

**Desain dan Simulasi Injeksi Plastik pada Produk Sikat Pencuci
Piring Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser 2019**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Pandu Gilang Dewantara

No. Mahasiswa : 15525049

NIRM : 2015011740

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pandu Gilang Dewantara

NIM : 15525049

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Desain Dan Simulasi Injeksi Plastik Pada Produk Sikat Pencuci Piring Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser 2019”

Adalah ASLI Hasil Penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain. Dan saya bersedia menanggung segala resiko yang ditimbulkan apabila pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 16 September 2022

Yang menyatakan,



(Pandu Gilang Dewantara)

NIM: 15525049

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**Desain dan Simulasi Injeksi Plastik pada Produk Sikat Pencuci
Piring Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser 2019**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Pandu Gilang Dewantara

No. Mahasiswa : 15525049

NIRM : 2015011740

Yogyakarta, 19 Agustus 2022

Pembimbing,



Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Desan dan Simulasi Injeksi Plastik pada Produk Sikat Pencuci Piring Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser 2019

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Pandu Gilang Dewantara

No. Mahasiswa : 15525049

NIRM : 2015011740

Tim Penguji

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Ketua

Tanggal : 30-08-2022

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota I

Tanggal : 30-08-2022

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP

Anggota II

Tanggal : 08-09-2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. H. Eng. Risdiono, S.T., M.Eng., IPM.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, kita memujinya, dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepadanya. Kita berlindung kepada Allah SWT dari kejahatan dan keburukan amal kita, barang siapa mendapat petunjuk dari Allah SWT, maka tidak akan ada yang menyesatkannya dan barang siapa yang sesat maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Persembahkan tugas akhir ini dan rasa Terimakasih aku ucapkan : untuk mama, papa, adik yang telah memberikan dukungan penuh serta kasih sayang dan doa serta motivasi yang baik secara moral maupun materil dan menjadi orang bahagia di dunia maupun di akhirat.



HALAMAN MOTTO

“Di universitas, kita hanya mengejar nilai dan gelar supaya pintar, tetapi relasi dan pengalaman yang akan memberikan bekal dalam hidup dimanapun kita berada.”

By: pandu gilang dewantara motto hidup.



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya, sehingga pada kesempatan ini, Penulis dapat merealisasikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Desain dan Simulasi Injeksi Plastik pada Produk Sikat Pencuci Piring Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser 2019” dengan sebaik-baiknya, meskipun terdapat banyak hambatan yang dihadapi, namun tidak menyurutkan semangat untuk menyelesaikannya.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dalam kesempatan ini tidak lupa Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir, diantaranya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya.
2. Keluarga yang telah memberikan dukungan penuh.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UII.
4. Bapak Faisal Arif Nurgesang, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Bapak Agung Nugroho Adi S.T., M.T. selaku dosen wali.
6. Seluruh staf pengajar, staf administratif, dan karyawan di Program Studi Teknik Mesin UII.
7. Rekan-rekan Teknik Mesin UII 2015.
8. Semua pihak yang sudah membantu dan mendukung serta mendoakan Penulis yang tidak bisa ditulis semuanya.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih ada kekurangan, oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 19 Agustus 2022

Pandu Gilang Dewantara

ABSTRAK

Mencuci piring merupakan aktivitas sehari-hari yang biasanya dilakukan untuk membersihkan piring kotor setelah digunakan. Dalam membersihkan piring kotor tersebut, umumnya menggunakan beberapa peralatan dan bahan seperti spons, sikat, botol tempat sabun, dan sabun cair. Alat dan bahan tersebut biasanya dibeli terpisah sehingga membutuhkan tempat untuk menyimpannya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi untuk menggabungkan beberapa alat dan bahan tersebut menjadi satu kesatuan agar kegiatan mencuci piring menjadi lebih mudah dan praktis serta tidak membutuhkan tempat untuk menyimpannya. Produk yang dibuat dinamakan sikat pencuci piring. Produk tersebut didesain menggunakan Autodesk Inventor Profesional sedangkan simulasi injeksi plastik dilakukan menggunakan Autodesk Moldflow Adviser 2019. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa komponen rubber push, cover, dan cover hole memperoleh fill time lebih cepat ketika menggunakan layout tipe Star. Akan tetapi, hasil yang berbeda ditunjukkan pada komponen body dan plastic spons. Kedua komponen ini memperoleh fill time lebih cepat jika menggunakan layout tipe H.

Untuk quality prediction, seluruh komponen telah memperoleh quality prediction untuk kategori high diatas 75%.

Kata kunci: sikat pencuci piring, simulasi injeksi, autodesk moldflow adviser

ABSTRACT

Washing dishes is a daily activity that is usually done to clean dirty dishes after use. In cleaning these dirty dishes, generally use several utensils and materials such as sponges, brushes, soap bottles, and liquid soap. These tools and materials are usually purchased separately so they need a place to store them. Therefore, an innovation is needed to combine several of these tools and materials into a single unit so that washing dishes becomes easier and more practical and does not require a place to store them. The product made is called a dishwasher brush. The product was designed using Autodesk Inventor Professional while plastic injection simulations were carried out using Autodesk Moldflow Advisor 2019. Based on the simulations that have been carried out, the results show that the rubber push, cover, and cover hole components get faster fill times when using the Star type layout. However, different results were shown in the body and plastic sponge components. Both of these components get faster fill time when using type H layout. For quality prediction, all components have obtained quality prediction for the high category above 75%.

Kata kunci: dishwasher brush, injection simulation, autodesk moldflow adviser

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	1
Halaman Motto	2
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	3
Abstrak	4
Abstract	5
Daftar Isi	6
Daftar Tabel	8
Daftar Gambar	9
Pendahuluan	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Batasan Masalah	11
1.4 Tujuan Penelitian	11
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Sistematika Penulisan	12
Bab 2 Tinjauan Pustaka	13
2.1 Kajian Pustaka	13
2.2 Dasar Teori	14
2.2.1 Polymer	14
2.2.2 Polypropylene (PP)	14
2.2.3 <i>Injection Molding</i>	15
2.2.4 Cacat Produk pada Proses <i>Injection Molding</i>	16
Bab 3 Metode Penelitian	19
3.1 Alur Penelitian	19
3.2 Peralatan dan Bahan	20
3.3 Kriteria Desain	25
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	26

4.1	Hasil Desain Produk	26
4.2	Hasil Simulasi Injeksi Plastik	28
4.2.1	Pengaruh Tipe Layout Terhadap <i>Fill Time</i>	28
4.2.2	Pengaruh Tipe Layout Terhadap <i>Quality Prediction</i>	30
4.2.3	Pengaruh Tipe Layout Terhadap Cacat Produk (<i>Air traps</i>).....	32
4.2.4	Pengaruh Tipe Layout Terhadap Cacat Produk (<i>Weld lines</i>)	33
Bab 5 Penutup.....		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	36
Daftar Pustaka		38



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis thermoplastik	14
Tabel 2.1 Jenis-jenis thermoplastik	14
Tabel 3.1 Spesifikasi laptop	20
Tabel 4.1 Pengaruh tipe layout terhadap <i>fill time</i>	29
Tabel 4.2 Pengaruh tipe layout terhadap <i>quality prediction</i>	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Datasheet polypropylene (PP)	15
Gambar 2.2 Siklus <i>injection molding</i>	16
Gambar 2.3 Contoh <i>short-shot</i>	17
Gambar 2.4 Contoh <i>sink mark</i>	17
Gambar 2.5 Contoh <i>weld lines</i>	17
Gambar 2.6 Contoh <i>warpage</i>	18
Gambar 2.7 Contoh <i>air traps</i>	18
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	19
Gambar 3.2 Tampilan antarmuka software Autodesk Inventor Professional 2019	20
Gambar 3.3 Tampilan antarmuka software Autodesk Moldflow Adviser 2019	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Desain assembly produk sikat pencuci piring	26
Gambar 4.2 Exploded view produk sikat pencuci piring	27
Gambar 4.3 Simulasi <i>fill time</i> pada layout tipe H dan Star pada komponen a) <i>rubber push</i> , b) <i>cover</i> , c) <i>body</i> , d) <i>cover hole</i> , dan e) <i>plastic spons</i>	29
Gambar 4.5 Simulasi <i>quality prediction</i> pada layout tipe H dan Star pada komponen a) <i>rubber push</i> , b) <i>cover</i> , c) <i>body</i> , d) <i>cover hole</i> , dan e) <i>plastic spoon</i>	31
Gambar 4.7 Simulasi <i>air traps</i> pada layout tipe H dan Star pada komponen a) <i>rubber push</i> , b) <i>cover</i> , c) <i>body</i> , d) <i>cover hole</i> , dan e) <i>plastic spons</i>	33
Gambar 4.9 Simulasi <i>weld lines</i> pada layout tipe H dan Star pada komponen a) <i>rubber push</i> , b) <i>cover</i> , c) <i>body</i> , d) <i>cover hole</i> , dan e) <i>plastic spons</i>	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mencuci piring merupakan kegiatan sehari-hari yang dilakukan untuk membersihkan piring setelah digunakan. Kegiatan ini pasti dilakukan dirumah, warung, dan berbagai tempat makan lainnya. Biasanya, untuk membersihkan piring menggunakan beberapa peralatan dan bahan seperti spons, sikat, botol tempat sabun, dan sabun cair. Alat dan bahan tersebut biasanya dibeli terpisah sehingga membutuhkan tempat untuk menyimpannya. Selain itu, ketika menggunakan peralatan tersebut untuk mencuci piring kurang praktis. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi untuk menggabungkan beberapa alat dan bahan tersebut menjadi satu kesatuan agar kegiatan mencuci piring menjadi lebih mudah dan praktis serta tidak membutuhkan tempat untuk menyimpannya.

