakan yang sudah ada.

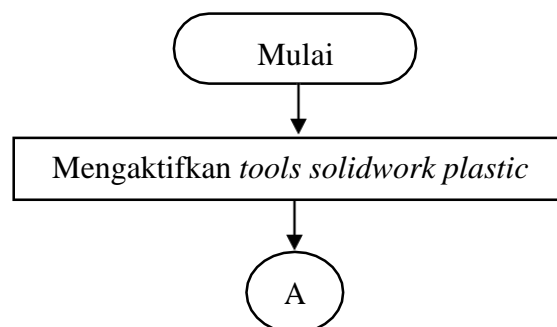
### 3.5 Menentukan Parameter Proses

Setelah itu menentukan parameter proses awal yang akan digunakan pada pembuatan simulasi menggunakan *software solidwork plastic* yang sesuai berdasarkan hasil pengumpulan data dan melakukan perhitungan mengenai parameter *filling time* dan *clamp force limit*. Terdapat beberapa parameter proses yang akan ditentukan yaitu *filling time*, *melt temperature*, *mold temperature*, *injection pressure limit*, dan *clamp force limit*.

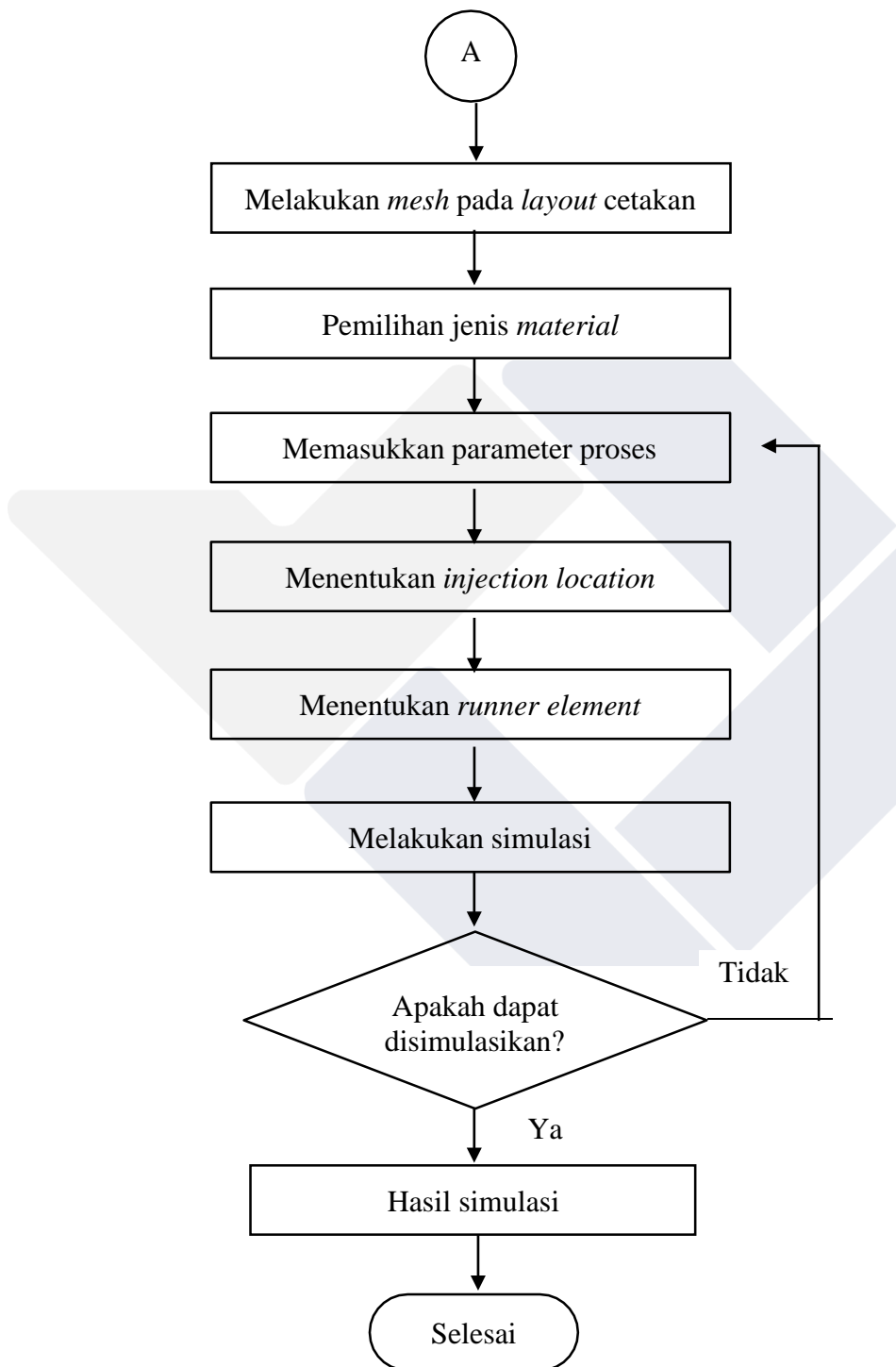
### 3.6 Membuat Simulasi Aliran Dengan *Software Solidwork Plastic*

Langkah selanjutnya yaitu melakukan simulasi aliran menggunakan desain *layout* yang sudah ada dengan parameter proses awal, jika terdapat hasil simulasi yang kurang optimal seperti cacat *shink mark* maka selanjutnya akan menentukan parameter proses yang optimal berdasarkan riset dan menggunakan parameter proses yang optimal untuk mensimulasikan dua desain aliran dan *layout* berikutnya.

Berikut diagram alir untuk membuat tahapan simulasi aliran pada cetakan spesimen uji tarik dan impak menggunakan *software solidwork plastic* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram alir simulasi aliran *software solidwork plastic*



Gambar 3. 2 Diagram alir simulasi aliran *solidwork plastic* (lanjutan)

### **3.6.1 Mengaktifkan *Solidwork Plastic Tools***

Pada tahap ini yaitu mengaktifkan *tools solidwork plastic* yang akan digunakan untuk melakukan simulasi aliran terkait *layout* spesimen uji tarik dan impak.

### **3.6.2 Melakukan *Mesh* Pada *Layout* Cetakan**

Pada tahap ini melakukan *mesh* pada *layout* cetakan. Dalam *solidwork plastic* terdapat beberapa pengaturan sebelum melakukan simulasi diantaranya yaitu *mesh*, *mesh* merupakan tingkat akurasi yang mempengaruhi kualitas hasil simulasi, semakin kecil ukuran yang terdapat pada elemen *mesh* maka semakin baik hasil simulasi yang didapatkan.

### **3.6.3 Pemilihan Jenis *Material***

Pada tahap ini memasukkan jenis *material* yang digunakan dalam pembuatan simulasi aliran. Dalam hal ini *material* yang akan digunakan yaitu *polypropylene (PP)*.

### **3.6.4 Memasukkan Parameter Proses**

Pada tahap ini memasukkan parameter proses awal yang telah ditentukan berdasarkan hasil pengumpulan data maupun proses perhitungan diantaranya yaitu *filling time*, *clamp force*, *injection pressure*, *mould temperature*, dan *melt temperature*.

### **3.6.5 Menentukan *Injection Location***

Pada tahap ini yaitu menentukan *injection location* yang tepat pada *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak, pengaturan ini sangat penting untuk simulasi aliran yang akan dijalankan.

### **3.6.6 Menentukan *Runner Element***

Pada tahap ini menentukan *runner element* berdasarkan *layout* cetakan yang telah dibuat yang bertujuan untuk mengetahui *runner* pada cetakan spesimen

uji tarik dan impak tersebut.

### 3.6.7 Melakukan Simulasi

Pada tahap ini menjalankan simulasi aliran terhadap *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak.

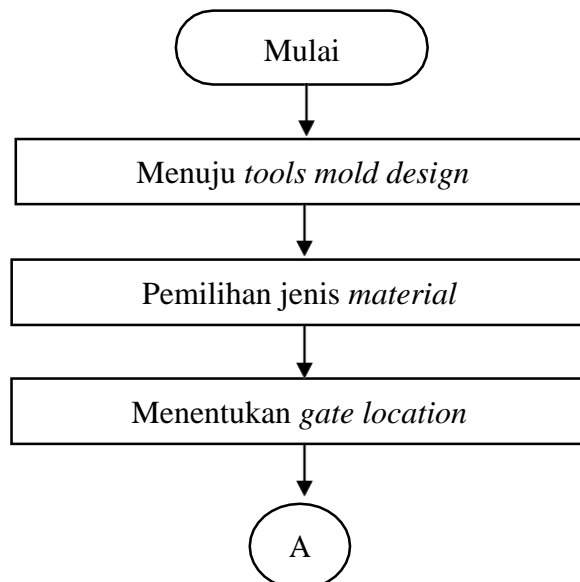
### 3.6.8 Hasil Simulasi

Tahap terakhir dalam pembuatan simulasi aliran yaitu akan memaparkan hasil simulasi berdasarkan parameter proses yang telah ditentukan diantaranya yaitu hasil dari *output* masa dan volume produk serta hasil simulasi seperti *fill time*, *shrink mark*, *ease of fill*, *weld lines*, dan *frozen area at post-filling end*.

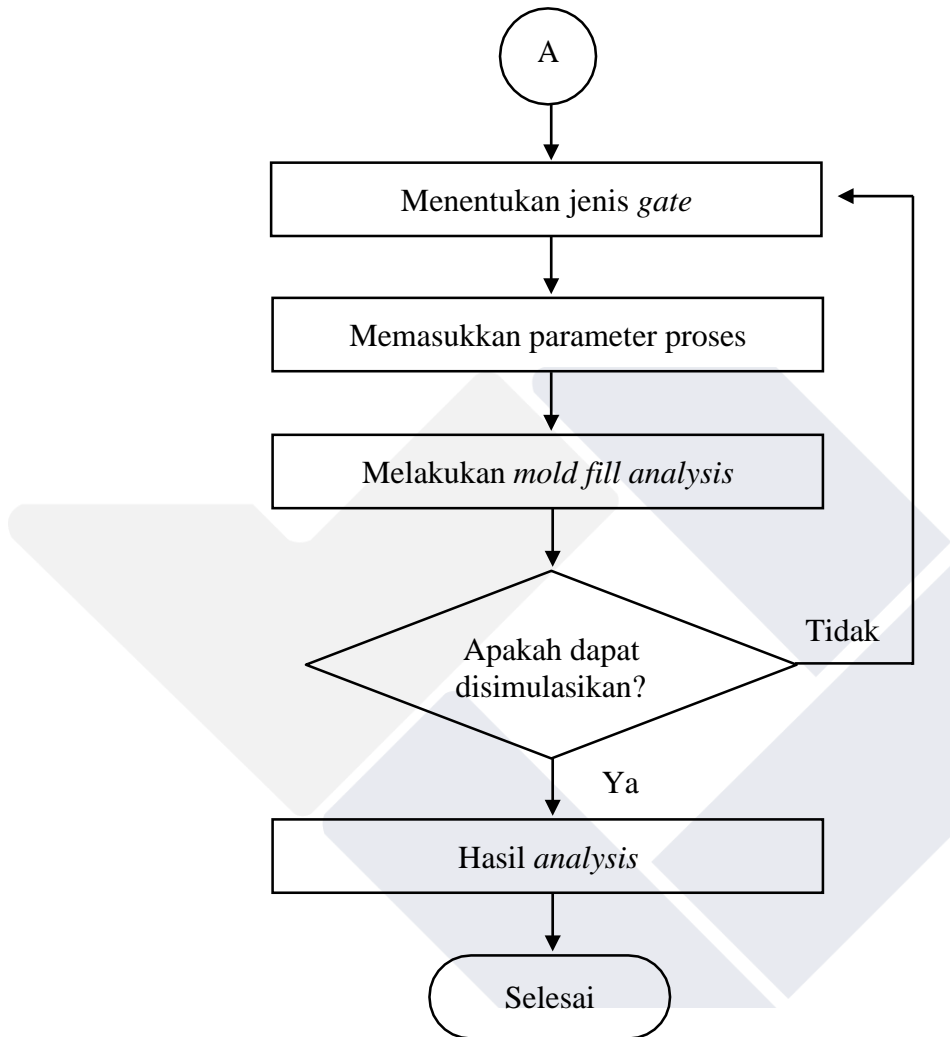
## 3.7 Membuat *Mold Fill Analysis* Menggunakan *Software Inventor*

Membuat *mold fill analysis* menggunakan parameter yang optimal dari hasil simulasi yang telah dilakukan dengan *software solidwork plastic* dengan tiga desain aliran dan *layout*.

Diagram alir untuk membuat tahapan *mold fill analysis* pada cetakan spesimen uji tarik dan impak menggunakan *software inventor* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Daigram alir *mold fill analysis software inventor*



Gambar 3. 3 Diagram alir *mold fill analysis software inventor* (lanjutan)

### 3.7.1 Menuju *Tools Mold Design*

Langkah awal sebelum melakukan *mold fill analysis* simulasi aliran menggunakan *software inventor* yaitu menuju *tools mold design* yang digunakan sebagai metode pendekatan dalam menganalisa proses plastik mengisi rongga cetak.

### **3.7.2 Pemilihan Jenis Material**

Pada tahap ini menentukan jenis *material* yang digunakan dalam pembuatan *mold fill analysis*. Dalam hal ini *material* yang akan digunakan yaitu *polypropylene* (PP).

### **3.7.3 Menentukan Gate Location**

Pada tahap ini yang akan dilakukan adalah menentukan posisi *gate* pada *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impact.

### **3.7.4 Menentukan Jenis Gate**

Pada tahap ini menentukan jenis *gate* yang akan digunakan pada saat proses *mold fill analysis*. Dalam hal ini jenis *gate* yang digunakan yaitu *sprue gate*.

### **3.7.5 Memasukkan Parameter Proses**

Pada tahap ini memasukkan parameter proses yang optimal berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan *software solidwork plastic*.

### **3.7.6 Melakukan Mold fill Analysis**

Pada tahap ini menjalankan *mold fill analysis* terhadap *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impact.

### **3.7.7 Hasil Analysis**

Tahap terakhir dalam pembuatan *mold fill analysis* yaitu memaparkan hasil *analysis* dari tiga desain aliran dan *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impact berdasarkan parameter proses yang optimal diantaranya yaitu hasil dari *output* masa dan volume produk serta hasil simulasi seperti *fill time*, *confidence of fill*, dan *weld lines*.

## **3.8 Membandingkan Hasil Simulasi**

Pada tahap ini membandingkan hasil simulasi aliran yang dilakukan di *software solidwork plastic* dengan hasil *analysis* yang dilakukan menggunakan

*software inventor*. Adapaun hasil yang akan dibandingkan antara lain *fill time*, *confidence of fill*, *weld lines*, *mass*, dan *volume*.





## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengumpulan Data**

Hasil pengumpulan data terkait pengerjaan proyek akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Data Mesin Arburg 420 Golden Edition.

Data mesin Arburg 420C Golden Edition yang akan dijadikan acuan dalam menentukan parameter proses yang akan digunakan diantaranya *injection pressure* 2000 bar (max) dan *clamp force* 1000 kN (max) dapat dilihat pada halaman Lampiran 3.

2. Data *Material*

Data mengenai material plastik *polypropylene*(PP) yang akan digunakan pada proses simulasi menggunakan *software solidwork plastic* diantaranya yaitu *melt temperature* 220-290°C, *mould temperature* 20-80°C dan masa jenis *material* 0,9 g/cm<sup>3</sup> dapat dilihat pada halaman Lampiran 3.

3. Desain Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Impak

Terkait data desain cetakan spesimen uji tarik dan impact yang berupa gambar *draft* yang menjadi acuan dalam membuat simulasi aliran akan dilampirkan pada halaman Lampiran 2.

#### **4.2 Menentukan Harga Produk**

Dalam menentukan harga produk spesimen uji tarik dan impact perlu dilakukan perhitungan, yang pertama yaitu jumlah pemakaian bahan baku perhari dalam hal ini jumlah waktu kerja yaitu 6 jam 30 menit atau 23,400 detik, berat total produk spesimen uji tarik dan impact yaitu sebesar 39,6 gram, dan *cycle time* 54

detik, dapat dihitung jumlah pemakaian bahan baku perhari yaitu sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah waktu kerja(det)} \times \text{berat produk(g)}}{\text{Cycle time(det)}}$$
$$= \frac{23,400 \times 39,6}{54} = 17,16 \text{ kg}$$

Jadi total pemakaian jumlah bahan baku perhari yaitu sebesar 17,16 kg.

Setelah melakukan perhitungan terkait jumlah pemakaian bahan baku perhari selanjutnya yaitu melakukan perhitungan total penggunaan listrik perbulan yang dimana daya pada mesin injeksi seperti *drive power of the hydrolic pump* sebesar 15 kW, *Heading zones* sebesar 5,8 kW, *installed nozzle heating power* yaitu sebesar 0,6 kW, dan *total connected load* sebesar 23,9 kW, jadi total daya pada mesin injeksi yaitu sebesar 45,3 kW dan tarif listrik yang digunakan yaitu golongan I3 dengan daya diatas 200 kVA seharga Rp 1114,74 per kWh. Dapat dihitung total penggunaan listrik perbulan yaitu sebagai berikut :

- Total daya pada mesin injeksi x tarif listrik
- 45,3 Kw x 1114,74 kWh
- 50.497,722/hari
- Rp 1.009.954/bulan

Jadi total penggunaan listrik perbulan yaitu sebesar Rp 1.009.954.

Setelah melakukan perhitungan terkait penggunaan listrik perbulan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan total produksi sehari, dalam hal ini bahan baku perhari yaitu sebesar 17,160 gram dan berat total produk spesimen uji tarik dan impak sebesar 39,6 gram. Dapat dihitung total produk sehari yaitu sebagai berikut :

$$\frac{\text{bahan baku perhari}}{\text{massa produk}}$$
$$= \frac{17,160 \text{ g}}{39,6 \text{ gram}} = 433 \text{ produk/hari atau } 8,660 \text{ produk/bulan}$$

Jadi total prdouksi sehari produk spesimen uji tarik dan impak yaitu sebanyak 433 produk atau 8,660 produk perbulan.

