

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN
AKSESORIS MOBIL BERBAHAN PLASTIK UNTUK
PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD DEDI LESTARI

1307230234



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN
AKSESORIS MOBIL BERBAHAN PLASTIK UNTUK
PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI

Disusun Oleh :

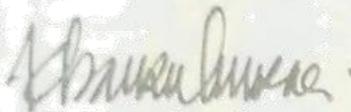
MUHAMMAD DEDI LESTARI

1307230234

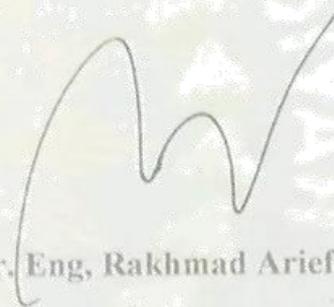
Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing - I

Pembimbing - II



(Khairul Umurani, S.T.M.T)



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Afandi, S.T.M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN
AKSESORIS MOBIL BERBAHAN PLASTIK UNTUK
PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI

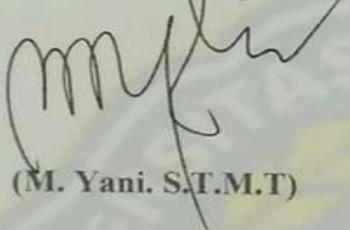
Disusun Oleh :

MUHAMMAD DEDI LESTARI
1307230234

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 8 September 2018

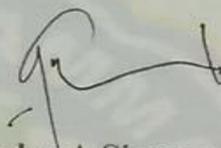
Disetujui Oleh :

Pembanding - I



(M. Yani, S.T.M.T)

Pembanding - II



(Chandra A Siregar, S.T.M.T)

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, ST.M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Muhammad Dedi Lestari
NPM : 1307230234
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

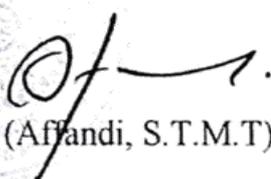
PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN AKSESORIS MOBIL
BERBAHAN PLASTIK UNTUK PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI

Diberikan Tanggal : 17 Mei 2017
Selesai Tanggal : 25 Agustus 2018
Asistensi : 1 minggu sekali
Tempat Asistensi : Di Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 25 Agustus 2018

Diketahui Oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I


(Affandi, S.T.M.T.)


(Khairul Umurani, S.T.M.T.)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Beari No 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : Muhammad Dedi Lestari PEMBIMBING – I : Khairul Umurani, S.T.M.T
NPM : 1307230234 PEMBIMBING – II : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	6/5/18	- Pembinaan spesifikasi tugas	ke
2	23/5/18	- Pembinaan Latar belakang o Rumusan Masalah o Tujuan	ke
3	6/6/18	- Pembinaan Anggaran masalah	ke
4	4/7/18	- Pembinaan Metode penelitian	ke
5	31/7/18	- Layout ke pembimbing II	ke
6	4/8/18	- Pembinaan mekanisme, bab 2 & bab 4	ke
7	11/8/18	- Pembinaan ke Pemb I dll.	ke
8	25/8/18	- Ape, gambar	ke

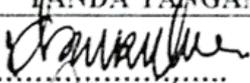
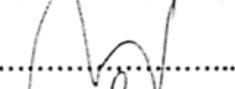
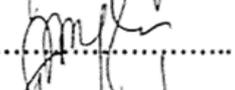
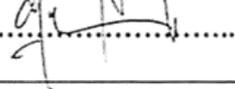
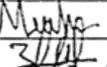
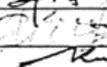
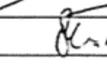
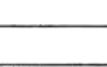
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Dedi Lestari

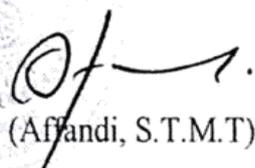
NPM : 1307230234

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Cetakan Tekan Untuk Komponen Aksesoris Mobil Berbahan Plastik Dengan Menggunakan Mesin Cetak Injeksi.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T			
Pembimbing – II : Dr.Rakhmad Arief.Srg.M.Eng			
Pembanding – I : M.Yani.S.T.M.T			
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T			
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230067	Muhammad Uham	
2	1307230196	EDO WILIAN	
3	1307230164	RENALDI SIREGAR	
4	1307230251	KHA. DWI PANCA	
5	1307230246	RIKI GUNAWAN	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 27 Dzulhijjah 1439 H
08 September 2018 M