Dalam memproduksi sebuah produk khususnya produk yang dibuat melalui proses injeksi plastik, agar biaya produksi dapat ditekan karena kegagalan dalam proses cetak, dapat dilakukan terlebih dahulu proses simulasi agar menghasilkan produk terbaik dan minim cacat. Salah satu caranya adalah melakukan simulasi injeksi plastik menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser. Software ini dapat mensimulasikan proses injeksi plastik untuk mengetahui *fill time*, *quality prediction*, dan dapat menampilkan kemungkinan cacat yang terjadi seperti *weld lines* dan *air traps*. Sehingga, melalui simulasi menggunakan software ini, kegagalan dalam proses mencetak produk melalui proses injeksi plastik dapat diminimalkan.

Beberapa parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh tipe *layout* dan diameter *runner*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, tipe *layout* dan diameter *runner* diinvestigasi untuk menghasilkan produk sikat pencuci piring yang memiliki *fill time* tercepat dan *quality prediction* terbaik di masing-masing komponen yang dibuat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat sebuah produk yang dapat menggabungkan spons, sikat, sabun cair, dan botol sabun menjadi satu kesatuan?
2. Bagaimana cara mensimulasikan injeksi plastik pada produk yang dibuat?
3. *Layout* tipe apa yang sesuai agar menghasilkan *fill time* dan *quality prediction* terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Produk dan mold didesain menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2019.
2. Analisis injeksi menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser 2019
3. Ukuran diameter *runner* yang digunakan adalah 3 mm.
4. Tipe layout yang digunakan adalah tipe Star dan tipe H.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh ukuran diameter *runner* dan tipe *layout* terhadap *fill time* dan *quality prediction* serta cacat produk yang terjadi (*air traps* dan *weld lines*) pada produk sikat pencuci piring menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser 2019.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi dalam membuat produk yang dibuat melalui proses injeksi plastik dengan cara disimulasikan terlebih dahulu untuk mendapatkan *fill time* dan *quality prediction* terbaik serta mengetahui cacat produk yang terjadi (*air traps* dan *weld lines*) menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser sebelum dicetak menggunakan proses injeksi plastik yang sesungguhnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi 5 bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi hal-hal apa saja yang melatarbelakangi penelitian atau perancangan yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan mengenai penelitian lain yang telah dilakukan, dan berhubungan dengan penelitian atau perancangan yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai alur penelitian atau perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil perancangan, analisis, dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran yang berupa rangkuman dari pelaksanaan maupun dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Injeksi plastik merupakan teknologi yang semakin berkembang pesat seiring dengan semakin banyaknya produk yang dibuat menggunakan metode ini. Kelebihan dari proses pembuatan produk melalui teknologi injeksi plastik adalah kemampuan untuk produksi dalam skala besar (Arief & Budi, 2013). Untuk menghasilkan produk sesuai yang diinginkan, diperlukan sebuah proses untuk meminimalisir kegagalan yang mungkin terjadi. Salah satu software yang dapat digunakan untuk mensimulasikan proses injeksi plastik adalah Autodesk Moldflow Adviser.

Dalam melakukan simulasi, terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan yaitu diameter *runner* dan tipe layout. Sebuah penelitian telah melaporkan bahwa diameter *runner* mempengaruhi hasil *fill time*. Semakin kecil diameter *runner*, maka semakin cepat *fill time* yang dihasilkan (Irawan, 2017). Selain itu, hasil sebuah penelitian lain juga menyampaikan bahwa tipe layout mempengaruhi *fill time* dan *quality prediction*. Dalam penelitian tersebut, jenis layout grid bentuk H mendapatkan hasil yang paling baik (Wicaksono, 2019).

Berdasarkan kajian pustaka yang telah disampaikan, penelitian ini akan mensimulasikan produk sikat pencuci piring menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser 2019 untuk memperoleh *fill time* tercepat dan *quality prediction* terbaik dengan variasi layout H dan layout STAR dengan diameter *runner* 3 mm.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Polymer

Polimer adalah perakit molekuler berulang organik kecil yang disebut monomer. Sifat monomer termasuk resistivitas tinggi terhadap bahan kimia dan juga dapat menjadi isolator termal dan listrik. Bahan termoplastik pada umumnya melunak jika terkena panas dan kembali ke kondisi semula saat didinginkan, hal ini dikarenakan adanya molekul yang tertahan oleh gaya antarmolekul yang lemah (Heath & Cooper, 2013). Tabel 2.1 berikut ini adalah jenis-jenis thermoplastik yang banyak digunakan diberbagai macam produk.

Tabel 2.1 Jenis-jenis thermoplastik


No	Kelompok Termoplastik	Contoh Umum
1	Polyolefines	LDPE , HDPE, PP
2	Styrenics	PS, ABS
3	Vinyls	PVC
4	Acrylics	PMMA
5	Fluoropolymers	PVDF
6	Polyesters	PET
7	Polyamides (Nylons)	<i>Nylon 6 , Nylon 66</i>
8	Polyimides	PI
9	Polyethers	PC
10	Sulphur yang mengandung polymers	PES

2.2.2 Polypropylene (PP)

Polypropylene merupakan jenis plastik kedua di dunia yang paling banyak diproduksi setelah *polyethylene*. Jenis plastik ini terbentuk dari proses polimerisasi yang ditemukan oleh dua ilmuwan bernama Paul Hogan dan Robert Banks. Hanya perlu sekitar enam tahun sampai akhirnya *polypropylene* dikenal dan diproduksi untuk seluruh dunia. Sama dengan *polyethylene*, *polypropylene* adalah termoplastik sehingga akan meleleh ketika dipanaskan, dan kembali mengeras ketika suhunya kembali. Hal ini membuat *polypropylene* mudah didaur ulang.

Selain itu, karena tahan terhadap bahan kimia, plastik ini sering digunakan sebagai wadah kemasan pembersih dan perlengkapan medis.

Beberapa karakteristik lainnya dari *polypropylene* atau plastik PP adalah elastisitas dan kekuatannya yang tinggi, kemampuannya mempertahankan bentuk, serta memiliki ketahanan terhadap aliran listrik. Gambar 2.1 berikut ini adalah datasheet untuk polymer jenis polypropylene (PP).



**Product Data Sheet &
General Processing Conditions**

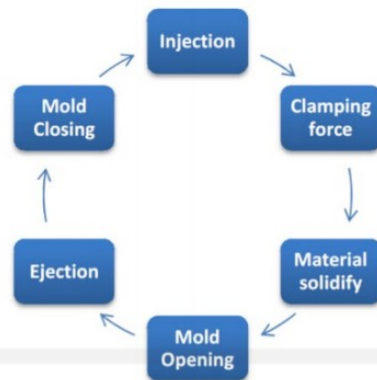
**ESD C 100
Polypropylene (PP)
ESD Protection
Electrically Conductive
Standard (Low) MFR**

PROPERTIES & AVERAGE VALUES OF INJECTION MOLDED SPECIMENS			
PERMANENCE	English	SI Metric	ASTM TEST
Specific Gravity	1.00	1.00	D 702
Melt Flow Rate @ 230 °C, 1/2, 16 kg	0.50 - 2.00 g/10 min	0.50 - 2.00 g/10 min	D 1238
Molding Shrinkage 1/8 in (3.2 mm) section	0.0120 - 0.0170 in/in	1.20 - 1.70 %	D 955
MECHANICAL			
Impact Strength, Izod notched 1/8 in (3.2 mm) section	10.0 ft-lbs/in No Break	534 J/m No Break	D 256 D 4812
Tensile Strength	3000 psi	21 MPa	D 638
Tensile Elongation	> 10.0 %	> 10.0 %	D 638
Tensile Modulus	0.17 x 10 ⁶ psi	1172 MPa	D 638
Flexural Strength	4000 psi	28 MPa	D 790
Flexural Modulus	0.16 x 10 ⁶ psi	1103 MPa	D 790
ELECTRICAL			
Volume Resistivity	< 1E3 ohm.cm	< 1E3 ohm.cm	D 257
Surface Resistivity	< 1E6 ohm/sq	< 1E6 ohm/sq	D 257
Surface Resistance	< 1E5 ohm	< 1E5 ohm	ESD STM11.11
Static Decay MIL-PRF-81705D, 5kV to 50 V, 12% RH	< 2.00 s	< 2.00 s	FTMS101C 4046.1
THERMAL			
Deflection Temperature @ 264 psi (1820 kPa)	125 °F	52 °C	D 648
Ignition Resistance* Flammability**	HB @ 1/16 in	HB @ 1.5 mm	D 635
PROPERTY NOTES			
Data herein is typical and not to be construed as specifications. Unless otherwise specified, all data listed is for natural or black colored materials. Pigments can affect properties. * This rating is not intended to reflect hazards of this or any other material under actual fire conditions. ** Values per RTP Company testing.			
GENERAL PROCESSING FOR INJECTION MOLDING			
	English	SI Metric	
Injection Pressure	10000 - 15000 psi	69 - 103 MPa	
Melt Temperature	375 - 450 °F	191 - 232 °C	
Mold Temperature	90 - 150 °F	32 - 66 °C	
Drying	2 hrs @ 175 °F	2 hrs @ 79 °C	

Gambar 2.1 Datasheet polypropylene (PP)

2.2.3 Injection Molding

Injection molding merupakan proses pembentukan benda dari bijih berbentuk butiran yang ditempatkan ke dalam suatu corong dan masuk ke dalam silinder injeksi kemudian didorong melalui *nozzel* serta *sprue bushing* ke dalam rongga atau *cavity* dari *molding* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *molding* akan dibuka dan benda jadi dikeluarkan dengan *ejector* (Tang, Kong, Sapuan, Samin, & Sulaiman, 2006). Material yang sangat sesuai adalah material termoplastik karena pemanasan material ini akan lunak dan sebaliknya akan mengeras lagi bila didinginkan (Riyanto, Anggoro, & Budiantoro, 2015). Gambar 2.2 berikut ini adalah siklus *injection molding*.