Selanjutnya menentukan biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, biaya *overhead* pabrik (tetap dan variabel), biaya produksi tetap dan perkiraan pendapatan yaitu sebagai berikut :

1. Biaya Bahan Baku Langsung

Berikut biaya yang dikeluarkan dalam bahan baku langsung baik itu jumlah pemakaian bahan baku perhari, jumlah bahan baku perbulan, harga satuan dan biaya bulanan selama 20 hari dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Biaya Bahan Baku Langsung

Bahan Baku Langsung (Kg)	Jumlah Pemakaian Bahan Baku Perhari (kg)	Jumlah Pemakaian Bahan Baku Perbulan (kg)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Bulanan 20 Hari (Rp)
<i>Polypropylene</i>	17,16	343,2	10,000	3.432.000
Total Biaya Bahan Baku Langsung				3.432.000

Jadi total biaya bahan baku langsung yang dikeluarkan berdasarkan Tabel 4.1 yaitu sebesar Rp 3.432.000.

2. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Dalam menentukan biaya tenaga kerja perbulan, disini menggunakan acuan UMR Bangka Belitung seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Biaya Tenaga Kerja Langsung

Jumlah Tenaga Kerja Langsung	Biaya Perhari (Rp)	Biaya Bulanan (Rp)
1	175.000	3.500.000
Total Biaya Tenaga Kerja Langsung		3.500.000

Jadi biaya yang dikeluarkan untuk 1 tenaga kerja langsung selama 1 Bulan yaitu sebesar Rp 3.500.000 berdasarkan acuan UMR Bangka Belitung atau biaya perhari untuk 1 tenaga kerja langsung sebesar Rp 175.000 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

### 3. Biaya *Overhead* Pabrik

Adapun biaya *overhead* pabrik diantaranya yaitu *overhead* pabrik tetap maupun *overhead* pabrik variabel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Biaya *Overhead* Pabrik Tetap

Jenis Biaya	Jumlah Jenis	Total Biaya (Rp)
<i>Mould Base</i>	1	23.450.000
<i>Insert Cavity</i>	1	12.500.000
<i>Locating Ring</i>	1	2.000.000
<i>Spure Bush</i>	1	1.200.000
<i>Ejector Pin</i>	4	1.500.000
<i>Spure Puller Type Z</i>	1	1.500.000
<i>Nipple (Quick-Fitting Joint)</i>	1	1.000.000
<i>O-ring STD</i>	16	300.000
<i>Penutup Lubang Colling (Tapered Thread Plug)</i>	16	700.000
<i>Bolt (Hexagon socket head cap screws) M8</i>	6	400.00
<i>Eye Bolts M12</i>	4	500.000
<i>Water Hoses (Hot-Water Tube)</i>	1	400.000
Jumlah		45.450.000
PPN 10%		4.545.000
Total		49.995.000

Jadi total biaya *overhead* pabrik tetap yang dikeluarkan berdasarkan Tabel 4.3 yaitu sebesar Rp 49.995.000.

Tabel 4. 4 Biaya *Overhead* Pabrik Variabel

Jenis Biaya	Jumlah jenis	Total Biaya (Rp)
Listrik		1.009.954
Majun	20 kg	120.000
<i>Silicone spray</i>	4 pcs	84.000
<i>Mold clear</i>	4 pcs	220.000
<b>Total Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Variabel</b>		<b>1.433.954</b>

Jadi total biaya *overhead* pabrik variabel yang dikeluarkan berdasarkan Tabel 4.4 yaitu sebesar Rp 1.433.954 .

#### 4. Biaya produksi tetap

Biaya produksi tetap yang dikeluarkan dari biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, biaya *overhead* tetap, dan biaya *overhead* variabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Biaya Produksi Tetap

Jenis Biaya	Total Biaya (Rp)
Biaya Bahan Baku Langsung	3.432.000
Biaya Tenaga Kerja Langsung	3.500.000
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Tetap	49.995.000
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Variabel	1.433.954
<b>Total Biaya Produksi</b>	<b>58.360.954</b>

Jadi total biaya produksi tetap yang dikeluarkan berdasarkan Tabel 4.5 yaitu sebesar Rp 58.360.954.

Untuk mendapatkan harga pokok produksi yaitu menggunakan metode *cost plus pricing* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga Pokok Produksi} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Total Produksi Sebulan}} \\ &= \frac{\text{Rp } 58.360.954}{8.660} \\ &= \text{Rp } 6.739 \end{aligned}$$

Harga jual produk dapat dihitung dengan menjumlahkan total biaya produksi dengan laba yang ditetapkan sebesar 30% kemudian dibagi dengan total produk selama sebulan. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga Jual Produk} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi} + \text{Laba Yang Diinginkan}}{\text{Total Produksi Sebulan}} \\ &= \frac{\text{Rp } 58.360.954 + (58.360.954 \times 30\%)}{8.660} \\ &= \text{Rp } 8.760 \end{aligned}$$

Keuntungan yang didapatkan dari hasil penjualan produk spesimen uji tarik dan uji impak dapat dilihat pada Tabel 4.6.

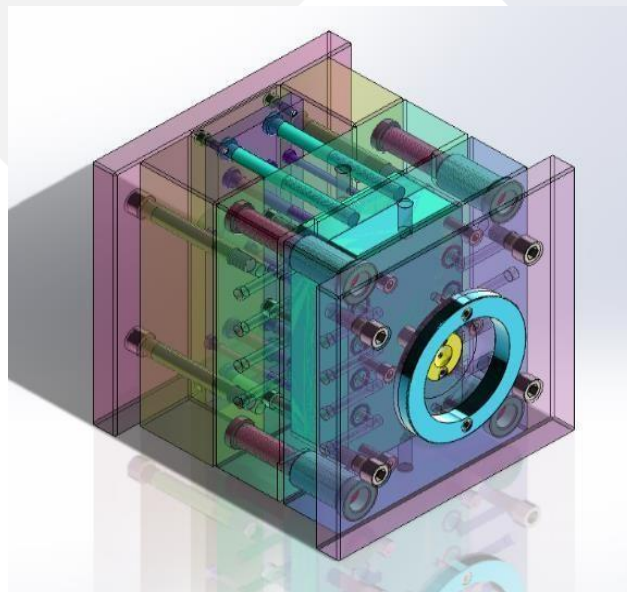
Tabel 4. 6 Perkiraan Pendapatan

Modal Awal	Perkiraan Pendapatan Hasil Perjualan Perbulan	Laba/Keuntungan
= BBBL + BTKL + BOPT + BOPV = Rp 3.432.000 + Rp 3.500.000 + Rp 49.995.000 + Rp 1.433.954 = 58.360.954	= Target Jual produk Bulanan × Harga Jual Produk = 5000 × Rp 8.660 = Rp 43.300.000	= Hasil Penjualan perbulan – (BBBL+BTKL+BOPV)= Rp 43.300.000 – Rp 8.365.954 = Rp 34.934.046

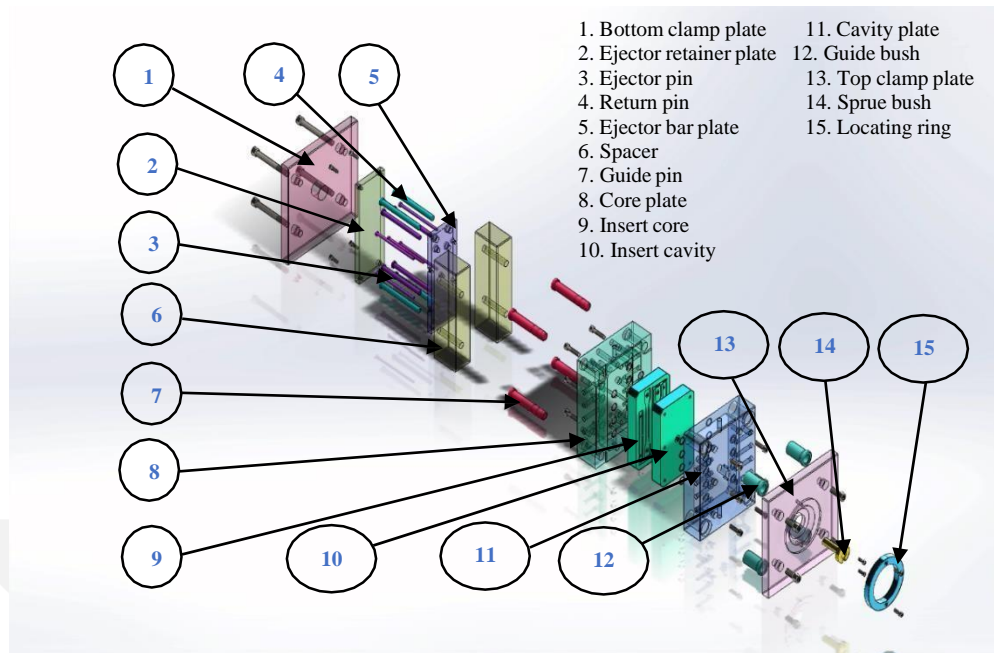
Dari perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.6 keuntungan yang diperoleh yaitu sebesar Rp 34.934.046 dengan harga jual 2 produk spesimen uji tarik dan 2 produk spesimen uji impact sebesar Rp 8.760, untuk menutup modal awal Rp 58.360.954 membutuhkan waktu 1 bulan 7 hari dari keuntungan perbulan.

### 4.3 Membuat 3D Model

Berikut hasil dari pembuatan 3D model cetakan spesimen uji tarik dan impact yang sudah ada berdasarkan hasil pengumpulan data berupa gambar *draft* yang dibuat dalam bentuk *assembly* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan tampilan *exploded view* atau bukaan semua komponen serta nama bagian dari cetakan tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 *Assembly* Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Impact



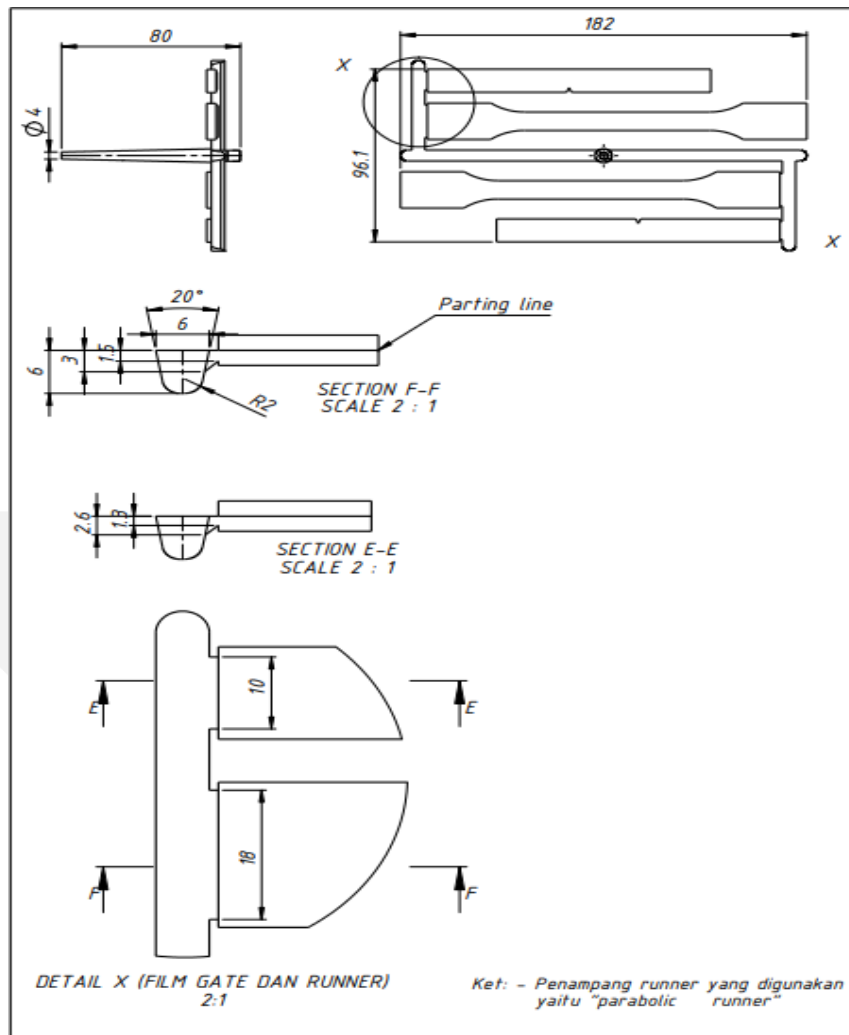
Gambar 4. 2 *Exploded View* Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Impak

#### 4.4 Membuat Desain Aliran dan *Layout*

##### 4.4.1 Desain Aliran dan *Layout* 1

Desain aliran dan *layout* 1 spesimen uji tarik dan impak yang sudah ada berdasarkan hasil pengumpulan data berupa gambar *draft* yang menggunakan aliran dengan penampang *runner* berupa *parabolic runner* dengan bentuk dan ukuran yang ditunjukkan pada *section* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan *gate* yang digunakan berjenis *film gate* dengan lebar 1 mm dan panjang 18 mm pada spesimen uji tarik dan panjang *gate* 10 mm pada spesimen uji impak seperti yang ditunjukkan pada *detail X* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dalam hal ini bentuk *layout* yang dibuat berdasarkan acuan ASTM D 3641–02 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

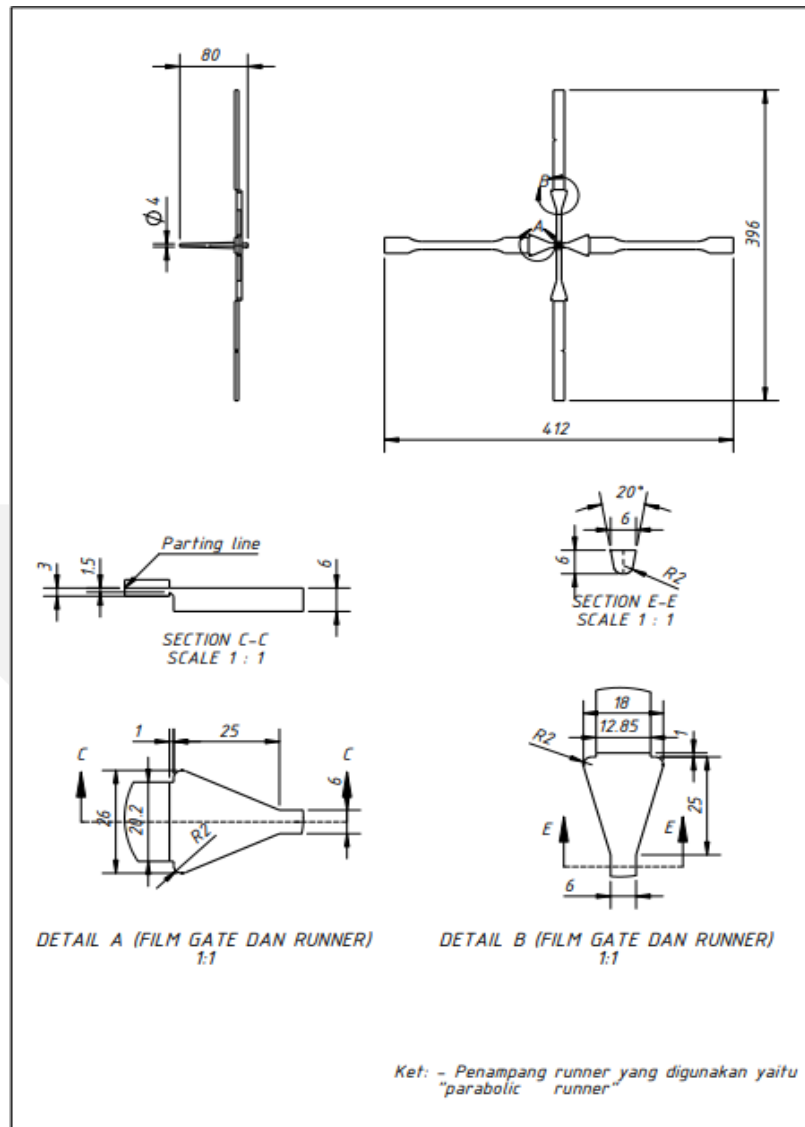




Gambar 4. 3 Desain Aliran dan *Layout* 1

#### 4.4.2 Desain Aliran dan *Layout* 2

Desain aliran dan *layout* 2 yang telah dibuat menggunakan aliran dengan penampang *runner* berupa *parabolic runner* dengan bentuk dan ukuran yang ditunjukkan pada *section* E dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan *gate* yang digunakan berjenis *film gate* dengan lebar 1 mm dan panjang 20,2 mm pada spesimen uji tarik dan panjang *gate* 12,85 mm pada spesimen uji impact seperti yang ditunjukkan pada *detail* A dan B dapat dilihat pada Gambar 4.4. Dalam hal ini bentuk *layout* dan bentuk *runner* yang hampir menyerupai segitiga dibuat berdasarkan acuan ASTM D-955 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