Ketua Prodi. Teknik Mesin


(Affandi, S.T.M.T)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Dedi Lestari
NPM : 1307230234
Judul T.Akhir : **Pembuatan Cetakan Tekan Untuk Komponen Aksesoris
Mobil Berbahan Plastik Dengan Menggunakan Mesin
Cetak Injeksi.**

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Dr.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *lihat buku tugas sarjana*

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

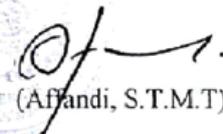
.....

.....

.....

Medan 27 Dzulhijjah 1439 H
08 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi.Mesin


(Affandi, S.T.M.T)

Dosen Pembanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Dedi Lestari
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 26 November 1992
NPM : 1307230234
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN AKSESORIS MOBIL BERBAHAN PLASTIK UNTUK PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2018

Saya yang menyatakan,



MUHAMMAD DEDI LESTARI

ABSTRAK

Plastik *Moulding* ini dirancang untuk material plastik LDPF (*Low-density polyethylene*), pemilihan ini didasarkan pada pengujian menghasilkan produk yang baik. Prosedur kerja dari pembuatan *mould* ini adalah design produk (ukuran, volume, *shrinkage* dan berat produk), spesifikasi *mould* yang dibuat yaitu *parting line*, *layout cavity*, *design mould* (untuk pengerjaan). Bahan cetakan yang digunakan aluminium 7075. Sistem cetakan dipakai adalah satu bukaan (*system two plate mould*). Runner yang digunakan adalah bentuk pola persegi panjang, jenis gate yang digunakan adalah *full edge gate*. Produk yang dihasilkan adalah *door lock cover*, *door guard* dan *side air flow* dengan spesifikasi sebagai berikut: Volume produk tiga *cavity* 57,006 cm³. Pengerjaan *mould* ini membutuhkan kepresisian yang tinggi dan permukaan rata agar produk yang dihasilkan baik dan berkualitas.

Kata Kunci : *Injection Molding*, *shrinkage*, Material Plastik, *Mould*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya. Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari pada dosen pembimbing merencanakan sebuah judul

“PEMBUATAN CETAKAN TEKAN UNTUK KOMPONEN AKSESORIS MOBIL BERBAHAN PLASTIK UNTUK PENGGUNAAN MESIN CETAK INJEKSI”

Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, Amin.

Tugas sarjana ini merupakan syarat yang diajukan kepada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai salah satu kompetensi untuk memperoleh gelar sarjana.

Dalam penulisan laporan ini, saya menyadari masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam susunan kalimat yang mana saya mengharapkan kritikan dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan laporan ini.

Selama penyusunan tugas sarjana ini dan selama penulis belajar di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ,penulis banyak mendapatkan bantuan, motivasi, serta kritik dan saran dari berbagai pihak. Dalam Kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yakni Bapak Sunardi dan Ibu Misnem yang telah berjuang mendidik, merawat dan menasehati penulis sejak kecil hingga beranjak dewasa sekarang ini dan senantiasa berdoa bagi kesuksesan penulis dan dukungan moril maupun material sehingga pada akhirnya penulis termotivasi untuk cepat menyelesaikan tugas sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal, S.T., M.sc, Ph.D selaku Wakil Dekan I di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Khairul umurani S.T., M.T selaku Wakil Dekan III di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan sekaligus Dosen

Pembimbing I pada penulisan tugas sarjana ini dari awal hingga selesai dengan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis

5. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen Pembimbing II pada penulisan tugas sarjana ini, penulis selalu berdoa semoga ilmu yang beliau berikan menjadi motivasi dan manfaat bagi penulis sendiri dan menjadi amal yang selalu mengalir tiada putusnya kepada bapak.
6. Bapak Affandi.S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Bapak Chandar A Siregar S.T., M.T semoga selalu menjadi panutan bagi kami sebagai mahasiswa bapak.
7. Dosen-dosen pengajar dan seluruh staff birokrasi Fakultas Teknik yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis banyak ucapkan terima kasih.
8. Kawan-kawan mahasiswa Teknik Mesin dan rekan seperjuangan tugas akhir yaitu Deni Irawan, Edo Wiliam, Muhammad Ilham dan Kiki Dwi Panca dan semua teman Program Studi Teknik Mesin 2013 Dhany Fajar Lesmana S.T, Akbar Kelana S.T, Handoko S.T, Dedi Irawan S.T, Ari Indra Wirantara, Muhammad Ridho, Bambang Katresnan, Abdi alamsyah dan stambuk 2013 dan masih banyak lagi yang tidak mampu penulis sebutkan satu persatu, penulis sangat berterima kasih atas motivasi yang selama ini kalian berikan.
9. Keluarga besar tercinta abang Sunarno, abang Anton Gusnawan dan adik Silvani Mei Sisra, terima kasih atas dukungan dan perjuangannya yang tak sia-sia.
10. Qhori Handayani S.SOS sebagai tunangan disana yang telah banyak memberikan motivasi serta semangat untuk menyelesaikan tugas sarjana penulis.

Penulisan menyadari bahwa tugas sarjana ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penulis lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu memberikan hasil atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Yaa Robbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, September 2018

Penulis



MUHAMMAD DEDI LESTARI

1307230234

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN – 1	
LEMBAR PENGESAHAN – II	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat	4
1.6. Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Perkembangan Pembuatan Bahan Plastik	6
2.2. Pembuatan Bahan Plastik	7
2.2.1. Jenis-jenis plastik	7
2.2.2. Sringkage	10
2.3. Mesin Injection Moulding	11
2.3.1. Bagian-bagian Utama Pada Mesin	11
2.3.2. Perbedaan antara mesin cetak injeksi horizontal dan vertikal	15
2.4. Proses Injeksi Molding	16
2.4.1. Mekanisme Mesin Injection molding	17
2.5. Cetakan / <i>Mould</i>	19
2.5.1. Perancangan Produk	20
2.5.2. Jenis-Jenis Cetakan Injeksi	24
2.5.3. Perancangan <i>Cavity</i>	25
2.5.4. Perencanaan <i>Runner</i>	27
2.5.5. Perencanaan <i>Gate</i>	28
2.6. Motor Induksi	31
2.6.1. Prinsip kerja motor induksi tiga fasa	31
2.7. Standard Mould	32
2.8. Cacat Produk	34