Gambar 2.2 Siklus *injection molding*

2.2.4 Cacat Produk pada Proses *Injection Molding*

Kualitas akhir permukaan dari produk plastik *injection molding* merupakan karakteria utama dari standar kualitas produk. Namun keadaan ini tidak dapat mutlak dipenuhi sehingga sering kali terjadi gangguan/cacat produk yang dapat merusak penampilan produk. Cacat produk dapat ditimbulkan oleh berbagai faktor, baik yang bersumber pada faktor parameter proses maupun faktor desain. Untuk mengatasi masalah cacat tersebut tentunya harus disesuaikan dengan bentuk dan gangguan atau cacat yang timbul serta pengaruh terhadap produk. Macam-macam cacat produk pada proses *injection molding* ialah sebagai berikut:

1. *Short-shot*

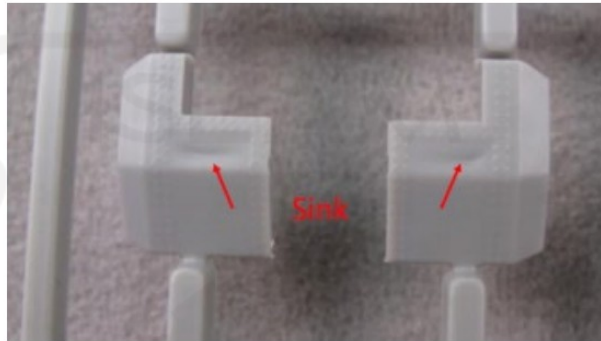
Short-shot adalah sebuah kondisi dimana lelehan material plastik yang akan diinjeksikan ke dalam *cavity* tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai dengan pengaturan mesin injeksi. Kondisi ini mengakibatkan plastik mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi *cavity*. Contoh kasus *short-shot* yang terjadi pada proses injeksi plastik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh *short-shot*

2. *Sink mark*

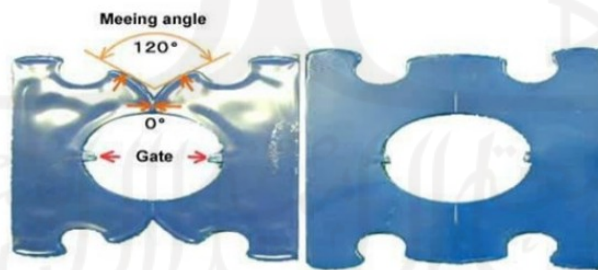
Sink mark adalah kondisi dimana ditemukan bentuk cembung pada produk karena kurangnya tekanan pada mesin injeksi seperti dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh *sink mark*

3. *Weld lines*

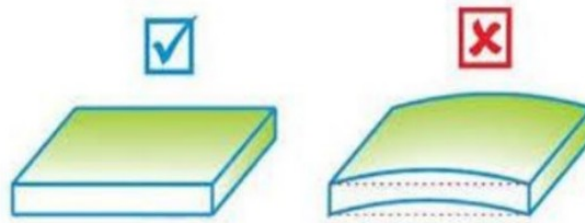
Weld lines adalah dalah ketika dua atau lebih aliran lelehan depan material yang digambarkan dengan garis “V” sempit yang bertemu pada kedua ujung aliran lelehan material. Hal ini dapat terjadi karena titik antara injeksi dan transfer terlalu dekat, waktu pendinginan terlalu singkat, dan temperatur mold atau terlalu rendah. Contoh *weld lines* pada produk dibuat menggunakan injeksi plastik dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh *weld lines*

4. *Warpage*

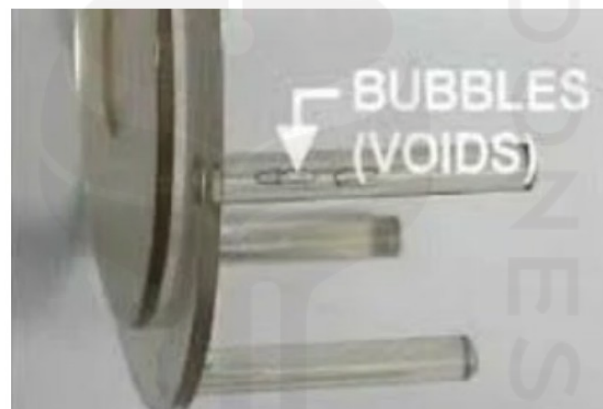
Warpage adalah kondisi cacat produk yang terlihat sebagai permukaan yang melengkung atau terbelit (Yulianto, Rispianda, & Prassetiyo, 2014). Hal ini disebabkan oleh pendinginan cetakan yang tidak seragam, perbedaan temperature yang tinggi disebagian cetakan dan tekanan tunggu (*holding pressure*) yang rendah seperti dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh *warp*

5. *Air traps*

Air traps adalah udara yang terjebak didalam produk yang dibuat. Hal ini terjadi karena tidak samanya proses solidifikasi antar permukaan (Yulianto et al., 2014). Selain itu, kurangnya *holding pressure* sehingga lelehan plastik belum cukup untuk mengisi rongga cetakan. Gambar 2.7 berikut ini adalah contoh kasus *air traps* pada proses injeksi plastik.

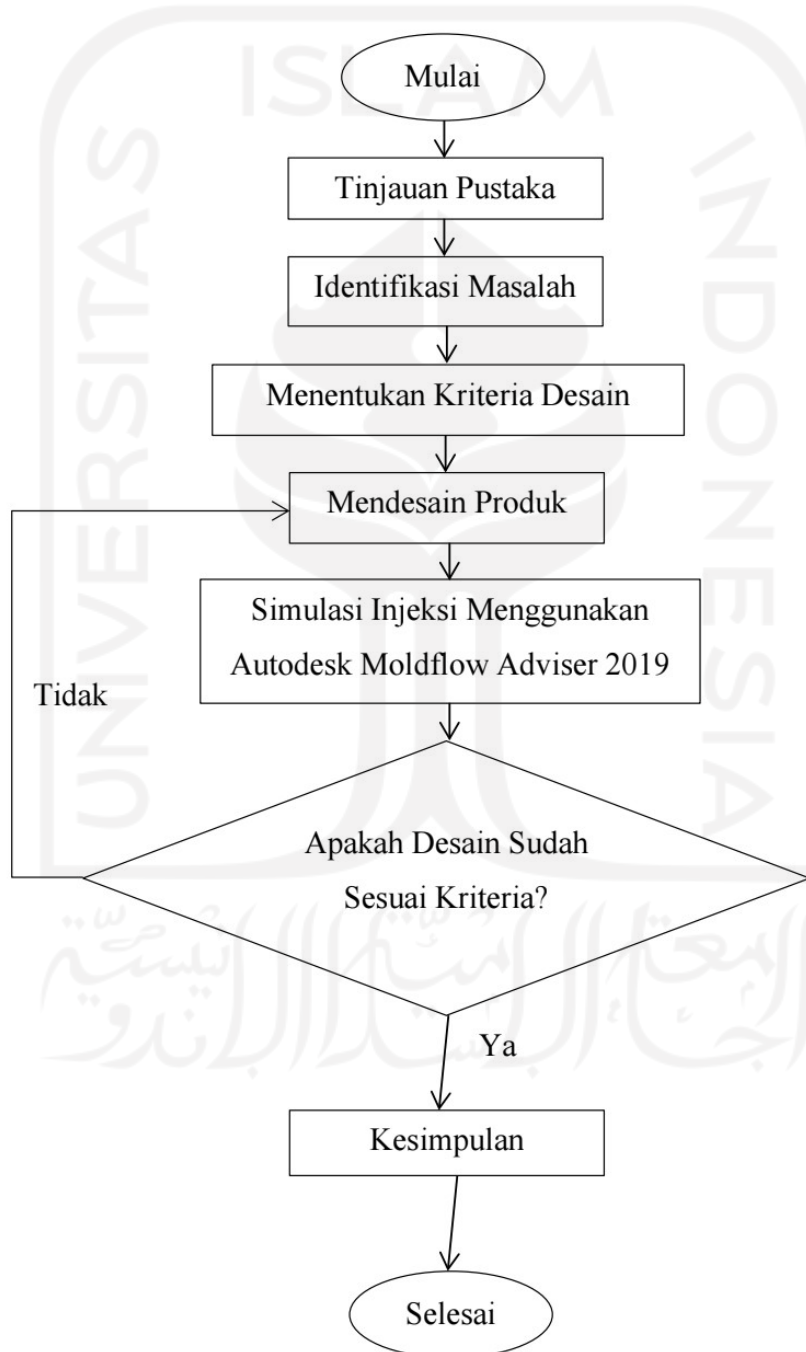


Gambar 2.7 Contoh *air traps*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Diagram alur dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop

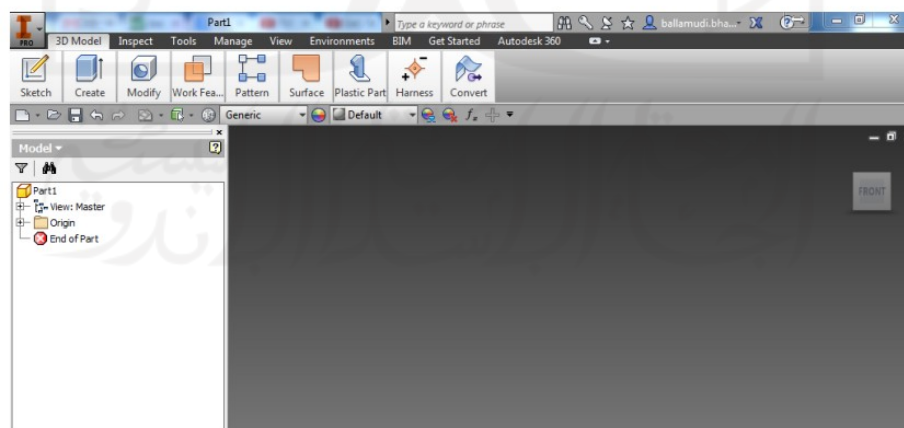
Laptop yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi laptop

No	Informasi Sistem	Spesifikasi
1	<i>Operating System</i>	Windows 10 Home Single Language 64-bit
2	<i>System Manufacturer</i>	Asus ROG
3	<i>System Model</i>	GLX 5555
4	<i>Processor</i>	Intel(R) Core(TM) i7-9230H CPU @ 2.60GHz (12 CPUs), ~2.6GHz
5	<i>Render Device Card Name</i>	NVIDIA GeForce GTX 1020
6	<i>Render Device Chip Type</i>	GeForce GTX 1020

2. Software Autodesk Inventor Professional 2019

Untuk mendesain produk, digunakan software Autodesk Inventor Professional 2019. Gambar 3.2 berikut ini adalah tampilan antarmuka software Autodesk Inventor Professional 2019.



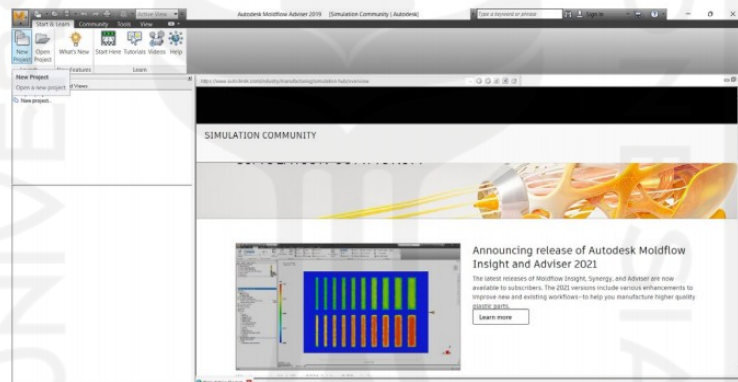
Gambar 3.2 Tampilan antarmuka software Autodesk Inventor Professional 2019

3. Software Autodesk Moldflow Adviser 2019

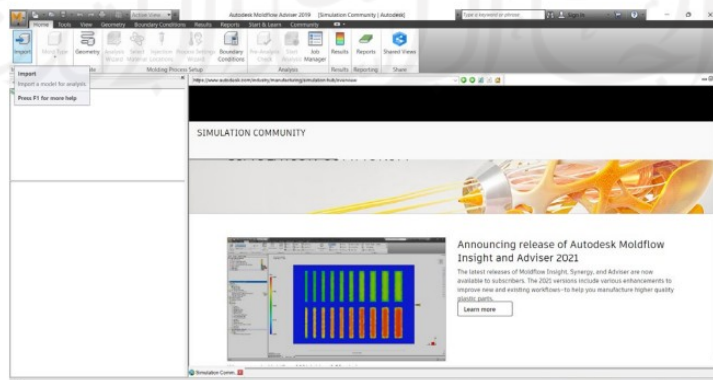
Untuk melakukan simulasi injeksi plastik, digunakan software Autodesk Moldflow Adviser 2019. Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan software Autodesk Moldflow Adviser 2019 :



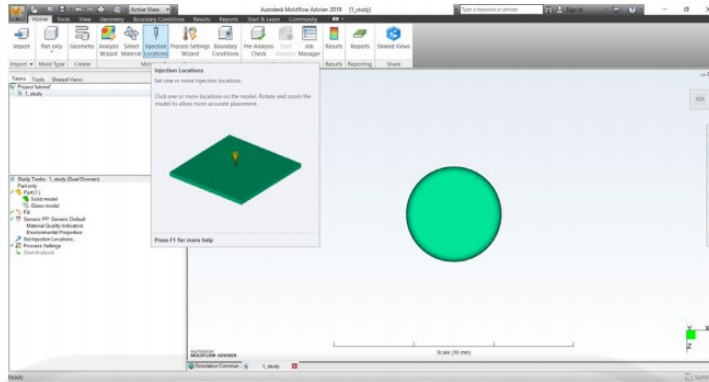
Gambar 3.3. Open Autodesk Moldflow Adviser 2019



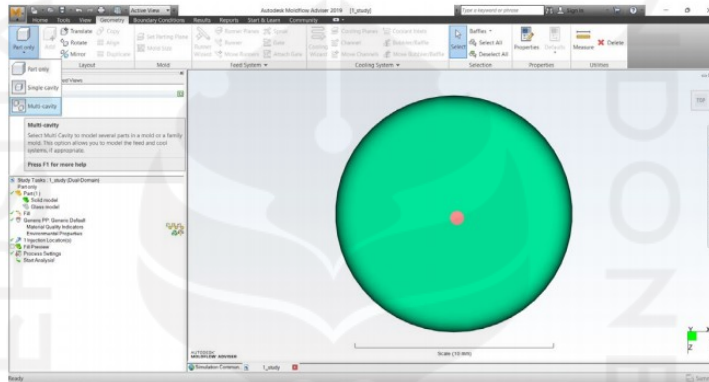
Gambar 3.4. Start & Learn -> New Project