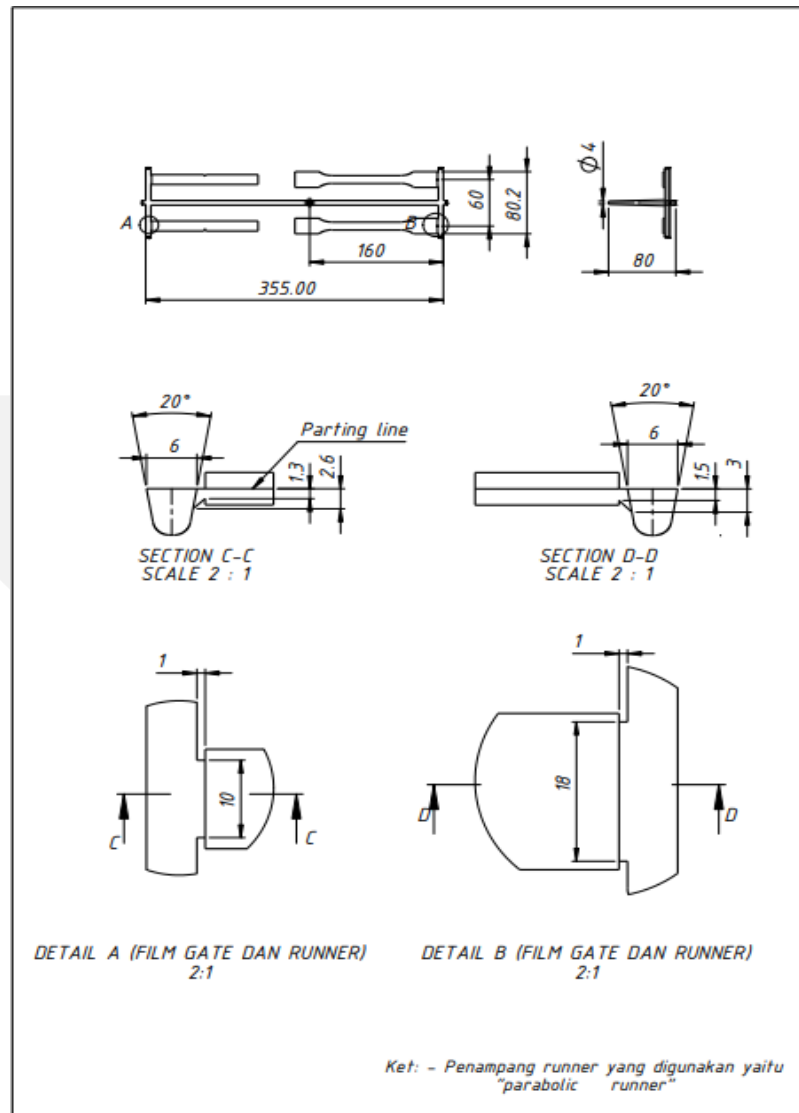


Gambar 4. 4 Desain Aliran dan *Layout* 2

#### 4.4.3 Desain Aliran dan *Layout* 3

Desain aliran dan *layout* 3 yang telah dibuat menggunakan aliran dengan penampang *runner* berupa *parabolic runner* dengan bentuk dan ukuran yang ditunjukkan pada *section* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan *gate* yang digunakan berjenis *film gate* seperti yang ditunjukkan pada *detail* A dan B dengan lebar *gate* 1 mm dan panjang 18 mm pada spesimen uji tarik dan panjang *gate* 10 mm pada spesimen uji impak dapat dilihat pada Gambar 4.5. Dalam hal ini bentuk *layout*

yang dibuat berdasarkan acuan ASTM D 3641-02 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Desain Aliran dan *Layout* 3

#### 4.5 Menentukan Parameter Proses

Terdapat beberapa parameter proses awal yang akan tentukan dalam melakukan simulasi aliran diantaranya yaitu *melt temperature* sebesar 250°C, *mold temperature* sebesar 50°C, *injection pressure limit* sebesar 200 MPa yang ditentukan berdasarkan acuan dari hasil pengumpula data terkait jenis material dan data mesin, selain itu juga akan melakukan perhitungan mengenai *filling time* dan

*clamp force limit.*

Perhitungan dalam menentukan besar *clamp force* dan *filling time* pada parameter proses awal adalah sebagai berikut:

### 1. Perhitungan Besar *Clamp Force*

Ukuran spesimen berdasarkan srtandart ISO 20753 type A1 (spesimen uji tarik) dengan panjnag 170 mm dan lebar 20,2 mm serta ASTM D 6110 (spesimen uji impact) dengan panjang 127 mm dan lebar 12,85 mm, jumlah *cavity* pada spesimen uji tarik dan impact yaitu 4 *cavity*.

Perhitungan besar *clamp force*:

Total luas penampang area produk spesimen uji tarik.

- Panjang x lebar x jumlah *cavity*
- 17 cm x 2,02 cm x 2
- 68,68 cm<sup>2</sup>

Total luas penampang area produk spesimen uji impact.

- Panjang x lebar x jumlah *cavity*
- 12,7 cm x 1,285 cm x 2
- 32,639 cm<sup>2</sup>

Total keseluruhan luas penampang spesimen uji tarik dan impact.

- Total luas penampang area produk spesimen uji tarik + Total luas penampang area produk spesimen uji impact
- 68,68 cm<sup>2</sup> + 32,639 cm<sup>2</sup> = 101,319 cm<sup>2</sup>

Besar *clamp force* dihitung berdasarkan persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} & - \frac{\text{Total luas penampang pada produk x injection pressure}}{1000} \\ & - \frac{101,319 \text{ cm}^2 \times 200 \text{ MPa}}{1000} = 20,26 \text{ tons} \approx 20 \text{ tons} \end{aligned}$$

Jadi besar *clamp force* yang akan digunakan pada parameter proses awal yaitu sebesar 20 tons atau 193,13 kN

### 2. Perhitungan *Filling Time*

Dalam menentukan *filling time* ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya yaitu berat jenis *material* plastik *polypropylene* (bjlm) sebesar 0,9

$g/cm^3$ , berat total produk ( $w_m$ ) sebesar 39,59 gram, dan kapasitas *plasticating mesin* ( $p_c$ ) yaitu 60 kg/jam atau 16,7 gram/detik. Dalam hal ini perhitungan *filling time* berdasarkan persamaan 2.1.

Perhitungan *filling time* atau waktu pengisian:

- Volume material plastik ( $V_s$ )

$$\begin{aligned} - V_s &= \frac{w_m}{b_{jm}} \\ &= \frac{39,59 \text{ gram}}{0,9 \text{ g/cm}^3} \\ &= 43,9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- Volumetric flow ( $V_f$ )

$$\begin{aligned} - V_f &= \frac{p_c}{b_{jm}} \\ &= \frac{16,7 \text{ gram/detik}}{0,9 \text{ gram/cm}^3} \\ &= 18,55 \text{ cm}^2/\text{detik} \end{aligned}$$

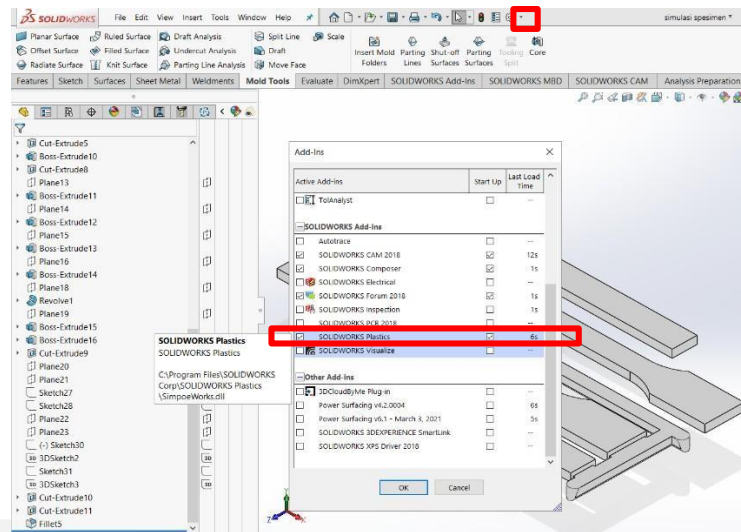
$$\begin{aligned} - T_f &= \frac{V_s}{V_f} \\ &= \frac{43,9 \text{ cm}^3}{18,55 \text{ cm}^2/\text{detik}} \\ &= 2,36 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi *filling time* yang akan digunakan pada pengaturan parameter proses awal yaitu 2,36 detik.

## 4.6 Membuat Simulasi Aliran Menggunakan Software Solidwork Plastic

### 4.6.1 Mengaktifkan Tools Solidwork Plastic

Pada tahap ini yaitu menampilkan *tools solidwork plastic* yang akan digunakan ke tahap-tahap berikutnya dalam simulasi aliran dengan mengklik *options* dipojok kanan kemudian pilih *Add-ins...* setelah itu centang bagian *Solidwork plastic* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



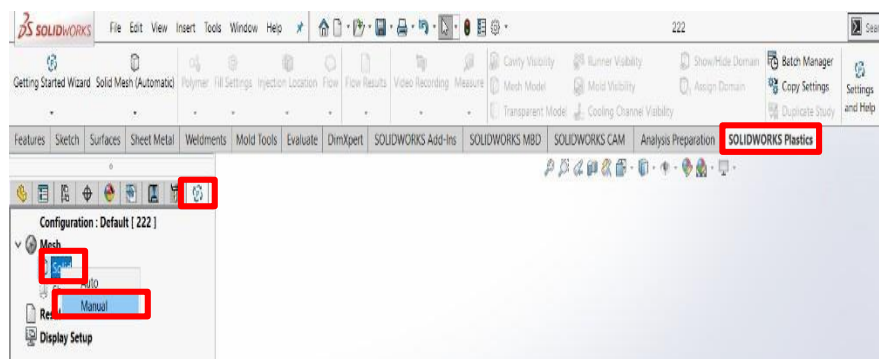
Gambar 4. 6 Tools Solidwork Plastic

#### 4.6.2 Melakukan Mesh Pada Layout Cetakan

Pada tahap ini melakukan *mesh* terhadap *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak jenis solid karena bentuk dari spesimen itu sendiri tidak memiliki rongga, yang dimana *mesh* merupakan suatu pengaturan yang terdapat pada *solidwork plastic* guna untuk meningkatkan akurasi pada hasil simulasi. Dalam melakukan *mesh* terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

##### 1. Menentukan Jenis Mesh

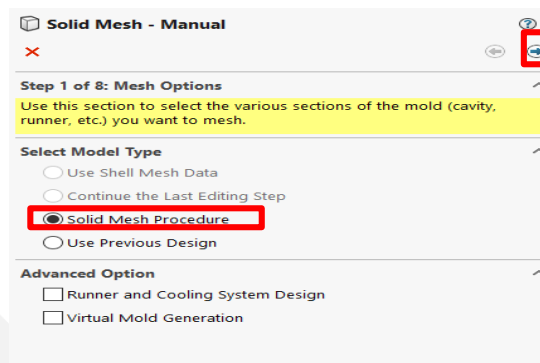
Langlah awal sebelum melakukan *mesh* yaitu menentukan jenis *mesh* dengan mengklik tools *solidwork plastic* lalu tekan *plastic manager* pilih *solid* (klik kanan) tekan manual seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Jenis Mesh

## 2. Mesh Options

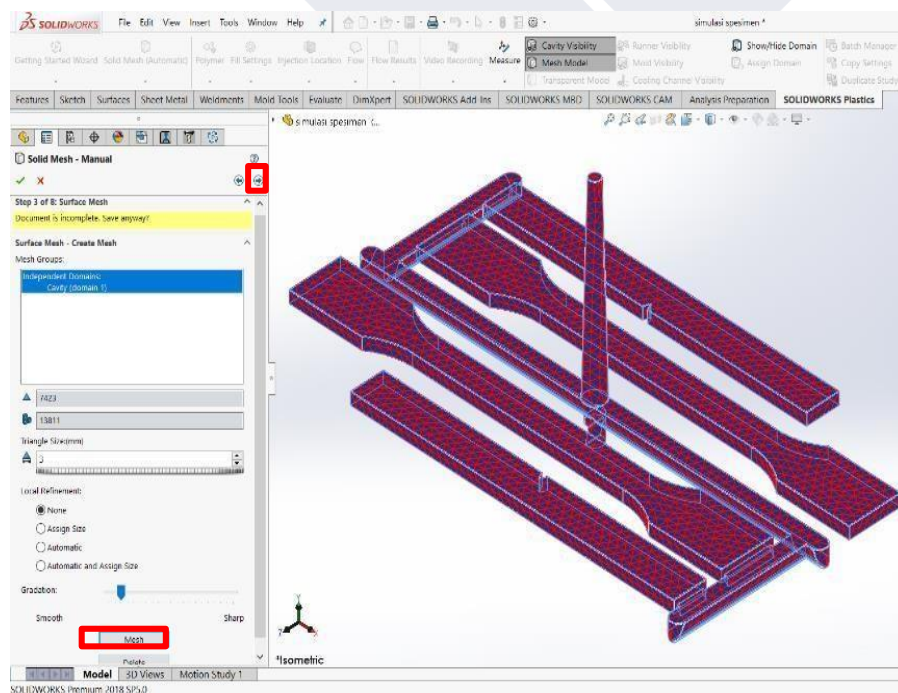
Setelah menentukan jenis *mesh*, tahap selanjutnya yaitu menentukan *mesh options* dengan memilih *solid mesh procedure* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Mesh Options

## 3. Create Mesh

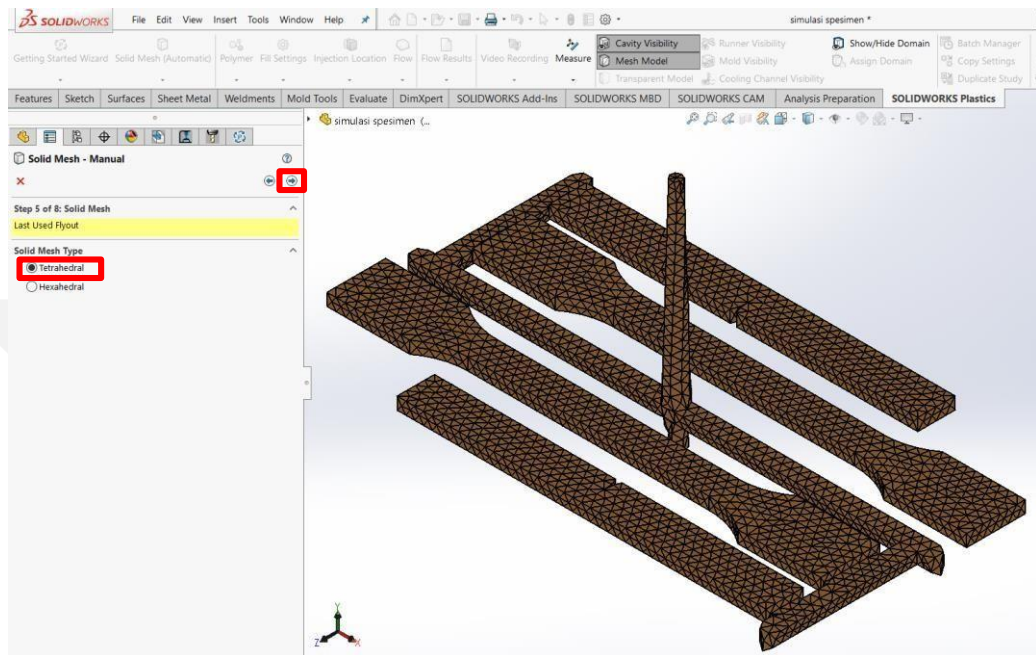
Selanjutnya *create mesh* pada desain aliran dan *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak dapat dilihat pada Gambar 4.9, semakin kecil ukuran mesh yang dipilih maka semakin akurat hasil simulasi yang didapatkan.



Gambar 4. 9 Create Mesh

#### 4. Solid Mesh Type

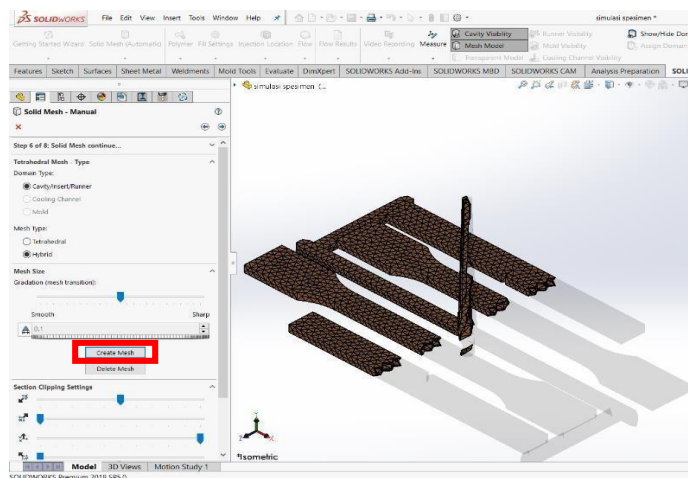
Setelah itu memilih *solid mesh type* yaitu dengan memilih *tetrahedral* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10, karena *type* mesh tersebut memiliki akurasi yang sangat baik.



Gambar 4. 10 Solid Mesh Type

#### 5. Solid Mesh Continue

Tahap terakhir dalam melakukan *mesh* yaitu dengan menekan *create mesh* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.13.