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN	
3.1. Tempat Dan Waktu	38
3.1.1. Tempat	38
3.1.2. Waktu	38
3.2. Alat Penelitian	39
3.2.1. Mesin Injection Molding	39
3.3. Diagram Alir Penelitian	40
3.4. Bahan dan Peralatan	41
3.4.1. Bahan	41
3.4.2. Peralatan	42
3.5. Perancangan Desain Produk Cetakan	46
3.5.1. Desain Produk Aksesoris Mobil	47
3.5.2. Desain cetakan (<i>mould</i>) aksesoris mobil	48
3.6. Proses Pengerjaan Pembuatan Cetakan	49
3.7. Pengujian Cetakan	51
3.8. Prosedur Pengujian Cetakan	52
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pembuatan Cetakan Aksesoris Mobil	54
4.2. Hasil Pengujian	55
4.3. Mencari Volume Barrel	59
4.4. Volume Cetakan	60
4.5. Menghitung Jarak Tekan Plunger	61
4.6. Menghitung kecepatan plunger	61
4.7. Mencari Kecepatan Singkron Motor	65
4.8. Menghitung Laju Aliran	65
4.9. Menghitung Penyusutan Produk (Shrinkage)	68
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	78
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Cetak Injeksi Horizontal	11
Gambar 2.2. Mesin Cetak Injeksi Vertikal	11
Gambar 2.3. Screw	13
Gambar 2.4. Nozzle	14
Gambar 2.5. Tahap Injection Molding	17
Gambar 2.6. Cetakan Dua Plat	24
Gambar 2.7. Bentuk Lay Out yang Seimbang	27
Gambar 2.8. <i>Sprue Gate</i>	29
Gambar 2.9. <i>Full-edge gate</i>	30
Gambar 2.10. <i>Tab Gate</i>	30
Gambar 2.11. Motor Induksi	31
Gambar 2.12. Hasil produk cacat flashing	34
Gambar 2.13. Hasil produk cacat short shot	35
Gambar 2.14. Hasil produk cacat weld mark or flow mark	36
Gambar 3.1. Mesin <i>injection molding</i>	38
Gambar 3.2. Diagram alir pengujian	40
Gambar 3.3. Plat alumunium 7075	41
Gambar 3.4. Macam-macam Jenis Bahan Biji Plastik	42
Gambar 3.5. Mesin frais (Milling)	42
Gambar 3.6. Meja pembagi	43
Gambar 3.7. Pisau frais	44
Gambar 3.8. Mata bor 8 mm	44
Gambar 3.9. Collet	45
Gambar 3.10. Jangka Sorongq	45
Gambar 3.11. Baut, mur dan ganjal	46
Gambar 3.12. <i>Door lock cover</i>	47
Gambar 3.13. <i>Side air flow</i>	47
Gambar 3.14. <i>Door guard</i>	48
Gambar 3.15. <i>Cavity</i> dan <i>core</i> cetakan aksesoris mobil yang akan di buat	48
Gambar 3.16. Proses pemasangan meja pembagi	49
Gambar 3.17. Proses milling datar meratakan dimensi <i> mold</i> (cetakan)	49
Gambar 3.18. Proses pembentukan <i>cavity</i> pertama aksesoris <i>door guard</i>	50
Gambar 3.19. Proses pembuatan alur masuk dan alur keluar	50
Gambar 3.20. Pengujian cetakan pada mesin cetak injeksi molding	51
Gambar 3.21. Proses pengisian cetakan yang telah memenuhi <i>cavity</i> dan <i>core</i>	52
Gambar 4.1. Hasil Cetakan Aksesoris Mobil	54
Gambar 4.2. Hasil percobaan pertama	55
Gambar 4.3. Hasil percobaan kedua	56
Gambar 4.4. Hasil percobaan ketiga	57
Gambar 4.5. Hasil percobaan keempat	58
Gambar 4.6. Volume aksesoris mobil	60
Gambar 4.7. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan frekwensi	72
Gambar 4.8. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan LDPE	72

Gambar 4.9. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan ABS	73
Gambar 4.10. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan Polipropilena	74
Gambar 4.11. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan Polipropilena Daur Ulang	74
Gambar 4.12. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan LDPE	75
Gambar 4.13. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan ABS	76
Gambar 4.14. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan Polipropilena	76
Gambar 4.15. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan Polipropilena Daur Ulang	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik material plastik	10
Tabel 3.1. TimeLine Kegiatan	38
Table 4.1. hasil percobaan 1	55
Table 4.2. hasil percobaan 2	56
Table 4.3. hasil percobaan 3	57
Table 4.4. hasil percobaan 4	58
Tabel 4.5. Hasil data percobaan bahan LDPE yang diperoleh dari lapangan	59
Tabel 4.6. Hasil data percobaan bahan ABS yang diperoleh dari lapangan	59
Tabel 4.7. Hasil data percobaan bahan PP yang diperoleh dari lapangan	59
Tabel 4.8. Hasil data percobaan bahan PP Daur Ulang yang diperoleh dari lapangan	59

DAFTAR NOTASI

S	= Kecepatan Penyayatan
n_s	= Kecepatan sinkron/ medan putar (rpm)
f	= Frekuensi sumber daya (Hz)
P	= Jumlah kutub motor induksi
V_p	= Kecepatan Plunger
L	= Panjang langka
t	= Waktu (s)
v	= Kecepatan alir bahan (cm/detik)
Ca	= Kapasitas alir mesin (cm ³ /s)
A	= Penampang nozzle (cm ²)
V	= Volume
P_m	= Panjang mold
P_p	= Panjang produk

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri komponen otomotif di Indonesia berkembang seiring dengan perkembangan industri otomotif. Industri penunjang komponen otomotif juga ikut berkembang salah satunya adalah industri pembuatan cetakan plastik (*plastic molding*). *Injection molding plastic* adalah salah satu operasi yang paling umum dan serba guna untuk produksi massal pada komponen plastik yang kompleks dengan toleransi dimensi yang sempurna. *Injection molding plastic* merupakan suatu daur ulang proses pembentukan plastik ke dalam bentuk yang diinginkan dengan cara menekan plastik cair kedalam sebuah ruang/rongga (*cavity*) dan inti dalam (*core*).