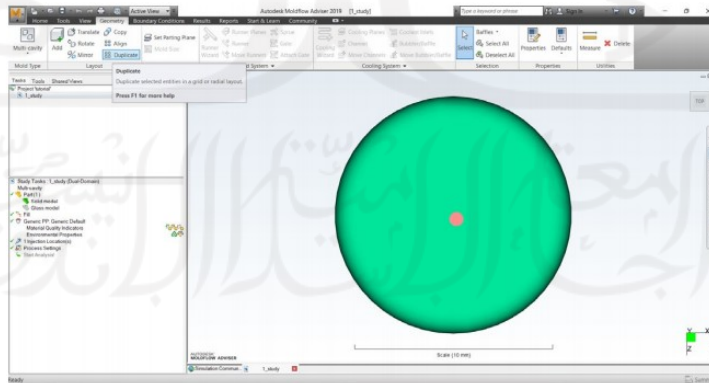
Gambar 3.5. Home -> Import



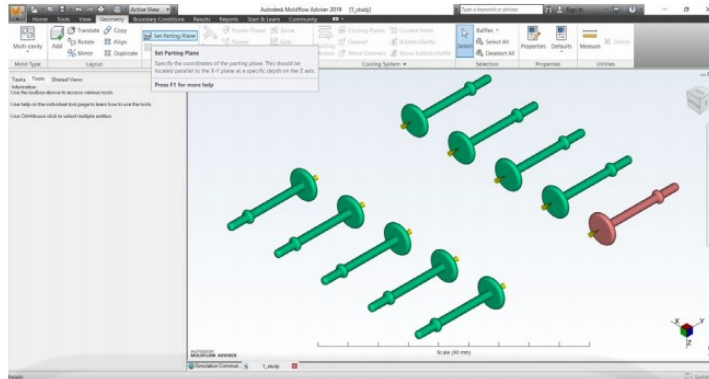
Gambar 3.6. Home -> Injection Locations



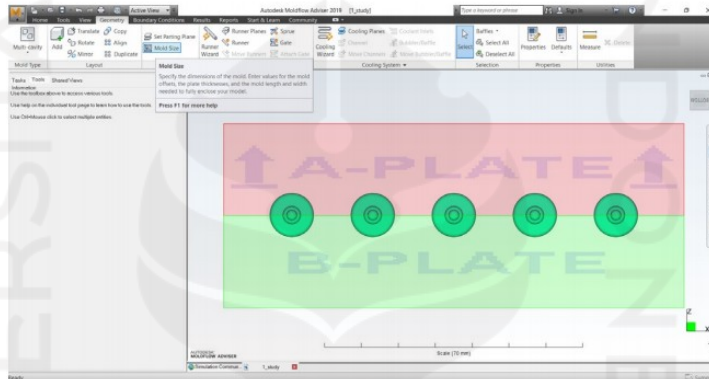
Gambar 3.7. Geometry -> Multi-cavity



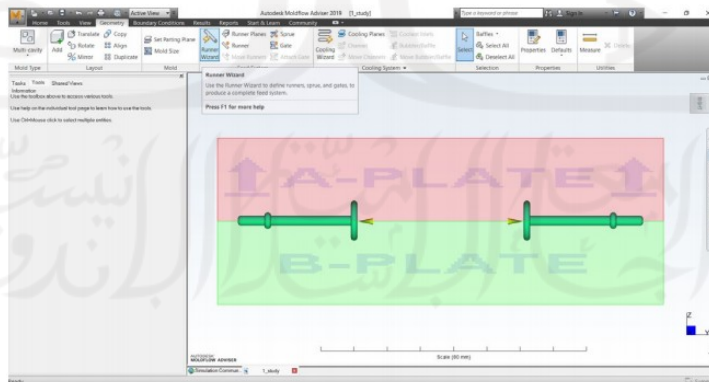
Gambar 3.8. Geometry -> Duplicate



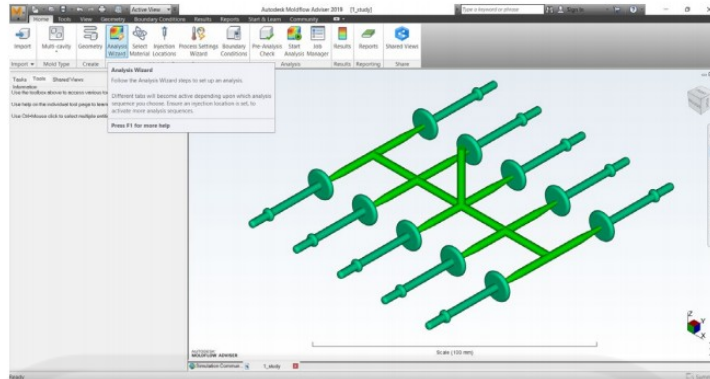
Gambar 3.9. Geometry -> Set Parting Plane



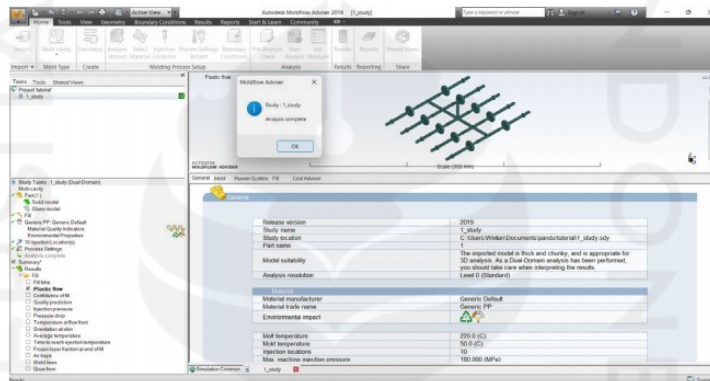
Gambar 3.10. Geometry -> Mold Size



Gambar 3.11. Geometry -> Runner Wizard



Gambar 3.12. Home -> Analysis Wizard



Gambar 3.13. Analysis Complete

3.3 Identifikasi Masalah

Telah dirumuskan beberapa identifikasi masalah dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Ketika menggunakan peralatan yang sudah ada di pasaran kurang praktis, oleh karena itu dibutuhkan inovasi untuk menggabungkan beberapa alat dan bahan tersebut menjadi satu kesatuan agar kegiatan mencuci piring menjadi lebih mudah dan praktis, serta tidak membutuhkan tempat yang lebih luas untuk menyimpannya.
2. Menekan biaya produksi karena produk disimulasi terlebih dahulu sebelum diproduksi, jadi dapat menekan angka kegagalan dalam proses produksi.

3.4 Kriteria Desain

Telah dirumuskan beberapa kriteria desain dalam penelitian ini antara lain yaitu:

1. Praktis
Praktis dalam penggunaan karena sabun sudah tersedia dalam produk dan terdapat 2 fungsi botol yang dapat diganti-ganti yaitu sikat dan spons.
2. Mudah digunakan
Mudah digunakan karena desain produk memenuhi unsur ergonomis di tangan konsumen.
3. Hasil simulasi memiliki *quality prediction* lebih dari 75% untuk kategori *high*.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Desain Produk

Berdasarkan kriteria desain yang telah ditentukan yaitu praktis dan mudah digunakan, dihasilkan sebuah produk sikat pencuci piring seperti dapat dilihat pada Gambar 4.1.

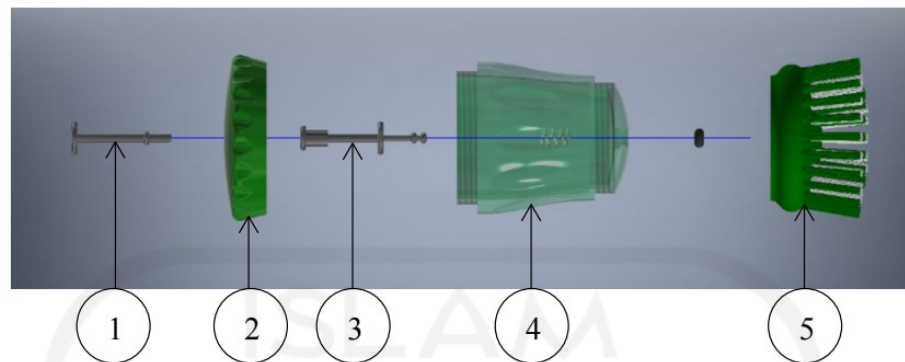


Gambar 4.1 Desain assembly produk sikat pencuci piring

Proses mendapatkan desain :

1. Melihat kekurangan produk di pasaran yang sudah ada.
2. Mengumpulkan beberapa ide, diantaranya adalah botol sabun sikat pencuci piring, botol sabun spons pencuci piring, dan botol sabun sikat kawat pencuci piring.
3. Memilih ide yang paling memungkinkan, yaitu botol sabun sikat pencuci piring dan botol sabun spons pencuci piring.
4. Modifikasi beberapa produk yang sudah ada menjadi satu produk baru.
5. Mendesain produk secara bertahap selaras dengan setiap hasil bimbingan.
6. Saat desain sudah ditetapkan, dilanjutkan dengan melakukan simulasi injeksi desain tersebut.

Produk sikat pencuci piring memiliki beberapa komponen penyusun seperti dapat dilihat pada exploded view di Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Exploded view produk sikat pencuci piring

Masing-masing komponen penyusun produk sikat pencuci piring yaitu 1) *rubber push*, 2) *cover*, 3) *cover hole*, 4) *body*, dan 5) *plastic spons*. Produk ini menggabungkan sikat dan botol sabun menjadi satu kesatuan sehingga dalam penggunaannya menjadi lebih praktis dan mudah. Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. *Rubber push*

Rubber push merupakan komponen yang ditekan agar sabun dapat keluar.

2. *Cover*

Cover merupakan komponen yang berfungsi untuk menutup body bagian atas yang dapat dibuka untuk mengisi ulang sabun cair.

3. *Cover hole*

Cover hole merupakan komponen lanjutan dari *rubber push* yang memiliki pegas dan berfungsi untuk membuka katup agar sabun cair yang ditampung di *body* dapat keluar.