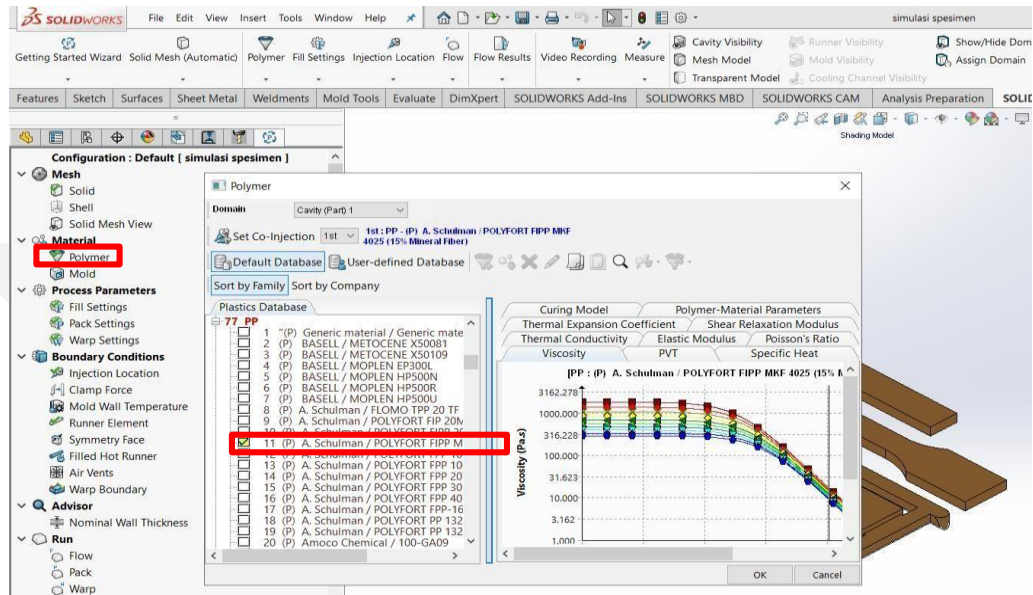


Gambar 4. 11 Solid Mesh Continue



### 4.6.3 Pemilihan Jenis Material

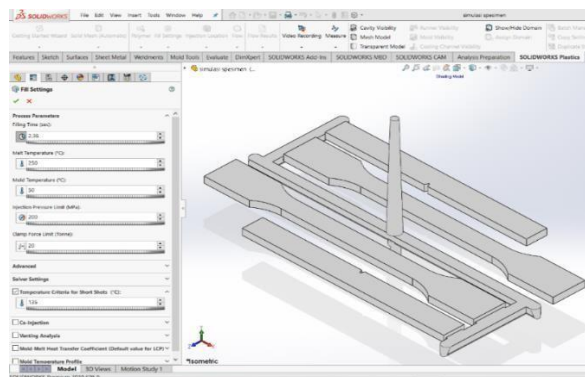
Pada tahap ini memasukkan jenis material *polypropylene*(PP) yang digunakan dalam melakukan simulasi aliran dengan mengklik kanan pada *polymer* kemudian pilih *open database*, setelah itu pilih material *polypropylene*(PP) tipe *A. schulman/polyfort FIPP MKF 4025* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 jenis Material

### 4.6.4 Memasukkan Parameter Proses

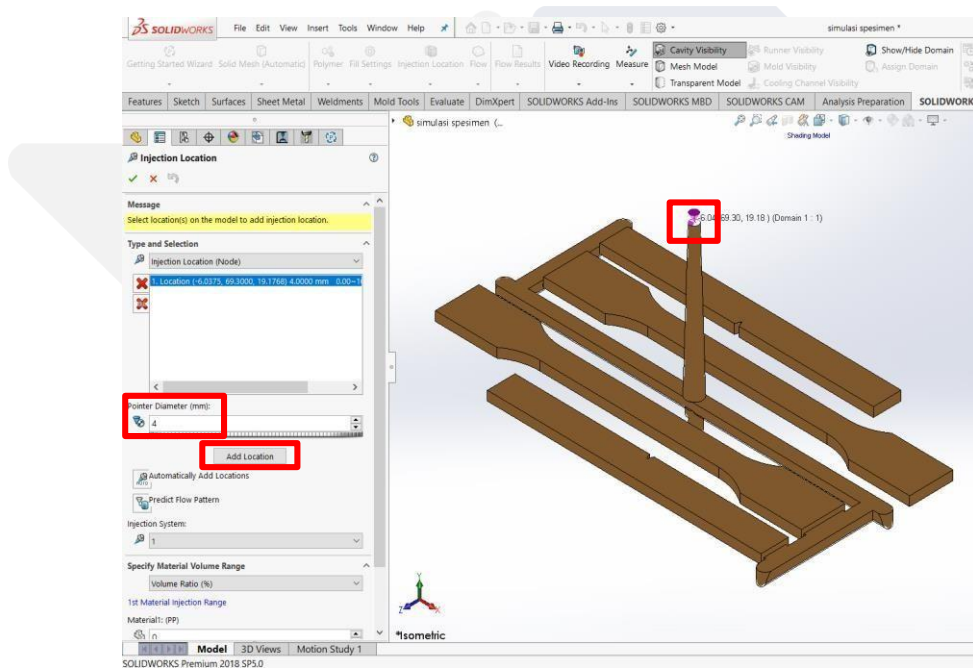
Pada tahap ini memasukkan beberapa parameter proses awal berdasarkan hasil pengumpulan data maupun perhitungan seperti *filling time 2,36s*, *melt temperatue 250°C*, *mold temperature 50°*, *injection pressure limit 200 Mpa* dan *clamp force sebesar 20 tonne* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Fill Setting

#### 4.6.5 Menentukan *Injection Location*

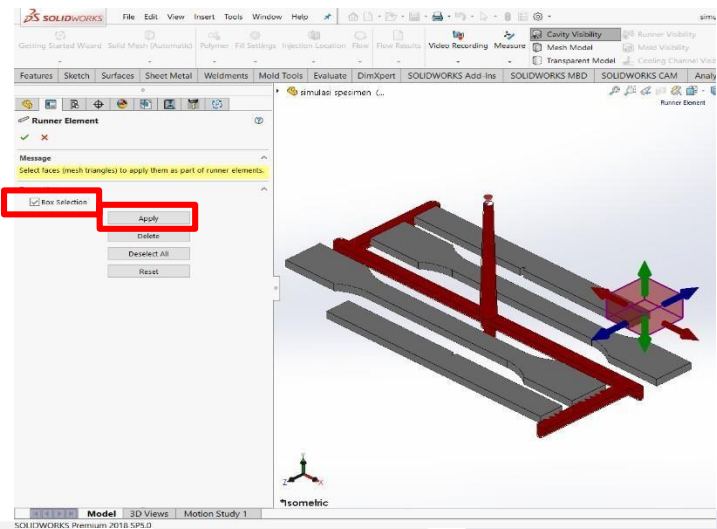
Pada tahap ini menentukan *injection location* yang terdapat pada *layout* cetakan yang bertujuan untuk sebagai *start* awal aliran ketika dijalankan. Dengan mengklik kanan pada *injection location* setelah itu *open setting* lalu pilih lokasi injeksi dibagian *sprue* kemudian pilih *pointer diameter* sebesar 4 mm sesuai diameter *sprue* kemudian tekan *add location* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14 *Injection Location*

#### 4.6.6 Menentukan *Runner Element*

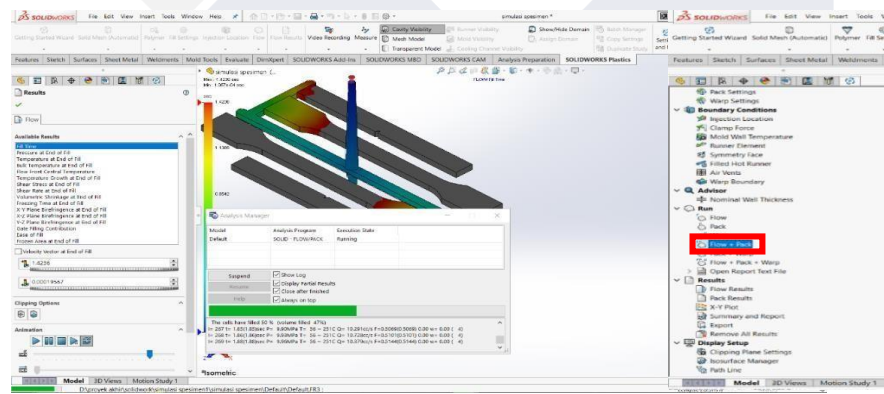
*Runner element* yang akan di *setting* berdasarkan *layout* cetakan yang telah dibuat. Dengan mengklik kanan pada *runner element* lalu pilih *open settings* kemudian centang bagian *box selection* (atur *box selection* berdasarkan *runner* yang telah dibuat) setelah itu *apply* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Runner Element

#### 4.6.7 Melakukan Simulasi

Pada tahap ini menjalankan simulasi dengan cara mengklik kanan pada *flow+pack* lalu pilih *run* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Simulasi Aliran

#### 4.6.8 Hasil Simulasi

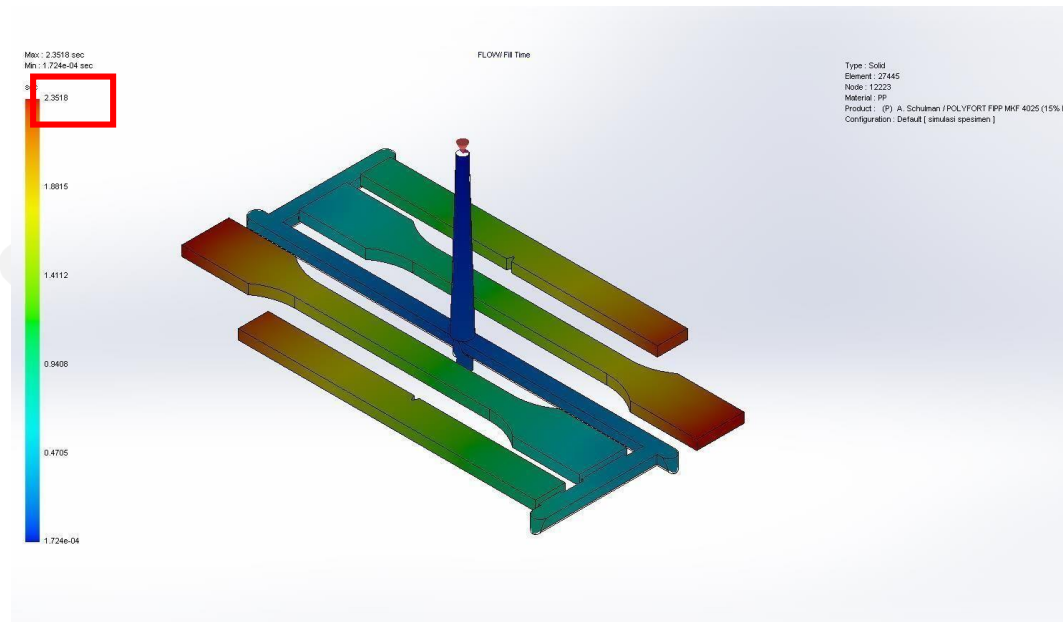
Data terkait hasil simulasi desain *layout* 1 cetakan yang sudah ada menggunakan parameter proses awal yaitu sebagai berikut :

##### 1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout* 1 terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 43,21 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 50,97 gram.

## 2. Fill Time

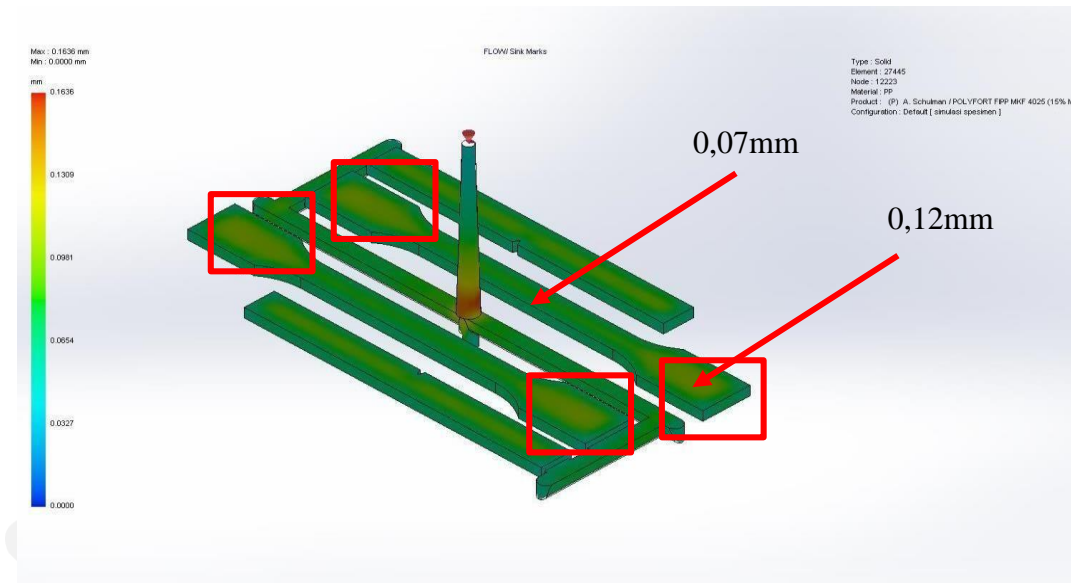
*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses awal untuk memenuhi *material* plastik pada proses injeksi terhadap rongga cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 2,351 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 *Fill Time*

## 3. Shink Mark

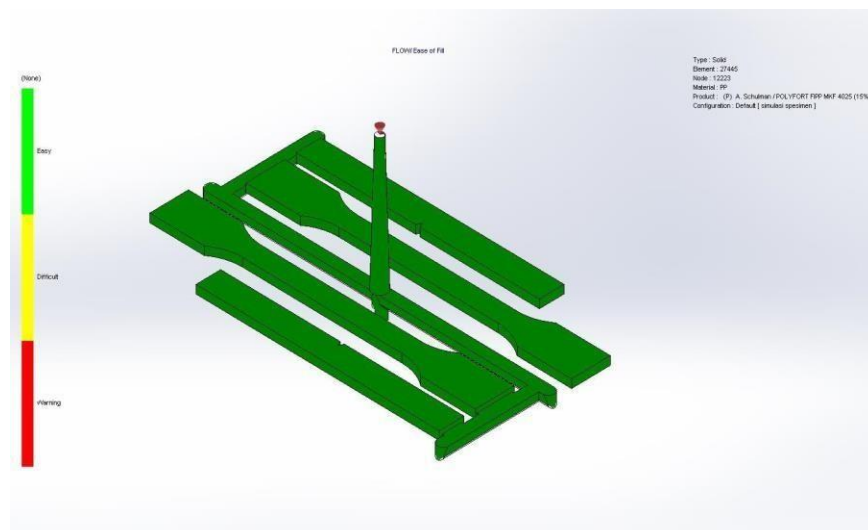
*Shink mark* merupakan salah satu cacat pada proses injeksi *molding*, dari hasil simulasi pada desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses awal terdapat *shink mark* yaitu ditandai dengan warna yang berbeda sehingga terdapat perbedaan ketebalan pada produk spesimen yaitu sebesar 0,07-0,12 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 *Shink Mark*

#### 4. *Ease of Fill*

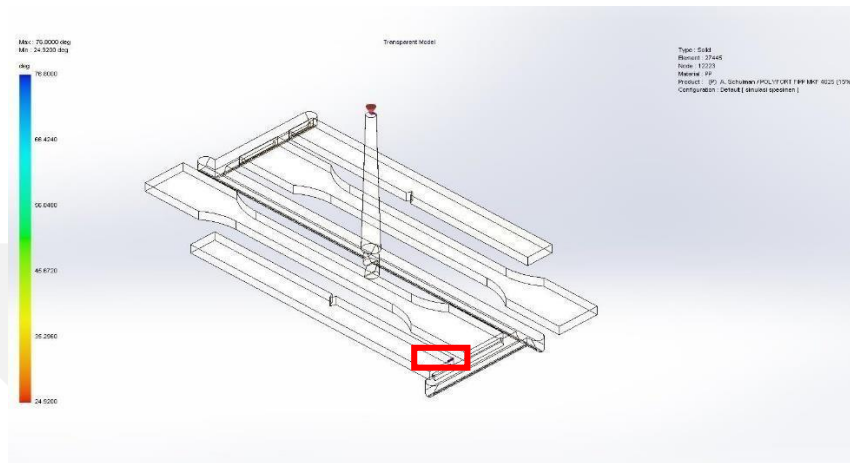
*Ease of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter awal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 *Ease of Fill*

## 5. Weld Lines

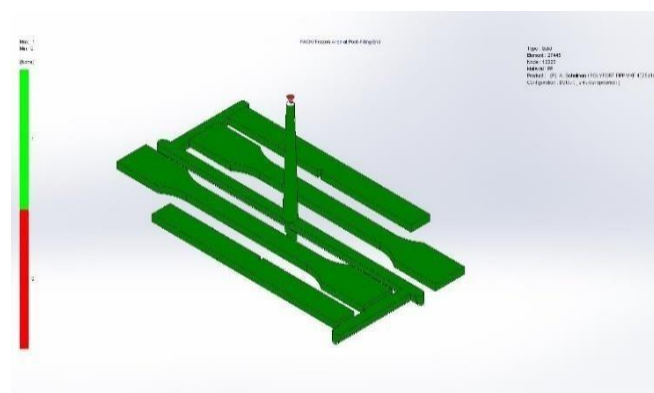
*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter awal terdapat *weld lines* pada sisi ujung spesimen uji impact yang dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 *Weld Lines*

## 6. Frozen Area at Post Filling-End

*Frozen area at post filling-end* atau pembekuan diakhir pengisian, setelah dilakukan simulasi terhadap desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter awal hasil simulasi yang didapatkan yaitu tidak ada area yang beku di akhir pengisian atau produk hasil simulasi tersebut terbilang sempurna pada rongga cetakan spesimen uji tarik dan impact yang ditandai dengan hasil simulasi berwarna hijau atau nilai 1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.21.



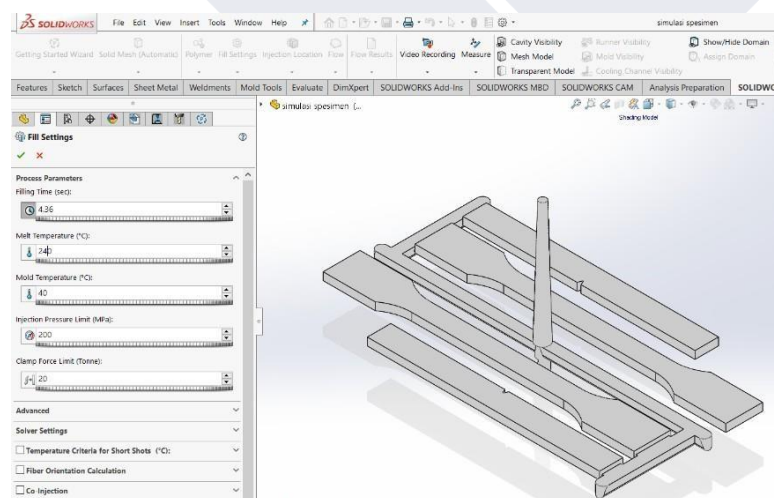
Gambar 4. 21 *Frozen Area at Post Filling-End*

Dari hasil simulasi menggunakan parameter proses awal terdapat cacat *shink mark* dengan warna yang tidak merata sebesar 0,07 - 0,012 mm, selanjutnya akan melakukan simulasi ulang untuk mendapatkan hasil simulasi yang optimal dengan parameter yang berbeda sesuai penyebab cacat pada hasil simulasi tersebut.

Parameter proses percobaan 1 dan hasil simulasi menggunakan parameter proses percobaan 1 diantaranya yaitu *fill time*, *shink mark*, *ease of fill*, *weld lines* dan *frozen area at post filling-end* yaitu sebagai berikut :

#### 1. Parameter Proses Percobaan 1

Parameter proses percobaan 1 dengan menambah *filling time* 2s dari parameter awal menjadi 4,36s, mengurangi *melt temperature* 10°C dari parameter awal sehingga menjadi 240°C, mengurangi *mold temperature* dari parameter awal sebesar 10°C sehingga menjadi 40°C, *clamp force* tidak ada perubahan yaitu sebesar 20 tonne dan *injection pressure* juga tidak ada perubahan yaitu sebesar 200 Mpa, parameter tersebut digunakan untuk meminimalisir cacat *shink mark* yang terjadi pada hasil simulasi menggunakan parameter awal, parameter percobaan 1 dapat dilihat pada Gambar 4.22.