Perkembangan dan kemajuan dunia industri manufaktur akan terus berjalan seiring dengan perubahan dan kemajuan teknologi. Industri manufaktur merupakan suatu industri yang mengolah bahan baku mentah menjadi sebuah produk jadi. Untuk menghasilkan suatu produk, memerlukan beberapa proses antara lain desain produk, pemilihan material, proses manufaktur, distribusi material dan bahan baku, dan lain-lain. Dan semua itu merupakan elemen-elemen dari suatu sistem manufaktur *injection molding*. Saat ini komponen produk otomotif mempunyai jumlah yang sangat besar serta ragam produknya sangat tinggi. Semakin meningkat fungsi-fungsi kompleksitas produk, semakin kompleks proses desain dan produksinya, serta semakin sulit untuk dibuat mengakibatkan

semakin besar kontribusi peran komponen teknologi untuk menghasilkan suatu produk.

Pada proses pembentukan plastik dengan metode *injection molding plastic* perlu dibuat suatu *mould*. *Mould* adalah bagian terpenting untuk mencetak plastik karena bentuk benda plastik tergantung dari bentuk *mould*. Untuk pembuatan *mould* pada *Injection molding plastic*, cukup banyak sekali faktor yang perlu diperhatikan dalam mendesain *mould* tersebut, agar *mould* yang telah di *design* dan nantinya setelah dilakukan proses manufaktur dapat menghasilkan produk yang baik.

Setelah dilakukan pemilihan material dan *design mould* yang tepat, permasalahan selanjutnya ada pada proses plastik. *Design* yang inovatif dan pemilihan material yang selektif tidak cukup untuk menghasilkan produk yang baik dengan proses yang tidak sempurna. *Stress, void, weldlines* dan kelembaban pada hasil molding merupakan penyebab kegagalan prematur yang sering terjadi. Pencatatan parameter proses merupakan hal yang penting untuk melakukan analisa pada kegagalan produk. Proses lanjutan dan perakitan part juga harus dievaluasi untuk mencegah kegagalan prematur. Kegagalan pada produk sering kali disebabkan oleh *stress cracking, drilled holes dan welded joints*

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas dapat dirumuskan permasalahannya yaitu bagaimana memilih bahan baku material yang selektif dan pembuatan *mould* inovatif agar *mould* yang telah di buat dan nantinya setelah dilakukan proses

manufaktur tidak mengalami kegagalan dan dapat menghasilkan produk yang baik.

1.3. Batasan Masalah

Adapun beberapa masalah yang akan dijadikan ruang lingkup pembahasan masalah-masalah, antar lain :

1. Bentuk pembuatan *mould* yang akan dibuat.
2. Gambar kerja *mould* yang akan dibuat menggunakan software catia.
3. Proses pengerjaan *mould*.
4. Satu *mould* hanya terdiri dari tiga *cavity*.

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari pembuatan ini adalah untuk merencanakan dan membuat cetakan plastik untuk mesin *injection*

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- a) Untuk merancang tiga (3) cetakan secara visual untuk komponen aksesoris mobil dengan menggunakan software catia.
- b) Untuk membuat cetakan dengan pola aliran cairan plastik yang berbeda.
- c) Untuk menganalisa aliran cairan plastik dengan beban yang bervariasi.