4. *Body*

Body merupakan komponen untuk menyimpan sabun cair

5. *Plastic spons*

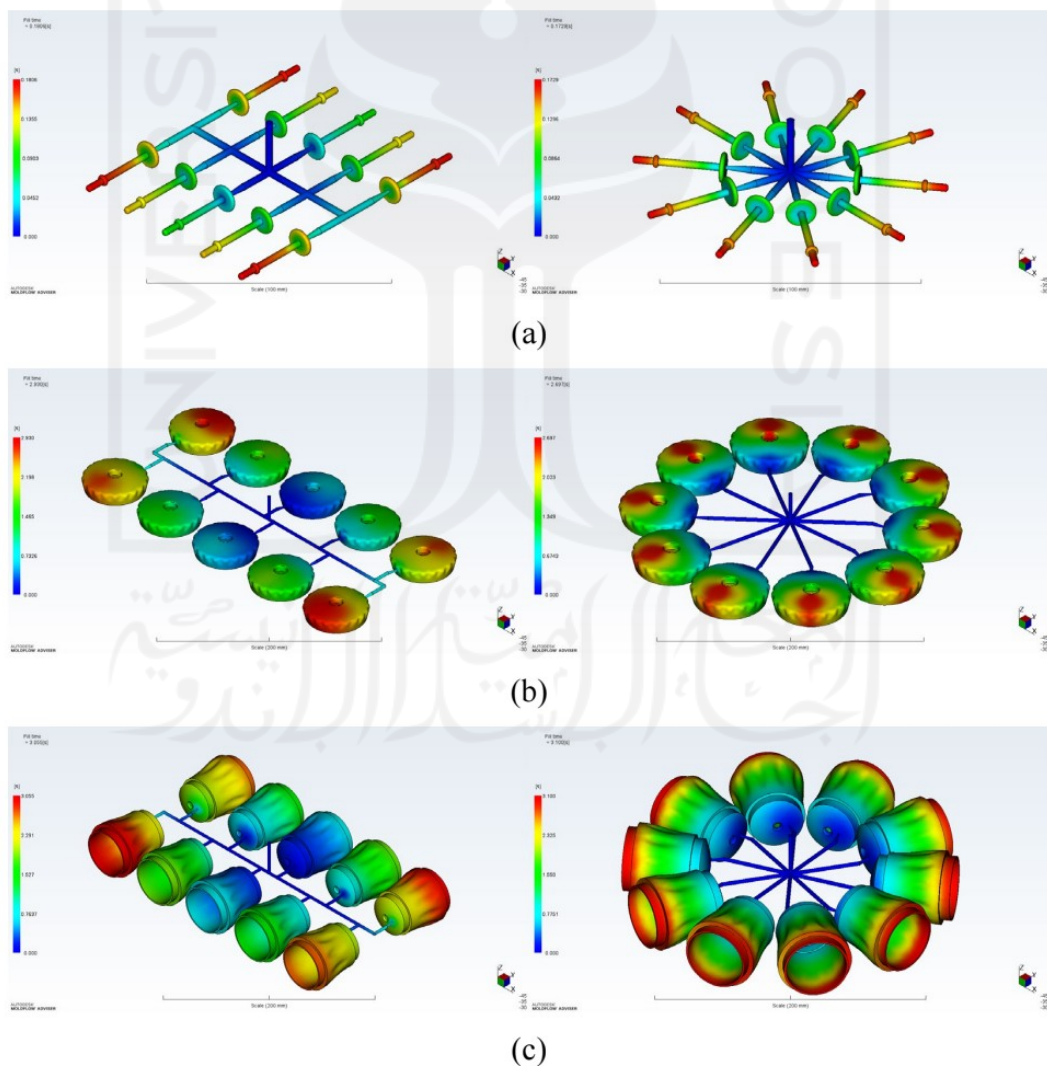
Plastic spons merupakan komponen yang berfungsi sebagai penutup *body* bagian bawah dan dapat disambungkan dengan sikat atau *spons* untuk membersihkan piring.

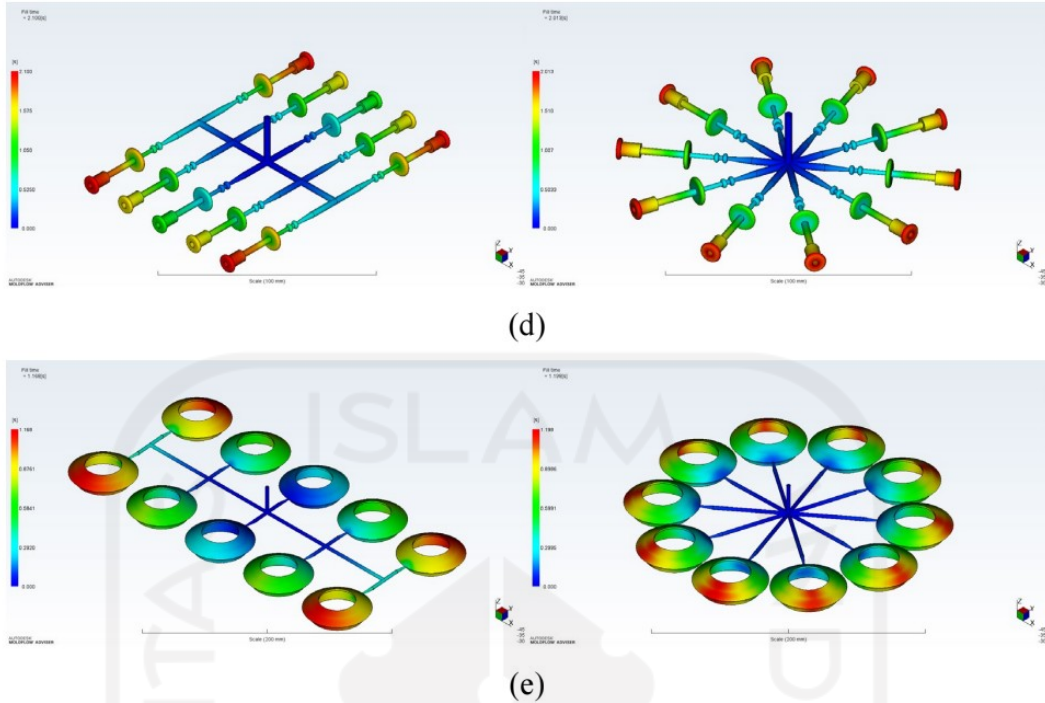
4.2 Hasil Simulasi Injeksi Plastik

Simulasi injeksi plastik pada produk sikat pencuci piring dibagi menjadi empat bagian yaitu pengaruh tipe layout dan diameter runner terhadap *fill time*, *quality prediction*, cacat produk *air traps*, dan cacat produk *weld lines*.

4.2.1 Pengaruh Tipe Layout Terhadap *Fill Time*

Fill time adalah proses saat melakukan pengisian cairan yang memasuki dinding-dinding cetakan yang ditunjukkan dengan indikator warna. Indikator warna menunjukkan lama waktu injeksi plastik dari yang paling cepat terisi hingga yang paling lama tersisi berurutan dari biru tua, biru muda, hijau, kuning, dan merah. *Fill time* pada layout tipe H dan tipe Star dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.





Gambar 4.3 Simulasi *fill time* pada layout tipe H dan Star pada komponen a) *rubber push*, b) *cover*, c) *body*, d) *cover hole*, dan e) *plastic spon*

Seperti dapat dilihat pada Gambar 4.3, secara umum layout tipe H lebih sedikit menampilkan warna merah dibandingkan dengan layout tipe Star. Warna merah yang terjadi pada layout tipe H hanya ditemukan pada komponen yang berada diujung sedangkan tipe Star merata disetiap komponen. Hasil *fill time* dengan layout tipe H dan tipe Star dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh tipe layout terhadap *fill time*

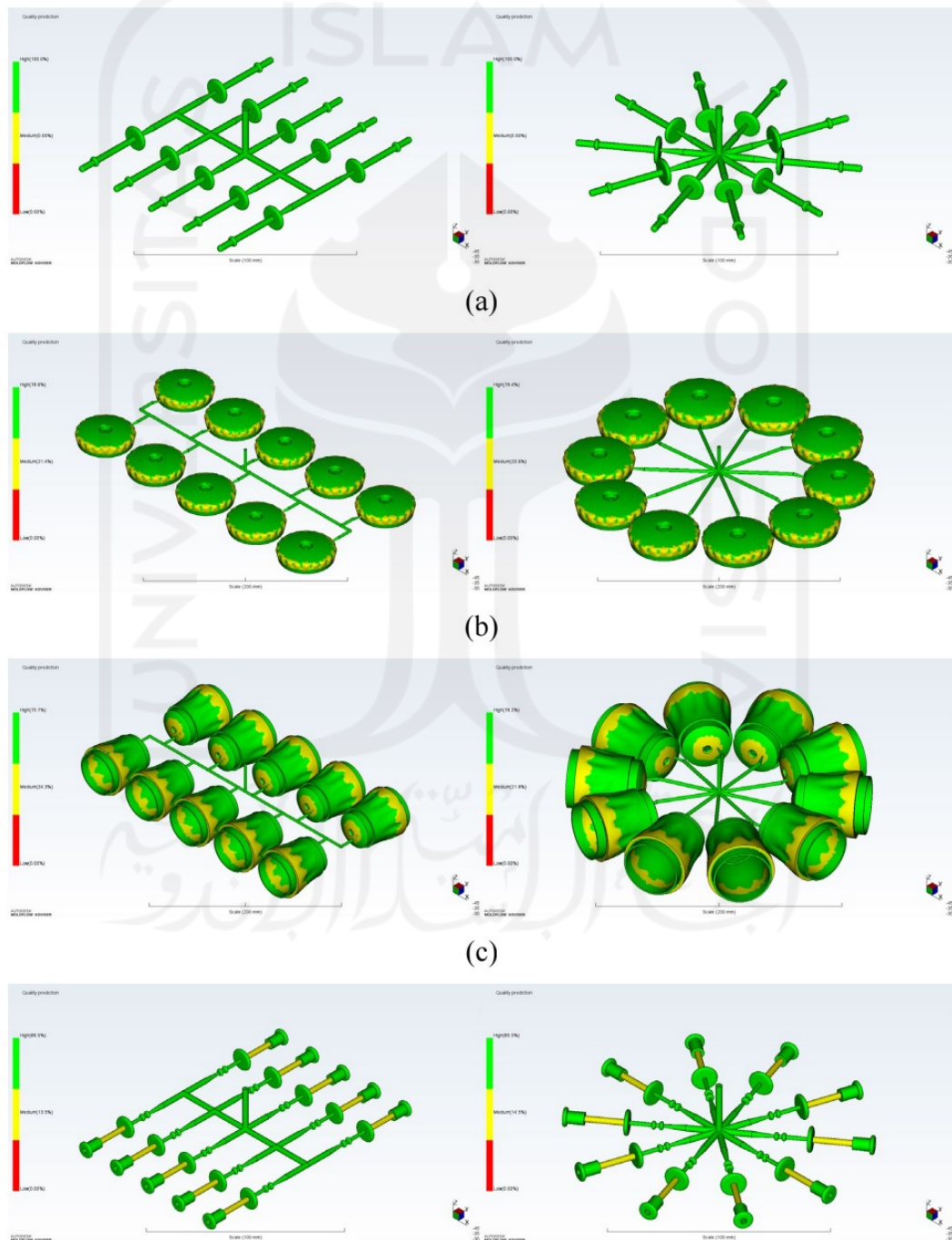
No	Nama Komponen	Tipe Layout	<i>Fill time</i> (s)
1	<i>Rubber push</i>	H	0.1806
		Star	0.1729
2	<i>Cover</i>	H	2.930
		Star	2.697
3	<i>Body</i>	H	3.055
		Star	3.100
4	<i>Cover hole</i>	H	2.100
		Star	2.013
5	<i>Plastic Spon</i>	H	1.168
		Star	1.198