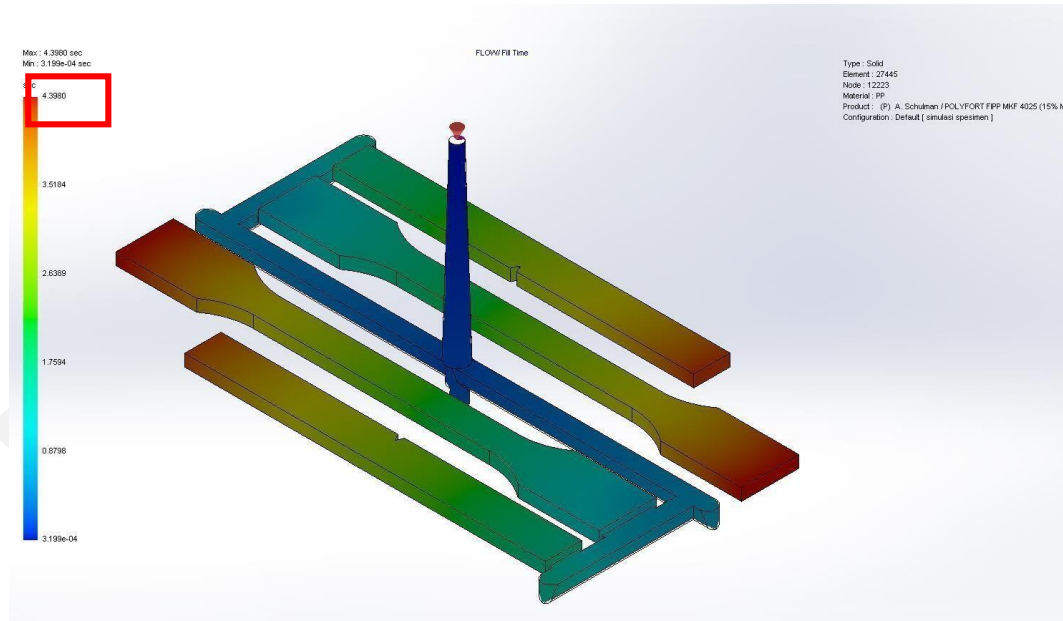


Gambar 4. 22 Parameter Proses Percobaan 1

#### 2. *Fill Time* Percobaan 1

*Fill time* yang dihasilkan dari hasil simulasi pada desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 1 untuk memenuhi *material* plastik

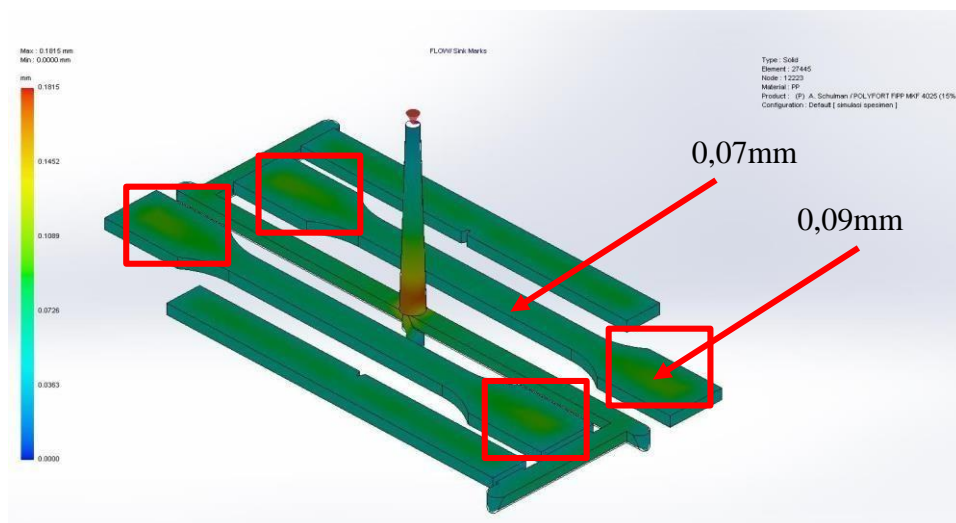
pada proses injeksi terhadap rongga cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 4,398 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 *Fill Time* Percobaan 1

### 3. *Shink Mark* Percobaan 1

Dari hasil simulasi dengan desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 1 terdapat *shink mark* yaitu ditandai dengan warna yang berbeda sehingga terdapat perbedaan ketebalan pada produk spesimen yaitu sebesar 0,07-0,09 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.24.

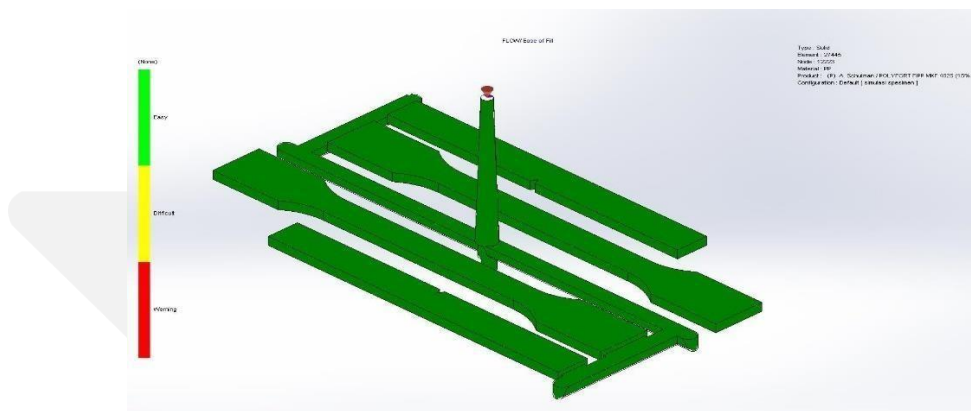


Gambar 4. 24 *Shink Mark* Percobaan 1



#### 4. *Ease of Fill* Percobaan 1

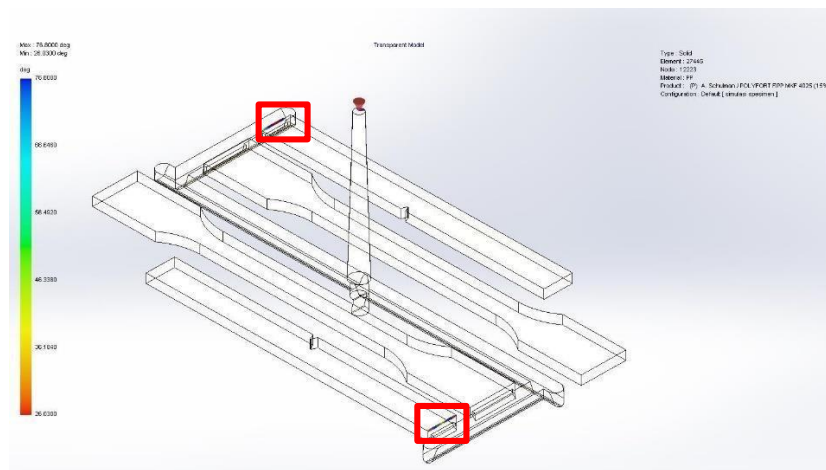
*Ease of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 1 kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 *Ease of Fill* percobaan 1

#### 5. *Weld Lines* Percobaan 1

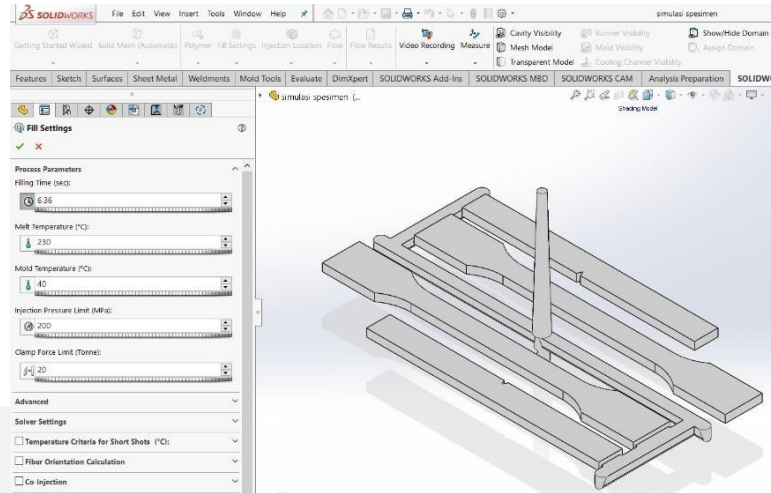
*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 1 terdapat *weld lines* pada sisi ujung spesimen uji impak yang dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4. 26 *Weld Lines* Percobaan 1



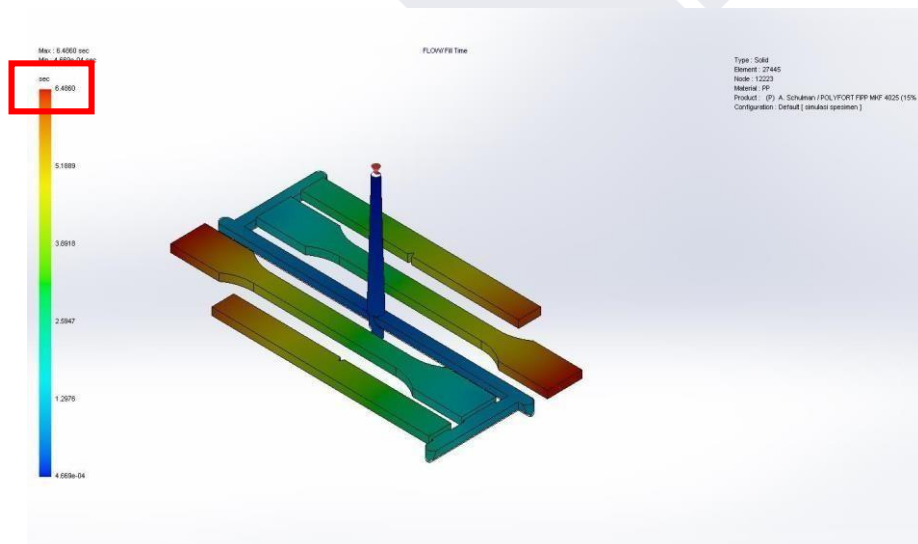
meminimalisir cacat *shink mark* yang terjadi pada hasil simulasi menggunakan parameter percobaan 1, parameter percobaan 2 dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4. 28 Parameter Proses Percobaan 2

## 2. Fill Time Percobaan 2

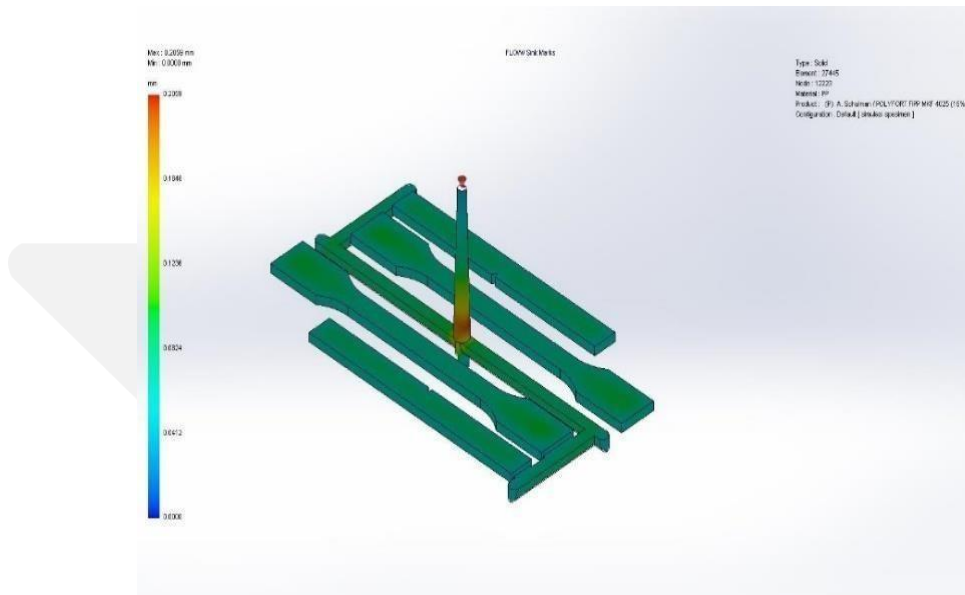
*Fill time* yang dihasilkan dari hasil simulasi pada desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 2 untuk memenuhi *material* plastik pada proses injeksi terhadap rongga cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 6,486 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Fill Time Percobaan 2

### 3. *Shink Mark* Percobaan 2

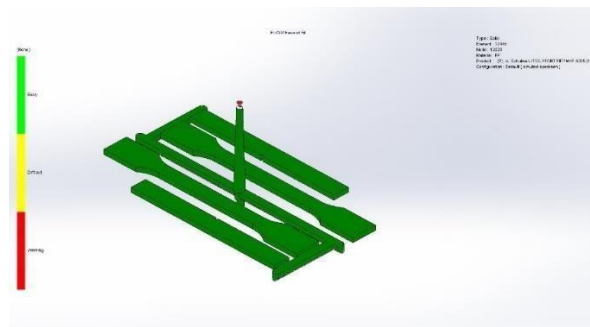
Dari hasil simulasi dengan desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 2 terdapat *shink mark* yaitu ditandai dengan warna yang sama sehingga tidak ada perbedaan ketebalan pada produk spesimen yaitu sebesar 0,07 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4. 30 *Shink Mark* Percobaan 2

### 4. *Ease of Fill* Percobaan 2

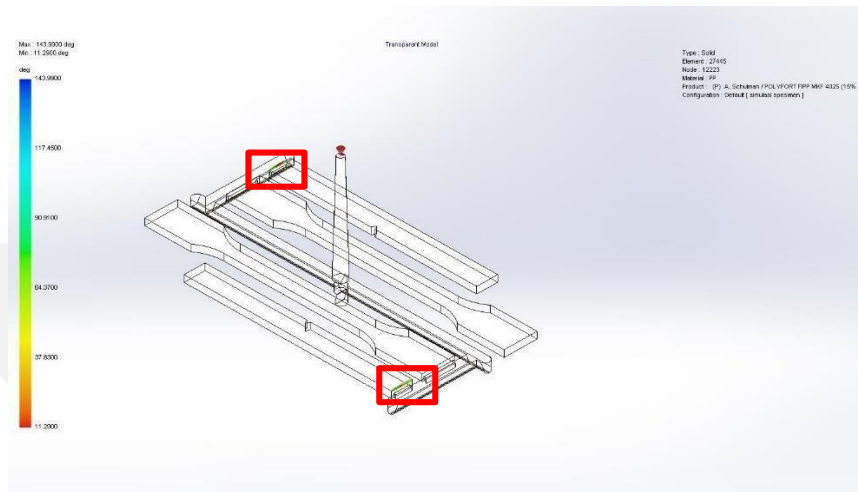
*Ease of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout* 1 menggunakan parameter proses percobaan 2 kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.31.



Gambar 4. 31 *Ease of Fill* Percobaan 2

## 5. *Weld Lines* Percobaan 2

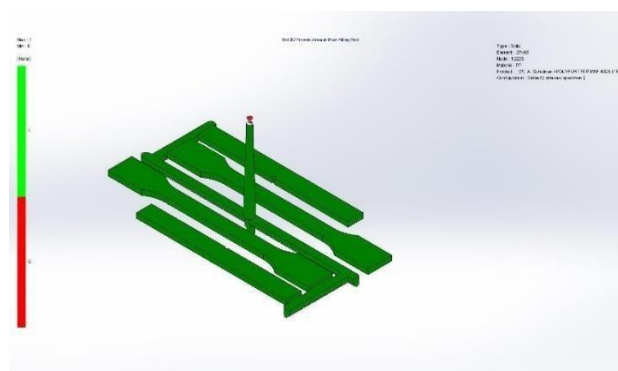
*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses percobaan 2 terdapat *weld lines* pada sisi ujung spesimen uji impak yang dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4. 32 *Weld Lines* Percobaan 2

## 6. *Frozen Area at Post Filling-End* Percobaan 2

*Frozen area at post filling-end* atau pembekuan diakhir pengisian, setelah dilakukan simulasi terhadap desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses percobaan 2 hasil simulasi yang didapatkan yaitu tidak ada area yang beku di akhir pengisian atau produk hasil simulasi tersebut terbilang sempurna pada rongga cetakan spesimen uji tarik dan impak yang ditandai dengan hasil simulasi berwarna hijau atau nilai 1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.33.



Gambar 4. 33 *Frozen Area at Post Filling-End* Percobaan 2

Dari 2 percobaan hasil simulasi yang telah dilakukan parameter yang optimal terletak pada percobaan 2, yang dimana cacat pada *shink mark* sedikit lebih berkurang dari nilai percobaan 1 sebesar 0,07-0,09 mm menjadi 0,07 mm dan parameter tersebut akan digunakan untuk mensimulasikan desain aliran dan layout selanjutnya.

#### 4.6.8.1 Hasil Simulasi 2

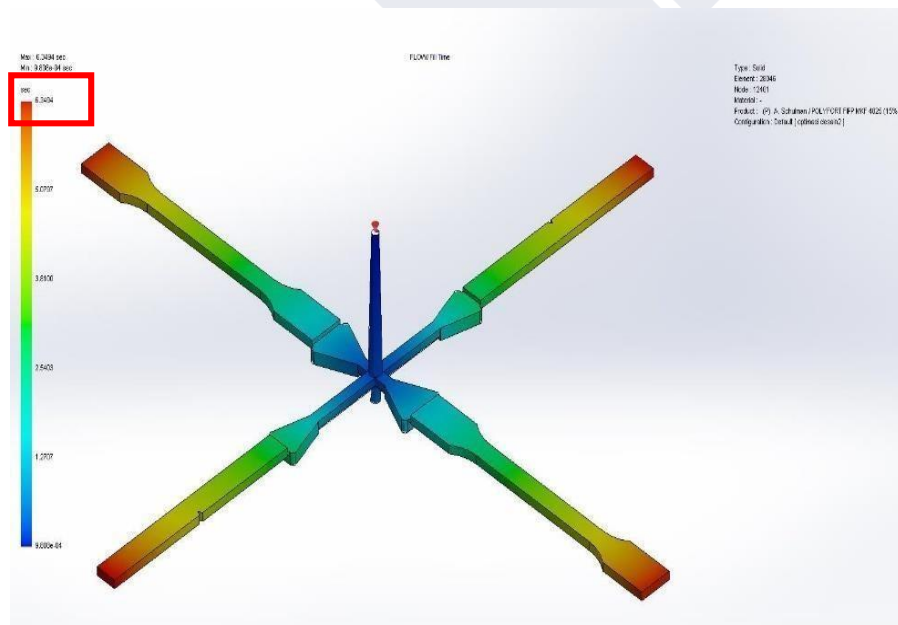
Data terkait hasil simulasi desain *layout* cetakan 2 yang telah simulasikan menggunakan parameter proses yang optimal yaitu sebagai berikut :

##### 1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout* 2 terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 47,43 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 55,95 gram.

##### 2. Fill Time

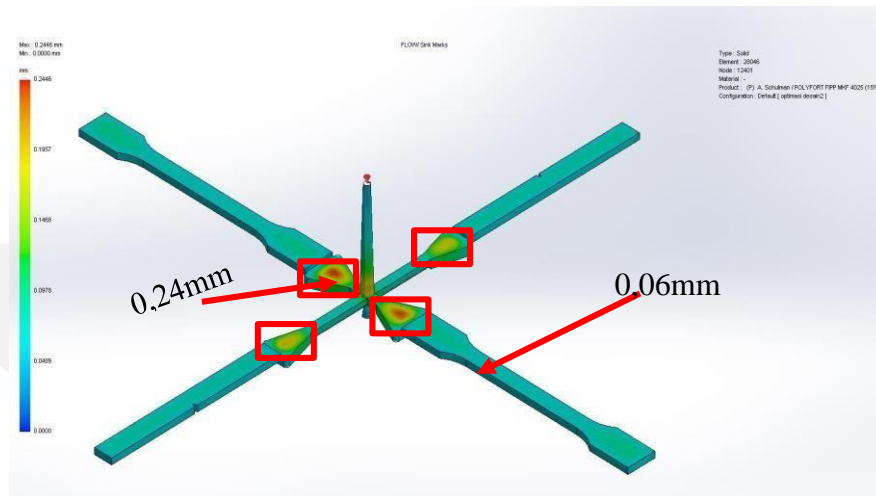
*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout* 2 menggunakan parameter proses optimal untuk memenuhi *material* plastik pada proses injeksi terhadap rongga cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 6,349 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.34.



Gambar 4. 34 *Fill Time*

### 3. Shink Mark

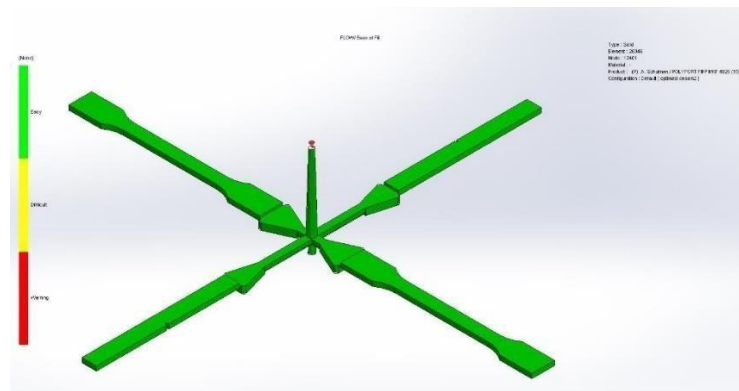
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal terdapat *shink mark* yaitu ditandai dengan warna yang berbeda sehingga terdapat perbedaan ketebalan pada produk yang dihasilkan yaitu sebesar 0,06-0,24 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.35.



Gambar 4. 35 *Shink Mark*

### 4. Ease of Fill

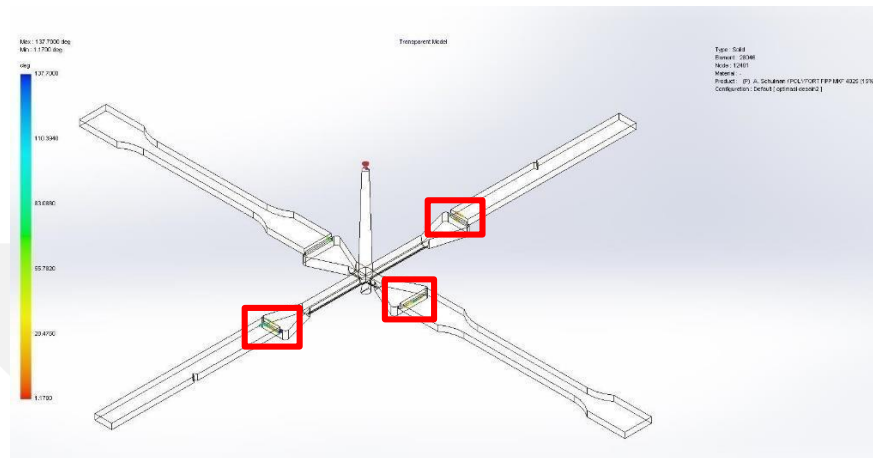
*Ease of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.36.



Gambar 4. 36 *Ease of Fill*

## 5. Weld Lines

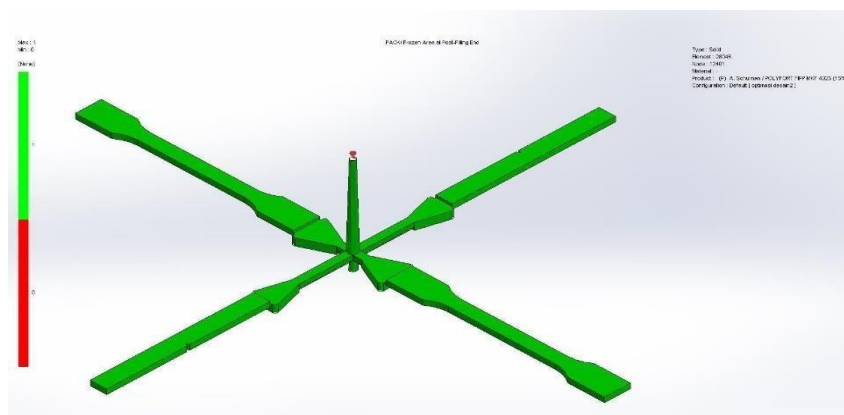
*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal terdapat *weld lines* pada sisi ujung produk spesimen uji tarik dan uji impact yang dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4. 37 *Weld Lines*

## 6. Frozen Area at Post Filling-End

*Frozen area at post filling-end* atau pembekuan diakhir pengisian, setelah dilakukan simulasi terhadap desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal, hasil simulasi yang didapatkan yaitu tidak ada area yang beku di akhir pengisian atau produk hasil simulasi tersebut terbilang sempurna pada rongga cetakan spesimen uji tarik dan impact yang ditandai dengan hasil simulasi berwarna hijau atau nilai 1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.38.



Gambar 4. 38 *Frozen Area at Post-Filling End*



### 4.6.8.2 Hasil Simulasi 3

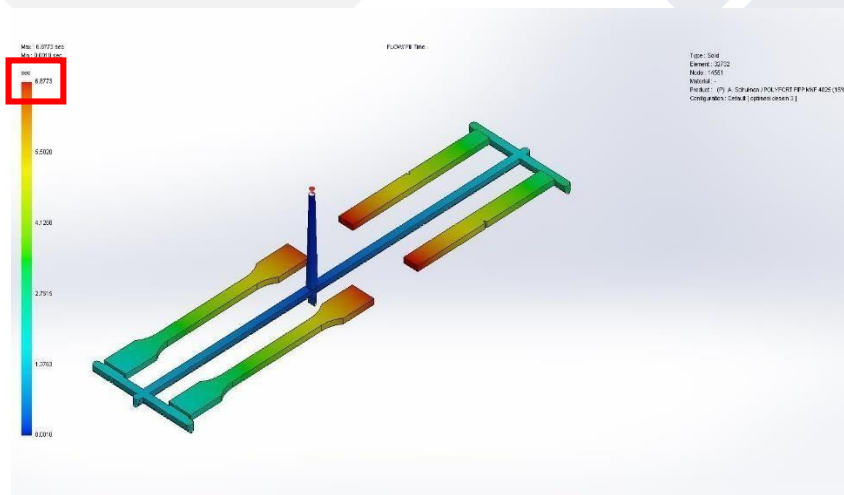
Data terkait hasil simulasi desain *layout* cetakan 3 yang telah disimulasikan menggunakan parameter proses yang optimal yaitu sebagai berikut :

#### 1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout* 2 terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 50,04 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 59,02 gram.

#### 2. Fill Time

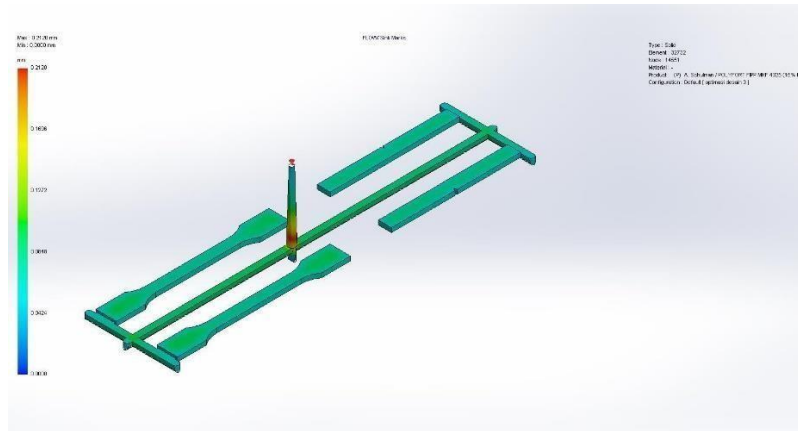
*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout* 3 menggunakan parameter proses optimal untuk memenuhi rongga produk pada cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 6.877 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.39.



Gambar 4. 39 *Fill Time*

#### 3. Shink Mark

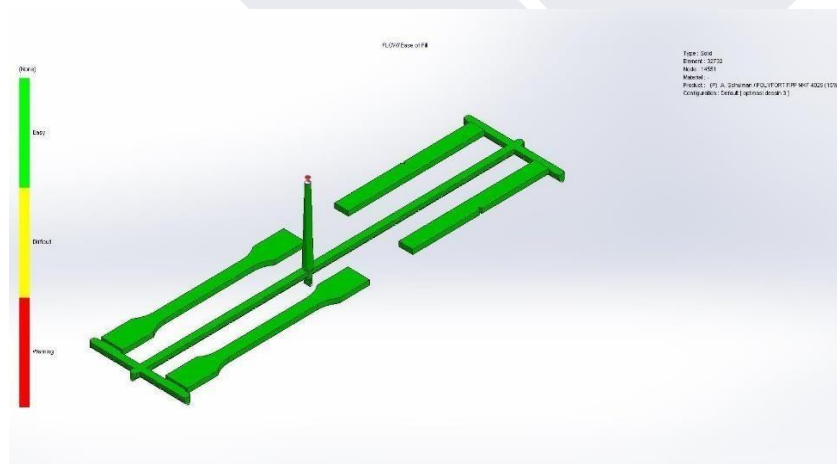
*Shink mark* merupakan salah satu cacat pada proses injeksi molding, dari hasil simulasi pada desain aliran dan *layout* 3 menggunakan parameter proses optimal terdapat *shink mark* yaitu ditandai dengan warna yang merata sehingga tidak terdapat perbedaan ketebalan pada produk spesimen yaitu sebesar 0,06 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.40.



Gambar 4. 40 *Shink Mark*

#### 4. *Ease of Fill*

*Ease of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout 3* menggunakan parameter proses optimal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.41.

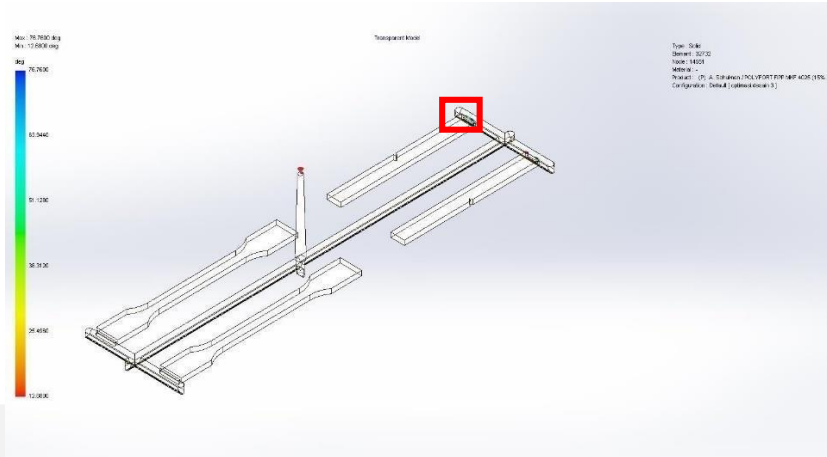


Gambar 4. 41 *Ease of Fill*

#### 5. *Weld Lines*

*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan

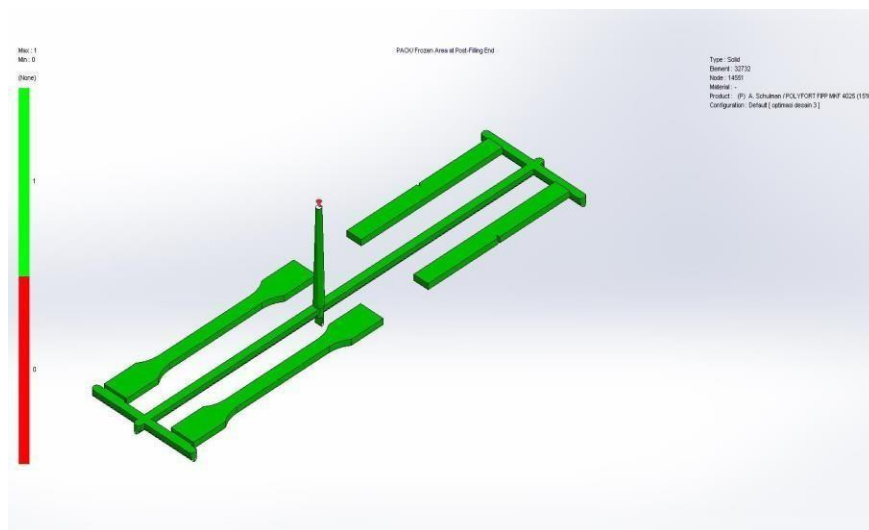
*layout 3* menggunakan parameter proses optimal terdapat *weld lines* pada sisi ujung spesimen uji impact yang dapat dilihat pada Gambar 4.42.



Gambar 4. 42 *Weld Lines*

#### 6. *Frozen Area at Post Filling-End*

*Frozen area at post filling-end* atau pembekuan diakhir pengisian, setelah dilakukan simulasi terhadap desain aliran dan *layout 3* menggunakan parameter proses optimal hasil simulasi yang didapatkan yaitu tidak ada area yang beku di akhir pengisian atau produk hasil simulasi tersebut terbilang sempurna pada rongga cetakan spesimen uji tarik dan impact yang ditandai dengan hasil simulasi berwarna hijau atau nilai 1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.43.



Gambar 4. 43 *Frozen Area at Post-Filling End*

#### 4.6.8.3 Data Hasil Simulasi Menggunakan *Software Solidwork*

Data terkait hasil simulasi dari tiga desain aliran dan *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak yang akan dibandingkan dengan dengan *software inventor* menggunakan parameter proses yang optimal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

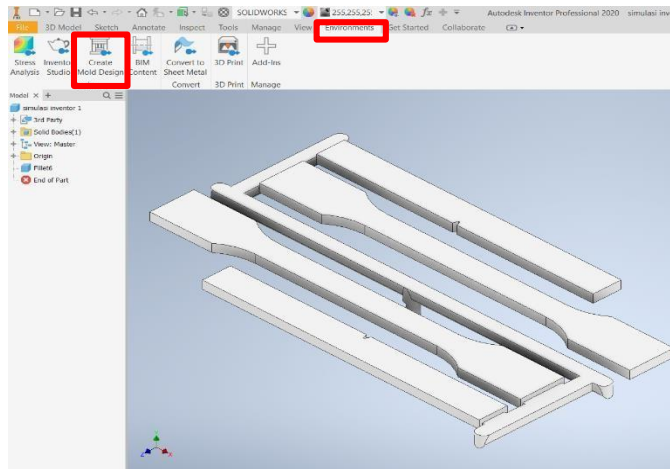
Tabel 4. 7 Data hasil simulasi *software solidwork plastic*

No	Layout cetakan	Hasil simulasi				
		Fill time	Ease of fill	Weld lines	Mass	volume
1	Desain aliran dan layout 1	6,486 s	Easy	Terdapat <i>weld lines</i> pada gambar 4.32	50,97 g	43,21 cm <sup>3</sup>
2	Desain aliran dan layout 2	6,349 s	Easy	Terdapat <i>weld lines</i> pada gambar 4.37	55,95 g	47,43 cm <sup>3</sup>
3	Desain aliran dan layout 3	6,877 s	Easy	Terdapat <i>weld lines</i> pada gambar 4.42	59,02 g	50,04 cm <sup>3</sup>

#### 4.7 Membuat *Mold Fill Analysis* Menggunakan *Software Inventor*

##### 4.7.1 Menuju *Tools Mold Design*

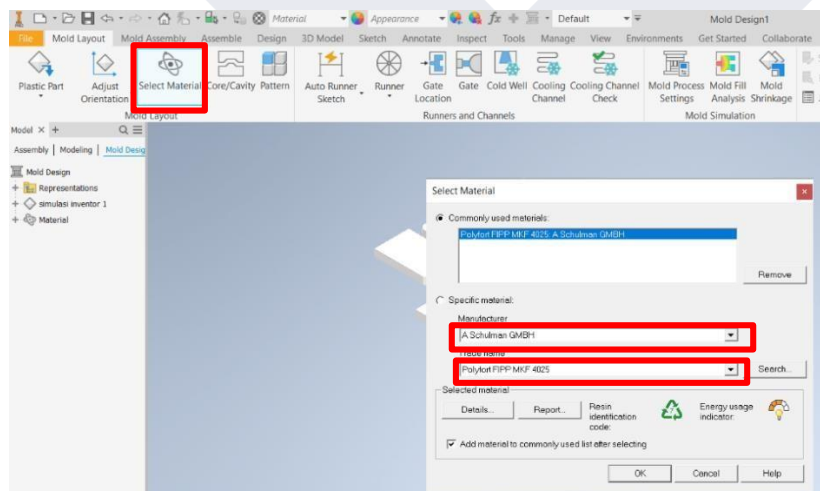
Tahap awal yang akan dilakukan yaitu menuju *tools create mold design* yang akan digunakan ke tahap selanjutnya dalam melakukan *mold fill analysis*. Dengan mengklik *environments* kemudian pilih *create mold design* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.44.