Berdasarkan Tabel diatas, untuk komponen *rubber push*, *cover*, dan *cover hole* memperoleh *fill time* lebih cepat ketika menggunakan *layout* tipe Star. Akan

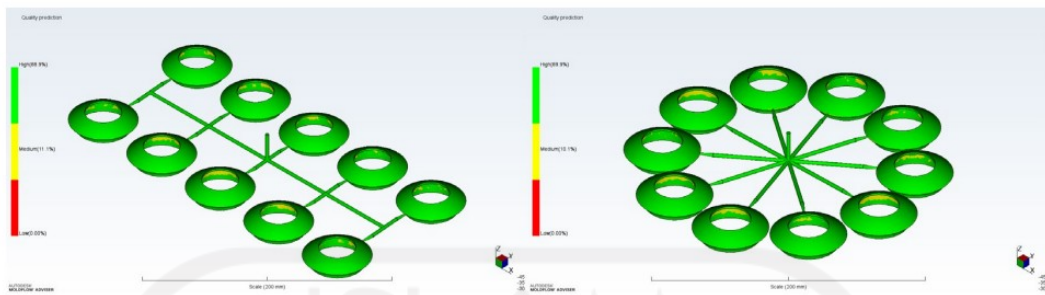
tetapi, hasil yang berbeda ditunjukkan pada komponen *body* dan *plastic spons*. Kedua komponen ini memperoleh *fill time* lebih cepat jika menggunakan *layout* tipe H.

4.2.2 Pengaruh Tipe Layout Terhadap *Quality Prediction*

Simulasi *quality prediction* pada layout tipe H dan tipe Star dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



(d)



(e)

Gambar 4.4 Simulasi *quality prediction* pada layout tipe H dan Star pada komponen a) *rubber push*, b) *cover*, c) *body*, d) *cover hole*, dan e) *plastic spoon*

Seperti dapat dilihat pada Gambar 4.5 a), tidak ditemukan warna kuning pada komponen *rubber push* baik menggunakan layout tipe H dan tipe Star. Namun demikian untuk komponen lainnya memiliki warna hijau dan kuning meskipun tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil *quality prediction* komponen-komponen tersebut terangkum pada Tabel 4.2.

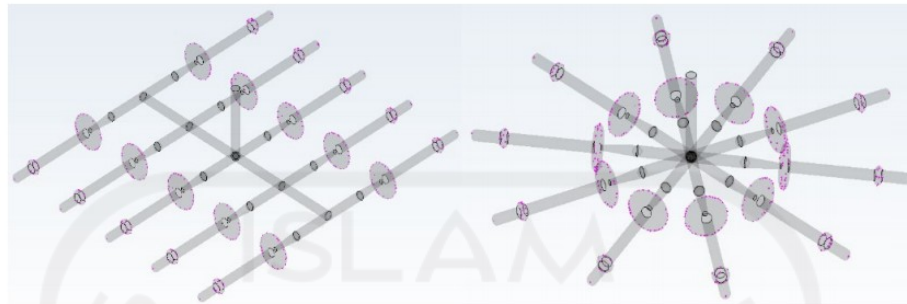
Tabel 4.2 Pengaruh tipe layout terhadap *quality prediction*

No	Nama Komponen	Layout	Quality Prediction (%)		
			High	Medium	Low
1	<i>Rubber Push</i>	H	100	0	0
		Star	100	0	0
2	<i>Cover</i>	H	78.6	21.4	0
		Star	79.4	20.6	0
3	<i>Body</i>	H	75.7	24.3	0
		Star	78.2	21.8	0
4	<i>Cover Hole</i>	H	86.5	13.5	0
		Star	85.5	14.5	0
5	<i>Plastic Spons</i>	H	88.9	11.1	0
		Star	89.9	10.1	0

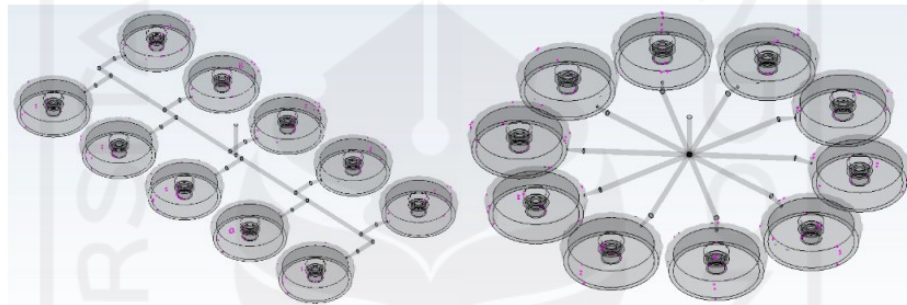
Berdasarkan Tabel diatas, semua komponen telah memperoleh *quality prediction* untuk kategori high diatas 75%. Nilai *quality prediction* tertinggi didapatkan pada komponen *rubber push*. Hal ini sesuai dengan warna yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 a). Secara umum komponen-komponen tersebut mendapatkan *quality prediction* yang lebih tinggi ketika menggunakan *layout* Star kecuali pada komponen *body*.

4.2.3 Pengaruh Tipe Layout Terhadap Cacat Produk (*Air traps*)

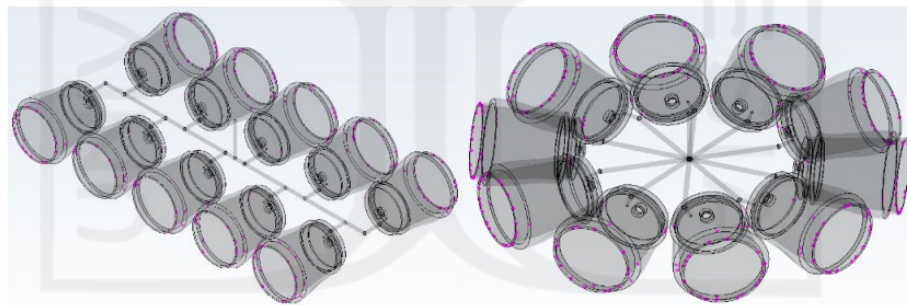
Simulasi *air traps* pada layout tipe H dan tipe Star dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini.



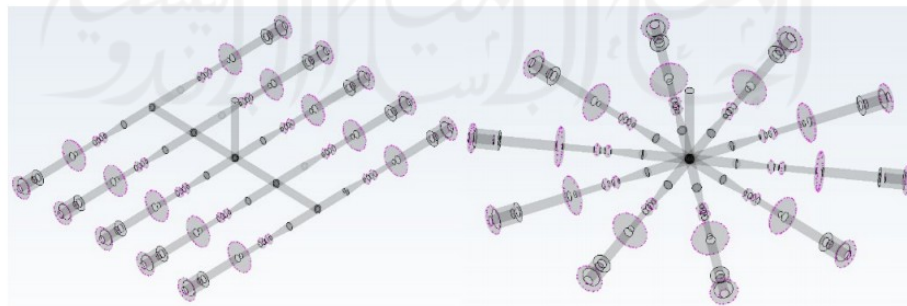
(a)



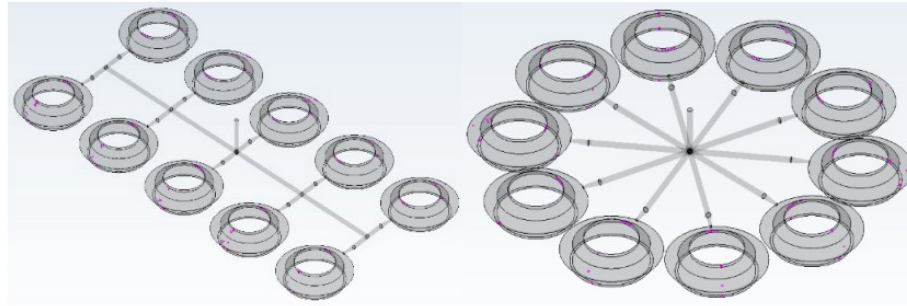
(b)



(c)



(d)