Gambar 4. 44 *Create Mold Design*

#### 4.7.2 Pemilihan Jenis *Material*

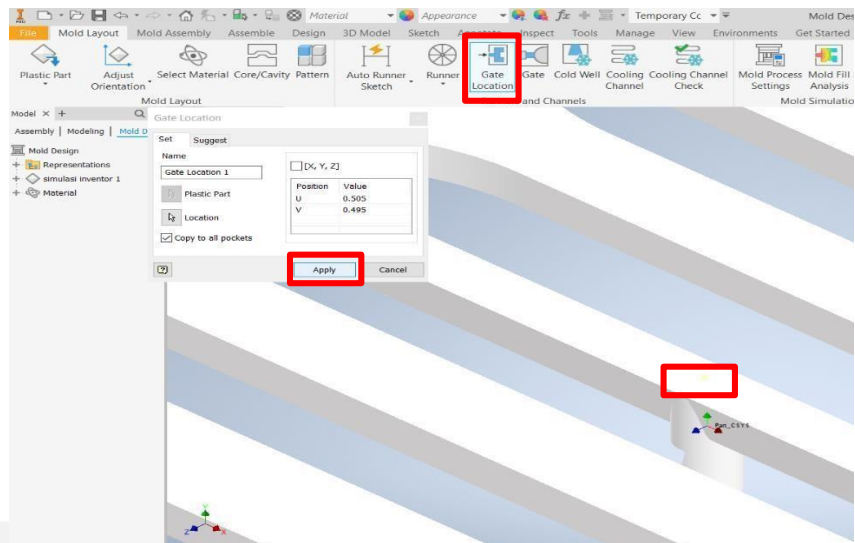
Pada tahap ini memasukkan jenis *material polypropylene(PP)* yang digunakan dalam melakukan *mold fill analysis* yaitu dengan mengklik *tools select material* setelah itu pilih *Polyfort FIPP MKF4025* kemudian tekan “ok” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.45.



Gambar 4. 45 *Jenis Material*

#### 4.7.3 Menentukan *Gate Locations*

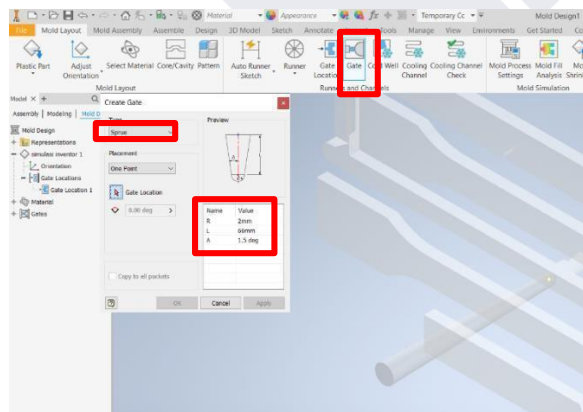
Pada tahap ini membuat posisi *gate* pada *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak dengan mengklik *gate locations*, setelah posisi *gate* telah di atur kemudian pilih *apply* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.46.



Gambar 4. 46 Gate Locations

#### 4.7.4 Menentukan Jenis Gate

Setelah membuat posisi *gate* dengan tepat selanjutnya menentukan jenis *gate* yaitu *sprue gate* dengan mengklik *gate* lalu memilih jenis *sprue gate* dengan mengatur  $R = 2\text{mm}$ ,  $L = 66\text{mm}$  dan  $A = 1,5\text{deg}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.47. Alasan untuk memilih jenis *sprue gate* yaitu karena keterbatasan alat yang dimiliki *software* tersebut.

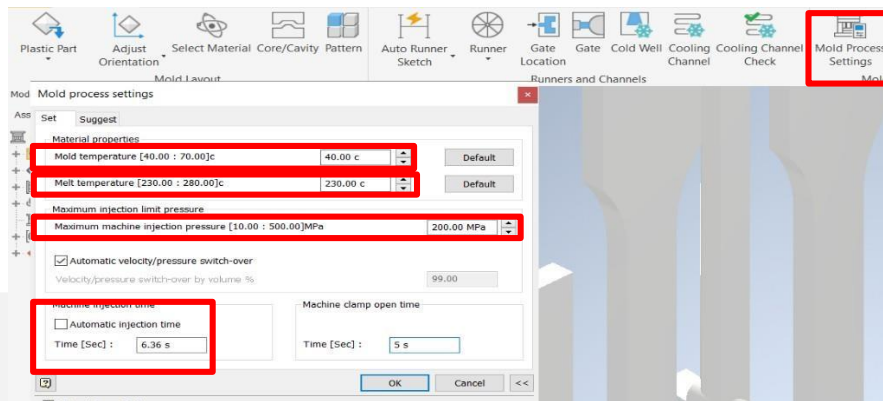


Gambar 4. 47 Jenis Gate

#### 4.7.5 Memasukkan Parameter Proses

Pada tahap ini memasukkan parameter proses yang optimal dengan mengklik bagian *mold process settings* setelah itu terdapat beberapa parameter yang

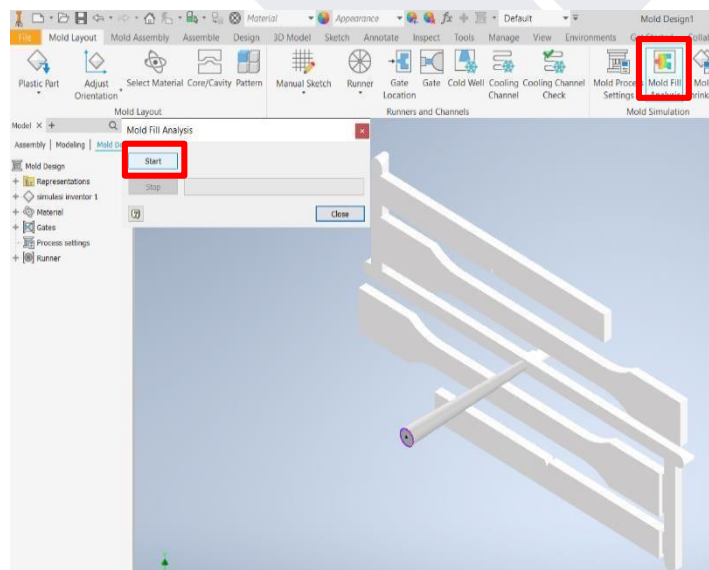
akan dimasukkan seperti *mold temperature* yaitu sebesar 40°C, *melt temperature* 230°C, *filling time* 6,36s dan *injection pressure* sebesar 200 Mpa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.48 berdasarkan simulasi yang telah dilakukan dengan *software solidwork plastic*.



Gambar 4. 48 Parameter Proses

#### 4.7.6 Melakukan *Mold Fill Analysis*

Setelah semua pengaturan sudah selesai selanjutnya yaitu melakukan *analysis* aliran dengan menekan bagian *mold fill analysis* kemudian *run* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.49.



Gambar 4. 49 *Mold Fill Analysis*

#### 4.7.7 Hasil Analisis

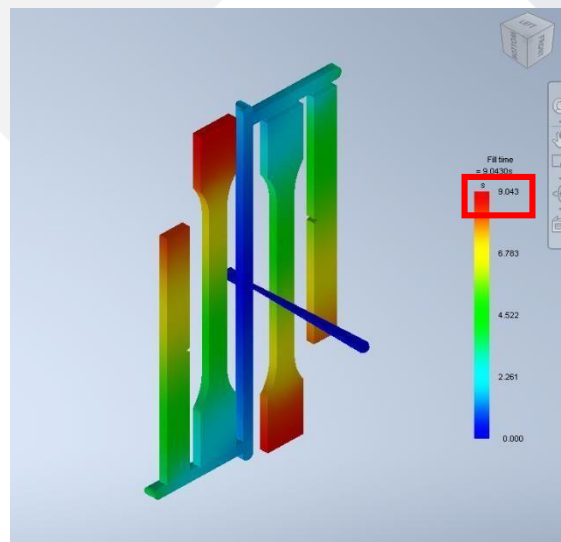
Data terkait hasil *mold fill analysis* desain *layout 1* cetakan yang sudah ada menggunakan parameter proses yang telah optimal yaitu sebagai berikut:

##### 1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 1* terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 42,84 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 46,65 gram.

##### 2. Fill Time

*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses optimal untuk memenuhi rongga produk pada cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 9,043 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.50.

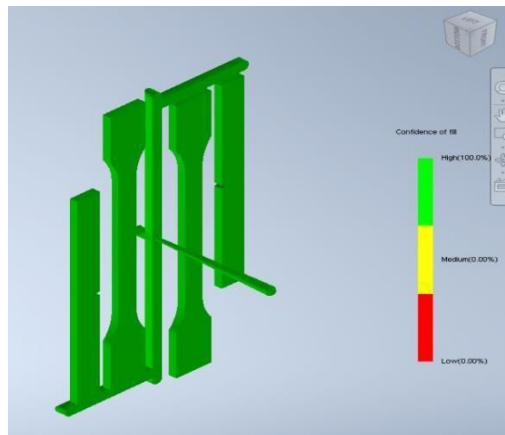


Gambar 4. 50 *Fill Time*

##### 3. Confidence of Fill

*Confidence of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses optimal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.51.

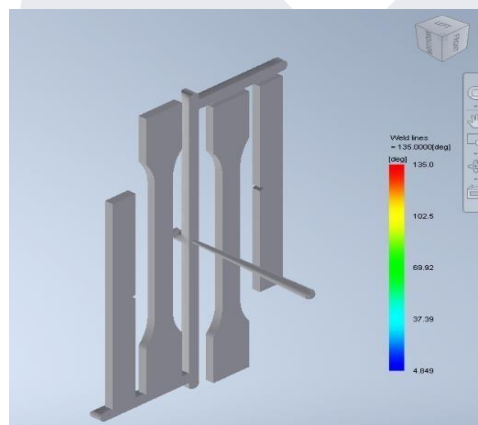




Gambar 4. 51 *Confidence of Fill*

#### 4. *Weld Lines*

*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses optimal tidak terdapat *weld lines* pada produk spesimen uji impact yang dapat dilihat pada Gambar 4.52.



Gambar 4. 52 *Weld Lines*

#### 4.7.7.1 Hasil *Analysis 2*

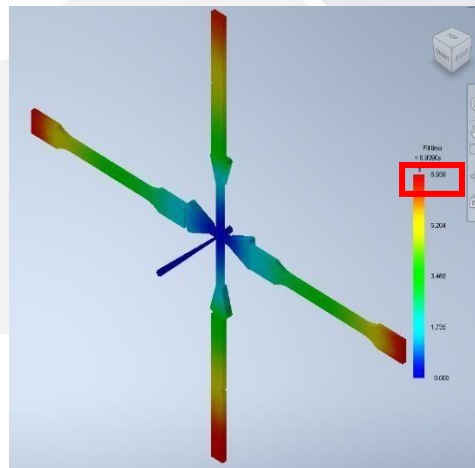
Data terkait hasil *analysis* desain *layout* cetakan 2 yang telah disimulasikan menggunakan parameter proses yang optimal yaitu sebagai berikut:

1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 2* terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 46,81 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 51,24 gram.

## 2. *Fill Time*

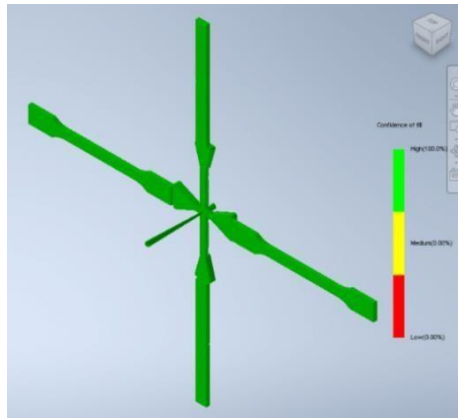
*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout 1* menggunakan parameter proses optimal untuk memenuhi rongga produk pada cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 6,939 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.53.



Gambar 4. 53 *Fill Time*

## 3. *Confidence of Fill*

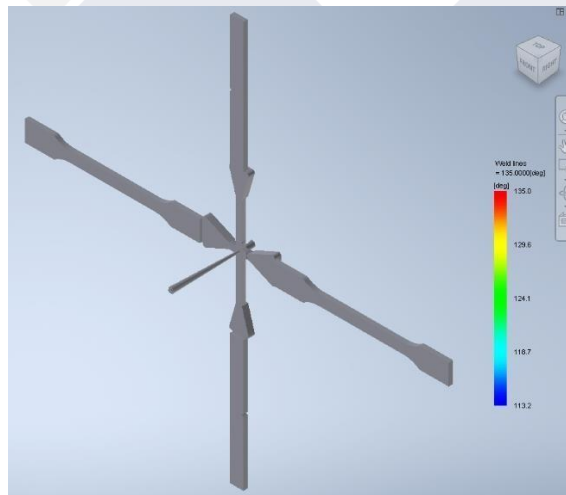
*Confidence of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.54.



Gambar 4. 54 *Confidence of Fill*

#### 4. *Weld Lines*

*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 2* menggunakan parameter proses optimal tidak terdapat *weld lines* pada produk spesimen uji impact yang dapat dilihat pada Gambar 4.55.



Gambar 4. 55 *Weld Lines*

#### 4.7.7.2 Hasil Analisis 3

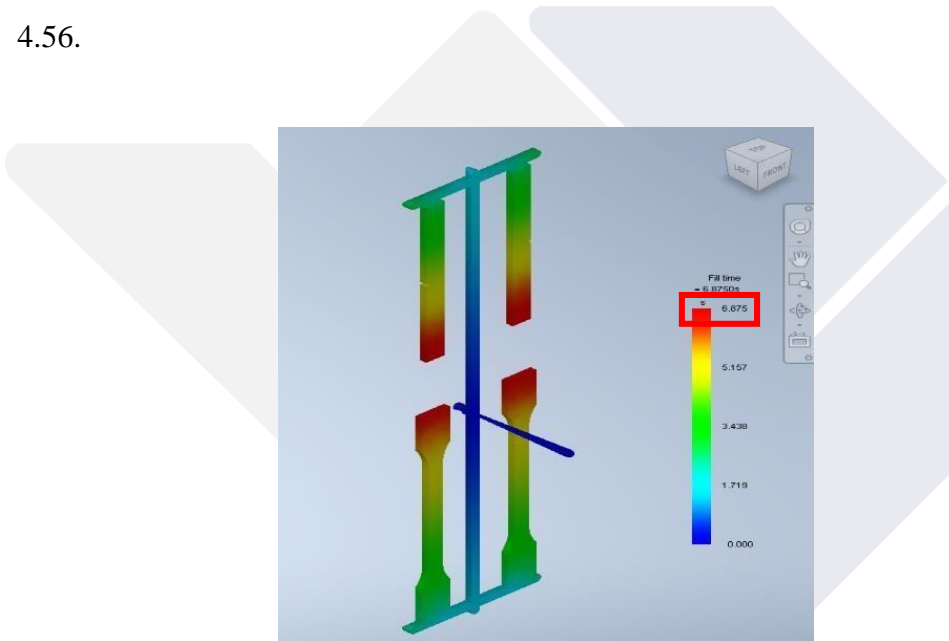
Data terkait hasil *analysis* desain layout cetakan 3 yang telah disimulasikan menggunakan parameter proses yang optimal yaitu sebagai berikut:

1. Volume dan Masa

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 3* terdapat volume dan masa *output* yaitu dengan volume sebesar 49,94 cm<sup>3</sup> dan masa sebesar 54,47 gram.

## 2. *Fill Time*

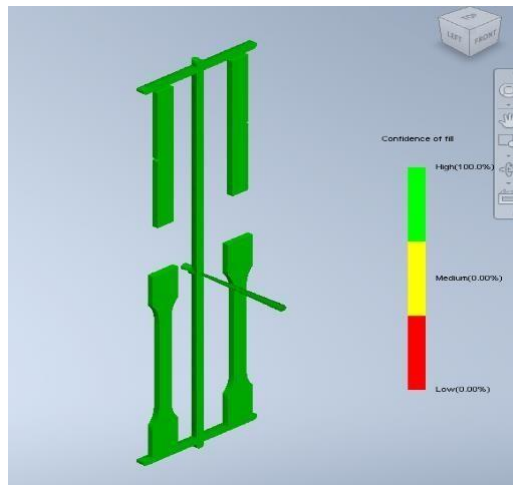
*Fill time* yang dihasilkan pada desain aliran dan *layout 3* menggunakan parameter proses optimal untuk memenuhi rongga produk pada cetakan spesimen uji tarik dan impak yaitu sebesar 6,875 detik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.56.



Gambar 4. 56 *Fill Time*

## 3. *Confidence of Fill*

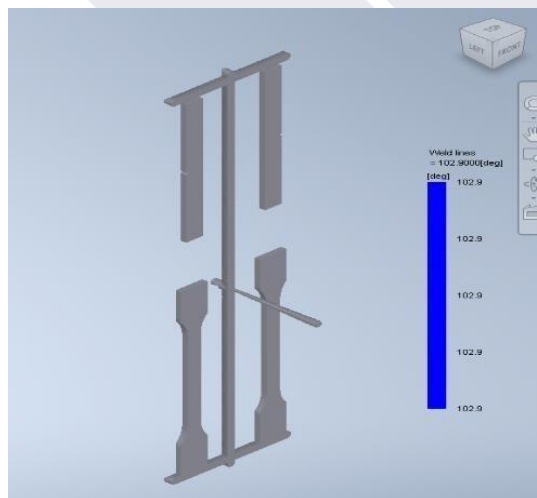
*Confidence of fill* atau kemudahan dalam pengisian, dari hasil simulasi desain aliran dan *layout 3* menggunakan parameter proses optimal kemudahan dalam pengisian *material* plastik kedalam rongga cetakan terbilang mudah tanpa ada permasalahan yang ditandai hasil simulasi berwarna hijau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.57.



Gambar 4. 57 *Confidence of Fill*

#### 4. *Weld Lines*

*Weld lines* atau cacat pada hasil injeksi berupa timbulnya garis pada permukaan produk, dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada desain aliran dan *layout 3* menggunakan parameter proses optimal tidak terdapat *weld lines* pada produk spesimen uji impak yang dapat dilihat pada Gambar 4.58.



Gambar 4. 58 *Weld Lines*

#### 4.7.7.3 *Data Hasil Simulasi Menggunakan Software Inventor*

Data terkait hasil *analysis* dari tiga desain aliran dan *layout* cetakan spesimen uji tarik dan impak dengan *software inventor* menggunakan parameter proses yang optimal dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil *analysis software inventor*

No	Layout cetakan	Hasil simulasi				
		<i>Fill time</i>	<i>Confidence of fill</i>	<i>Weld lines</i>	<i>Mass</i>	<i>volume</i>
1	Desain aliran dan layout 1	9,043 s	<i>Easy</i>	Tidak terdapat weld lines	46,65 g	42,84 cm <sup>3</sup>
2	Desain aliran dan layout 2	6,939 s	<i>Easy</i>	Tidak terdapat weld lines	51,24 g	46,81 cm <sup>3</sup>
3	Desain aliran dan layout 2	6,875 s	<i>Easy</i>	Tidak terdapat weld lines	54,47 g	49,94 cm <sup>3</sup>

#### 4.8 Membandingkan Hasil Simulasi

Adapun penjelasan perbandingan terkait hasil simulasi dari tiga desain aliran dan *layout* pada *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* menggunakan parameter optimal.

##### 4.8.1 Desain Aliran dan *Layout* 1

Hasil perbandingan *fill time*, *ease of fill*, *weld lines*, *mass*, dan *volume* desain aliran dan *layout* 1 atau desain yang sudah ada menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* yaitu sebagai berikut :

##### 1. *Fill Time*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic*, *fill time* yang dihasilkan yaitu sebesar 6,486 detik sedangkan *fill time* yang dihasilkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 9,043 detik, dari hasil perbandingan terkait *fill time* menggunakan kedua *software* tersebut memiliki selisih 2,557 detik.

## 2. *Ease of Fill*

*Ease of fill* merupakan kemudahan dalam proses pengisian *material* plastik, dari hasil data terkait simulasi aliran dengan desain aliran dan *layout* 1 menggunakan kedua *software* tersebut sama, tidak ada permasalahan dalam proses pengisian.

## 3. *Weld Lines*

Setelah penulis melakukan simulasi menggunakan desain aliran dan *layout* 1 terdapat cacat *weld lines* dibagian sisi produk pada spesimen uji impak yang bisa dilihat pada Gambar 4.32, sedangkan hasil yang terdeteksi pada cacat *weld lines* pada *software inventor (mold fill analysis)* tidak ada.

## 4. *Mass*

Pada hasil simulasi yang telah dilakukan berat keluaran produk total pada *software solidwork plastic* sebesar 50,97 gram, sedangkan berat keluaran produk total yang dihasilkan *software inventor* yaitu sebesar 46,65 gram dapat disimpulkan terdapat selisih antara hasil kedua *software* tersebut yaitu sebesar 4,32 gram.

## 5. *Volume*

Terkait hasil simulasi aliran yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic* terdapat volume keluaran yaitu sebesar 43,21 cm<sup>3</sup> sedangkan hasil volume keluaran yang didapatkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 42,84 cm<sup>3</sup>. Dari hasil kedua *software* tersebut terkait volume keluaran produk memiliki selisih sebesar 0,87 cm<sup>3</sup>.

### 4.8.2 Desain Aliran dan *Layout* 2

Hasil perbandingan *fill time*, *ease of fill*, *weld lines*, *mass*, dan *volume* desain aliran dan *layout* 2 menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* yaitu sebagai berikut :

#### 1. *Fill Time*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic*, *fill time* yang dihasilkan yaitu sebesar 6,349 detik sedangkan *fill time* yang dihasilkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 6,939 detik, dari

hasil perbandingan terkait *fill time* menggunakan kedua *software* tersebut memiliki selisih 0,59 detik.

#### 2. *Ease of Fill*

Kemudahan dalam pengisian *material* plastik pada hasil simulasi aliran dengan desain aliran dan layout 2 menggunakan kedua *software* tersebut yaitu mudah atau tidak mengalami kendala dalam proses pengisian.

#### 3. *Weld Lines*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan desain aliran dan layout 2 terdapat cacat *weld lines* dibagian sisi produk pada spesimen uji tarik dan impact yang bisa dilihat pada Gambar 4.37, sedangkan hasil yang terdeteksi pada cacat *weld lines* pada *software inventor (mold fill analysis)* tidak ada.

#### 4. *Mass*

Pada hasil simulasi yang telah dilakukan berat keluaran produk total pada *software solidwork plastic* sebesar 55,95 gram, sedangkan berat keluaran produk total yang dihasilkan *software inventor* yaitu sebesar 51,24 gram dapat disimpulkan terdapat selisih antara hasil kedua *software* tersebut yaitu sebesar 4,71 gram.

#### 5. *Volume*

Terkait hasil simulasi aliran yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic* terdapat volume keluaran yaitu sebesar 47,43 cm<sup>3</sup> sedangkan hasil volume keluaran yang didapatkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 46,81 cm<sup>3</sup>. Dari hasil kedua *software* tersebut terkait volume keluaran produk memiliki selisih sebesar 0,62 cm<sup>3</sup>.

### 4.8.3 Desain Aliran dan Layout 3

Hasil perbandingan *fill time*, *ease of fill*, *weld lines*, *mass*, dan *volume* desain aliran dan layout 3 menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* yaitu sebagai berikut :

#### 1. *Fill Time*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic*, *fill time* yang dihasilkan yaitu sebesar 6,877 detik sedangkan *fill time* yang dihasilkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 6,875 detik, dari



hasil perbandingan terkait *fill time* menggunakan kedua *software* tersebut memiliki selisih 0,002 detik.

## 2. *Ease of Fill*

Kemudahan dalam pengisian *material* plastik pada hasil simulasi aliran dengan desain aliran dan *layout 3* menggunakan kedua *software* tersebut yaitu mudah atau tidak mengalami kendala dalam proses pengisian.

## 3. *Weld Lines*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan desain aliran dan *layout 3* terdapat cacat *weld lines* dibagian sisi produk pada spesimen uji impact yang bisa dilihat pada Gambar 4.42, sedangkan hasil yang terdeteksi pada cacat *weld lines* pada *software inventor (mold fill analysis)* tidak ada.

## 4. *Mass*

Pada hasil simulasi yang telah dilakukan berat keluaran produk total pada *software solidwork plastic* sebesar 59,02 gram, sedangkan berat keluaran produk total yang dihasilkan *software inventor* yaitu sebesar 54,47 gram dapat disimpulkan terdapat selisih antara hasil kedua *software* tersebut yaitu sebesar 4,55 gram.

## 5. *Volume*

Terkait hasil simulasi aliran yang telah dilakukan menggunakan *software solidwork plastic* terdapat volume keluaran yaitu sebesar 50,04 cm<sup>3</sup> sedangkan hasil volume keluaran yang didapatkan menggunakan *software inventor* yaitu sebesar 49,94 cm<sup>3</sup>. Dari hasil kedua *software* tersebut terkait volume keluaran produk memiliki selisih sebesar 0,10 cm<sup>3</sup>.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tujuan proyek akhir bahwa :

1. Hasil simulasi yang telah dilakukan dengan *software solidwork plastic* menggunakan jenis *material polypropylene(PP)* tipe *A. schulman/polyfort FIPP MKF 4025* terdapat parameter proses *output* yang optimal untuk desain aliran dan *layout 1* atau desain yang sudah ada yaitu dengan *fill time* 6,49 detik, *melt temperature* 230°C, *mold temperature* 40°C, *injection pressure limit* 26,547 MPa, dan *clamping force* 8,79 tonne.
2. Dari hasil simulasi ketiga desain aliran dan *layout* dengan *software solidwork plastic* menggunakan parameter proses optimal terdapat desain yang lebih optimal, yaitu terletak pada desain aliran dan *layout 3* yang ditandai dengan *shink mark* sebesar 0,06 tanpa perbedaan ketebalan pada produk, dibandingkan dengan desain aliran dan *layout 1* sebesar 0,07 mm maupun desain aliran dan *layout 2* sebesar 0,06 mm - 0,24 mm dengan parameter output optimal yaitu dengan *fill time* 6,88 detik, *melt temperature* 230°C, *mold temperature* 40°C, *injection pressure limit* 35,03 MPa, dan *clamping force* 9,13 tonne.
3. Hasil data perbandingan ketiga desain aliran dan *layout* menggunakan *software solidwork plastic* dan *software inventor (mold fill analysis)* terdapat perbedaan diantaranya *fill time* dengan nilai rata-rata 1,04 detik, masa dengan nilai rata-rata 4,53 gram, terdapat cacat *weld line* pada hasil simulasi menggunakan *software solidwork plastic* sedangkan tidak terdapat cacat *weld line* jika menggunakan *software inventor* dan volume dengan nilai rata-rata 0,53 cm<sup>3</sup>.

## 5.2 Saran

1. Dalam pembuatan simulasi aliran untuk menentukan parameter proses yang optimal harus mempertimbangkan data terkait *material* yang digunakan maupaun data spesifikasi mesin.
2. Paramater yang optimal dari hasil simulasi menggunakan *software solidwork plastic* diharapkan bisa digunakan dalam uji coba cetakan spesimen uji tarik dan impak yang sudah ada.



## DAFTAR PUSTAKA

- RimbaKita, *Plastik – Pengertian, Sejarah, Jenis, Bahan, Proses & Dampak*, diakses pada 29 April 2023, <https://rimbakita.com/plastik/>.
- Deka Purnama Sari dan Didit Nur Alamansyah, (2018), “Desain Mold pada Plastic Injection Molding Untuk Produk Casing Pengaman Kendaraan (Sepeda Motor) Atas Kasus Pencurian”, *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat.
- Herry Wijaya, (2000), “Optimasi Produksi di Pabrik Plastik Injection Molding Naga Jaya”, *Skripsi Tugas Akhir*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Agung Prayitga Vazza dan Rizki Ireke Singgis, (2021), “Desain Cetakan Injeksi Plastik Untuk Produk Spesimen Uji”, *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat.
- PT. Mitra Jaya Mandiri, *Cara Kerja Mesin Injeksi Plastik*, diakses pada 29 April 2023, <https://ptmitajayamandiri.com/cara-kerja-mesin-injeksi-plastik/>.
- U. Wahyudi, (2015), “Pengaruh *Injection Time* dan *Backpressure* Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk Kemasan Toples Dengan *Injection Molding* Menggunakan Material *Polistyrene*”, *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 04, no. 3, pp. 6-7
- Heri Yanto, Ihsan Saputra, Sapto Wiranto Satoto, (2018), “Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan injeksi *molding* Terhadap Cacat Produk”, *Jurnal integrasi*, vol. 10, no. 1, pp. 2-3
- Ali Khaerul Mufid, Cahyo Budiyanoro, Muhammad Budi Nur Rahman, (2017), “Perancangan Injection Molding Dengan Sistem *Three Plate Mold* Pada Produk *Glove Box*”, *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, vol. 1, no. 2, pp. 8-9
- Umar Mahruf, Deni Shidqi K, (2020), “Analisis Aliran Fluida Polypropilena(PP) Dari Sampah Khusus Kemasan Mie Instan Pada Mesin Pelebur Plastik”, *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 09, no. 2, pp. 3-4

- Henry Permana, Topan, Syahrul Anwar, (2021), “ Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik”, Jurnal baut dan manufaktur, vol. 3, no. 2, pp 11-13
- ASTM D 3641 – 02, Standart Practice for Injection Molding Test Specimens of Thermoplastic Molding and Extrusion Materials, ASTM International, USA.
- ASTM D 955 – 00, Standart Test Method of Measuring Shrinkage from Mold Dimensions of Thermoplastic, ASTM International, USA.
- ASTM D 6110 – 10, Standart Test Method for Determining the Crapy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics, ASTM International, USA.
- Suyadi, (2010), “Kaji Eksperimen Kekuatan Tarik Produk-Produk Berbahan Plastik Daur Ulang”, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*”, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang.

## **LAMPIRAN 1**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama : Raski Irawan  
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkalpinang  
30 Januari 2002  
Alamat : Jl. Kerapu No. 103  
Kel. Lontong Pancur  
Kec. Pangkal Balam

Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
No. Hp 087735171435



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 27 Pangkalpinang	Lulus 2013
SMP Depati Amir pangkalpinang	Lulus 2016
SMK Negeri 2 Pangkalpinang	Lulus 2019

### 3. Pendidikan Non Formal

Cv. Aming Jaya	Operator Mesin Bubut	Tahun 2019
PT. Shiba Hidrolik Pratama	Operator Mesin Bubut	Tahun 2022

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **1. Data Pribadi**

Nama : Evan Agusman  
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkalpinang  
22 Agustus 2001  
Alamat : Dusun Simpang,  
RT/RW 004/000,  
Desa Lubuk Besar,  
Kec. Lubuk Besar,  
Kab. Bangka Tengah  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
No. Hp 085269968294

### **2. Riwayat Pendidikan**

SD Negeri 1 Lubuk Besar	Lulus 2014
SMP Negeri 2 Lubuk Besar	Lulus 2017
SMA Negeri 1 Lubuk Besar	Lulus 2020

### **3. Pendidikan Non Formal**

PT. Shiba Hidrolik Pratama Operator Mesin cutting Tahun 2022



## **LAMPIRAN 2**



## **LAMPIRAN 3**

<b>Machine model</b>		<b>420 C GOLDEN EDITION</b>
EUROMAP size indication <sup>1)</sup>		1000-290
<b>Clamping unit</b>		
Clamping force	max. kN	1000
Closing force	max. kN	50
Opening force / increased	max. kN	35 / 250
Opening stroke	max. mm	500
Mould height	min. mm	250
Daylight	max. mm	750
Distance between tie bars	mm	420 x 420
Platen size (hor. x vert.)	mm	570 x 570
Weight of mov. mould half	max. kg	600
Ejector force	max. kN	40
Ejector stroke	max. mm	175
<b>Hydraulics, drive, general</b>		
Drive power of the hydraulic pump	kW	15
Dry cycle time for opening stroke <sup>5)</sup>	s-mm	1,8-294
Total connected load <sup>6)</sup>	kW	23,9
Colour: plastic coated, structure light grey / mint green / canary yellow		
<b>Control cabinet</b>		
Safety standard according to		DIN EN 60204
Socket combination (1 single phase, 1 three-phase)		1 x 16 A
<b>Injection unit</b>		
		290
Screw diameter	mm	30 / 35 / 40
Effective screw length	L/D	23,3 / 20 / 17,5
Screw stroke	max. mm	150
Calculated injection volume	max. cm <sup>3</sup>	106 / 144 / 188
Shot weight	max. g PS	97 / 132 / 172
Material throughput <sup>4)</sup>	max. kg/h PS	17 / 20,5 / 24,5
	max. kg/h PA 6.6	8,5 / 10,5 / 12,5
Injection pressure <sup>9)</sup>	max. bar	2500 / 2000 / 1530
Injection flow <sup>8)</sup>	max. cm <sup>3</sup> /s	102 / 140 / 182
Back pressure positive / negative	max. bar	350 / 200
Circumferential screw speed	max. m/min	46 / 54 / 62
Screw torque	max. Nm	320 / 380 / 430
Nozzle contact force	max. kN	60
Nozzle retraction stroke	max. mm	240
Installed cylinder heating power / heating zones	kW	5,8 / 4
Installed nozzle heating power	kW	0,6
Material hopper capacity	l	50
<b>Machine dimensions and weights of the basic machine</b>		
Oil capacity	l	235
Net weight	kg	3650
Electrical connection (pre-fused) <sup>7)</sup>	A	80

## Polypropylene (PP)



<b>Characteristics of recognition</b>	Similar to PE	
Appearance:	more translucent (less opaque) than PE	
Sound:	somewhat clearer than PE	
Rigidity:	somewhat higher than PE	
Scratch resistance:	greater than PE, cannot be slit with finger nail	
Weight:	somewhat lower than PE $\rho$ PP = 0.9 g/cm <sup>3</sup> , $\rho$ PE hard = 0.96 g/cm <sup>3</sup>	
<b>Processing</b>	◆ High fluidity.	
<b>Processing data</b>		
<b>Pre-drying</b>	generally not necessary(similar to PE)	
<b>Melt temperature</b>	220 - 290 °C	
<b>Mould temperatures</b>	20 - 60 °C (80 °C)	Upper temperatures provide better surface gloss. In lower temperature range parts are mat in places and have higher rate of subsequent shrinkage.
<b>Flow characteristics</b>	Fluidity better than PE, in particular in lower processing temperature range.	Shut-off nozzles are usually required, if processing without decompression.
<b>Injection pressure</b>	800 - 1400 bar	
<b>injection speed</b>	Medium to high	
<b>Holding pressure</b>	500 - 1100 bar	Select holding pressure time to be sufficiently long (similar to PE)
<b>Maximum cavity pressure</b>	300 - 650 bar	
<b>Back pressure</b>	60 - 90 bar	
<b>Processing shrinkage</b>	In direction of flow 1.3 - 2.5 %, across line of flow 0.8 -1.8 %	
<b>Subsequent shrinkage</b>	Similar to PE	Shrinkage is higher, the lower the mould temperature.

ARB00145

-ENCL\_LUK'ARB00145LUN02EBB.PM 01 2007.07.24