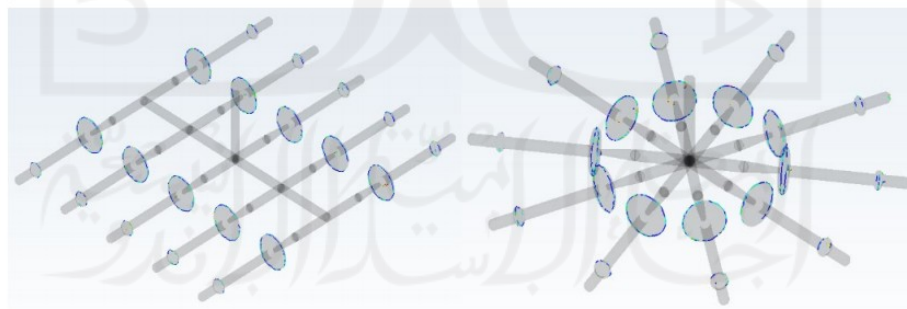
(e)

Gambar 4.5 Simulasi *air traps* pada layout tipe H dan Star pada komponen a) *rubber push*, b) *cover*, c) *body*, d) *cover hole*, dan e) *plastic spon*s

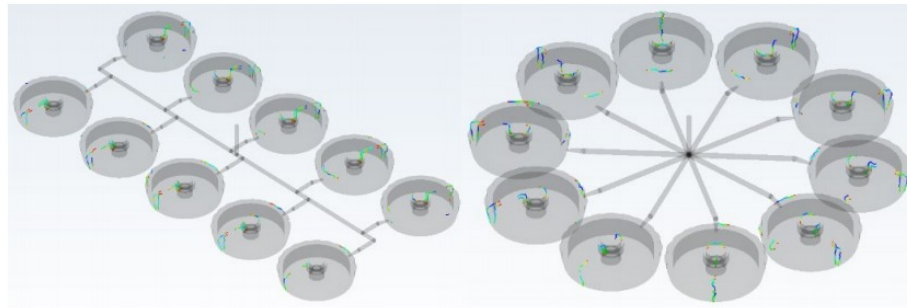
Seperti dapat dilihat pada Gambar 4.7, *air traps* dapat dengan mudah dilihat terjadi disetiap ujung-ujung komponen. Namun demikian, secara kasat mata *air traps* dapat dengan mudah dilihat ditemukan pada komponen dengan *layout* Star khususnya pada komponen *body* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7 c. Untuk mengatasi *air traps* yang terjadi, dapat dilakukan penambahan ventilasi pada cetakan. Hal ini telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan menunjukkan hasil yang lebih baik jika tidak diberi ventilasi (Yulianto et al., 2014).

4.2.4 Pengaruh Tipe Layout Terhadap Cacat Produk (*Weld lines*)

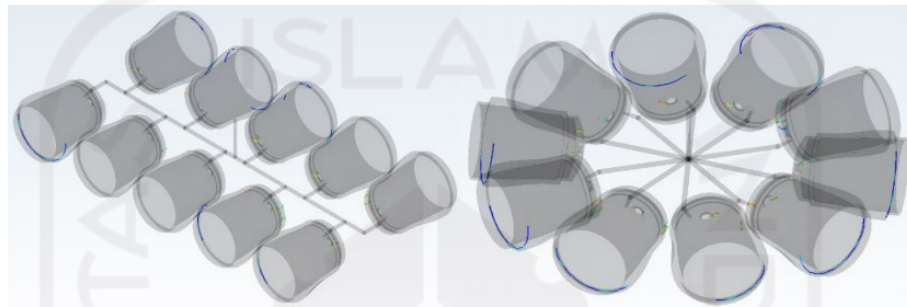
Simulasi *weld lines* pada layout tipe H dan tipe Star dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini.



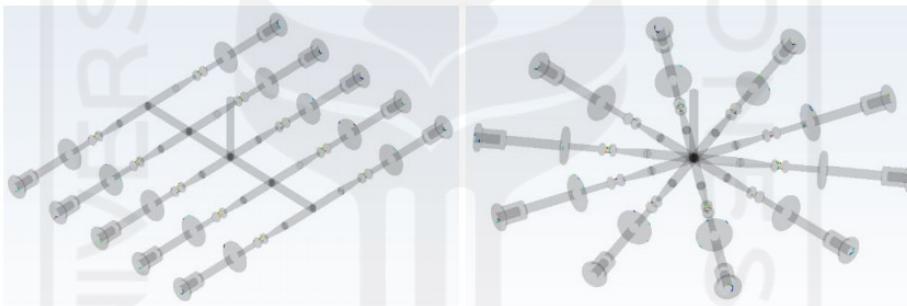
(a)



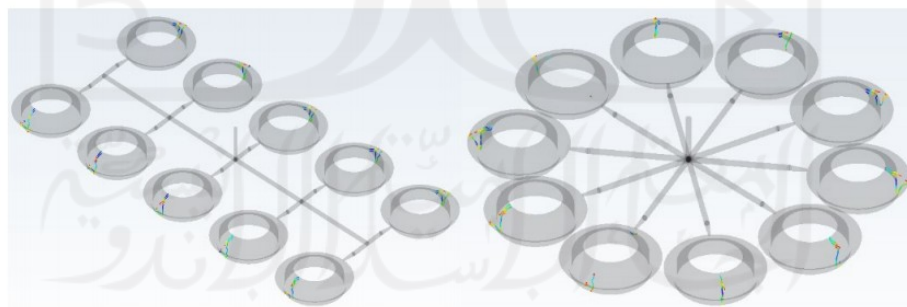
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.6 Simulasi *weld lines* pada layout tipe H dan Star pada komponen a) *rubber push*, b) *cover*, c) *body*, d) *cover hole*, dan e) *plastic spongs*

Seperti dapat dilihat pada Gambar 4.8, *weld lines* yang terjadi juga dapat dengan mudah diamati di setiap komponen. Namun demikian, *weld lines* dapat terlihat dengan lebih jelas pada komponen yang berbentuk lingkaran seperti *cover*,

cover hole, dan *plastic spons*. *Weld lines* yang terjadi pada setiap komponen hampir sulit untuk dihindari, namun bisa diminimalisir dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti meningkatkan besarnya tekanan injeksi, penempatan gate, pengaturan suhu yang masih dalam batas rekomendasi (Pratama, 2016).



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Komponen *rubber push*, *cover*, dan *cover hole* memperoleh *fill time* lebih cepat ketika menggunakan *layout* tipe Star. Akan tetapi, hasil yang berbeda ditunjukkan pada komponen *body* dan *plastic spons*. Kedua komponen ini memperoleh *fill time* lebih cepat jika menggunakan *layout* tipe H.
2. Seluruh komponen telah memperoleh *quality prediction* untuk kategori high diatas 75%. Nilai *quality prediction* tertinggi didapatkan pada komponen *rubber push*. Secara umum komponen-komponen tersebut mendapatkan *quality prediction* yang lebih tinggi ketika menggunakan *layout* Star kecuali pada komponen *body*.
3. *Air traps* dapat dengan mudah dilihat terjadi disetiap ujung-ujung komponen. Namun demikian, secara kasat mata *air traps* dapat dengan mudah dilihat ditemukan pada komponen dengan *layout* Star khususnya pada komponen *body*.
4. *Weld lines* yang terjadi juga dapat dengan mudah diamati di setiap komponen. Namun demikian, *weld lines* dapat terlihat dengan lebih jelas pada komponen yang berbentuk lingkaran seperti *cover*, *cover hole*, dan *plastic spons*.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Terdapat beberapa hal yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya diantaranya adalah.

1. Untuk mengatasi *air traps* yang terjadi, dapat dilakukan penambahan ventilasi pada cetakan.
2. Untuk meminimalisir *weld lines* yang terjadi, dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti meningkatkan besarnya tekanan

injeksi, penempatan gate, pengaturan suhu yang masih dalam batas rekomendasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S., & Budi, H. (2013). *Analisa Variasi Tekanan dan Temperatur Untuk Produk Fishing Lure Mesin Injeksi Molding Sederhana Dengan Menggunakan Metode Simulasi*.
- Heath, D. E., & Cooper, S. L. (2013). Polymers: Basic Principles. *Biomaterials Science: An Introduction to Materials: Third Edition*, (December 2013), 64–79. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-087780-8.00008-5>
- Irawan, F. D. B. (2017). *Simulasi Desain Cooling System Dan Runner System Untuk*. 1(2), 63–71.
- Pratama, T. (2016). *untuk material plastik jenis PVC, PolyPhropilene, PolyEthilen. Penelitian ini memberikan informasi tentang setting faktor yang optimal untuk mesin*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Riyanto, S. A., Anggoro, P. W., & Budiantoro, C. (2015). *Optimalisasi proses injeksi plastik menggunakan moldflow dual-domain pada desain base plate*.
- Tang, S. H., Kong, Y. M., Sapuan, S. M., Samin, R., & Sulaiman, S. (2006). Design and thermal analysis of plastic injection mould. *Journal of Materials Processing Technology*, 171(June 2005), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.06.075>
- Wicaksono, A. B. (2019). *Analysis of the Effect of Runner System Layout and Melt Temperature Variations on Fill Time and Defects on Fork Spoon Combined Products with Molding Injection Process*. 9–10.
- Yulianto, I., Rispianda, & Prasetiyo, H. (2014). Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses Injection Molding. *Reka Integra*, 2(3), 140–151.