- d) Untuk mengevaluasi aliran cairan plastik dengan berbagai pola cetakan.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan pada proses *injection molding plastic* yang dapat menyebabkan kerusakan hasil cetakan.
2. Menambah pengetahuan tentang cara membuat dan menciptakan karya teknologi yang bermanfaat.
3. Merupakan inovasi awal untuk dapat dikembangkan pada sistem peralatan dan teknologi, sehingga dapat membantu pengembangan industri kecil.
4. Dapat membuat cetakan *injection molding plastic*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematik laporan tugas akhir ini memuat tentang isi bab-bab yang dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang hasil penelitian terdahulu yang dapat diambil dari jurnal, tesis dan skripsi yang aktual, selain itu juga berisi landasan teori

yang meliputi konsep-konsep yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi tentang diagram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data hasil penelitian, analisa serta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang bisa berguna bagi pembaca maupun peneliti selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkembang Pembuatan Bahan Plastik

Plastik yang kita jumpai saat ini sebenarnya mulai dikembangkan sejak pertengahan abad 18 yaitu *vulcanized fiber* pada tahun 1859 *celluloid* sekitar tahun 1870 dan *artificial horn/galatith* pada tahun 1897, plastik tersebut dibuat dari bahan alami seperti karet, susu, kayu dan bahan alami lainnya.

Dengan tuntutan dan tujuan yang semakin berkembang maka plastik pun ikut dikembangkan dan menjadi salah satu prioritas bidang teknologi strategis yang ikut menentukan masa depan dunia. Dengan meningkatnya permintaan dari plastik, maka plastik dikembangkan menjadi industri plastik. Industri plastik mulai dikembangkan pada sekitar tahun 1950 dan 1960 dengan produk utamanya adalah plastik dari bahan alami.

Disamping perkembangan kearah perbaikan dan sifat-sifat atau karakter seperti tahan panas, tahan api, tidak membahayakan kesehatan, tahan terhadap bahan kimia, juga dikembangkan kearah plastik kemasan yaitu plastik yang dipergunakan untuk keperluan kecantikan dan kesehatan dan lainnya yang berbentuk kemasan seperti tempat kosmetik, tempat obat-obatan, botol-botol oli dan juga botol kemasan air mineral. Selain untuk keperluan kemasan suatu produk, bahan plastik tersebut juga diolah menjadi komponen-komponen mesin hingga komponen badan kendaraan bermotor bahkan termasuk aksesoris kendaraan.

2.2. Pembuatan Bahan Plastik

Seperti dijelaskan diatas bahwa plastik dibentuk dari bahan yang alami atau senyawa organik. Senyawa organik adalah senyaw yang dihasilkan senyawa-senyawa yang pada dasarnya terbentuk dari elemen-elemen carbon (C) dan hydrogen (H), disamping itu juga terdapat elemen oksigen (O) dan nitrogen (N) tetapi sedikit sekali ditemukan elemen belerang (S), chlor (Cl), flour (F) dan slizium (Si)

2.2.1. Jenis-jenis Plastik

1. PET atau PETE (Polyethylene terephthalate)

PET atau PETE (Polyethylene terephthalate) sering digunakan sebagai botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal, obat, maupun kosmetik. Plastik jenis ini tidak boleh digunakan berulang-ulang atau hanya sekali pakai. Habiskan segera isinya, jika tutup wadah telah dibuka. Semakin lama wadah terbuka, maka kandungan kimia yang terlarut semakin banyak.

2. HDPE (High Density Polyethylene)

HDPE atau High Density Polyethylene banyak ditemukan sebagai kemasan makanan dan obat yang tidak tembus pandang. Plastik jenis ini digunakan untuk botol kosmetik, obat, minuman, tutup plastik, jerigen pelumas, dan cairan kimia.

3. PVC (Polyvinyl Chloride)

PVC atau Polyvinyl Chloride (PVC) sering digunakan pada mainan anak, bahan bangunan, dan kemasan untuk produk bukan makanan. PVC dianggap

sebagai jenis plastik yang paling berbahaya. Beberapa negara Eropa bahkan sudah melarang penggunaan PVC untuk bahan mainan anak di bawah tiga tahun.

4. LDPE (Low Density Polyethylene)

LDPE atau Low Density Polyethylene (LDPE) sering digunakan untuk membungkus, misalnya sayuran, daging beku, kantong/tas kresek.

5. PP (Polypropylene)

PP atau Polypropylene sering digunakan sebagai kemasan makanan, minuman, dan botol bayi menggunakan plastik jenis ini.

6. PS (Polystyrene)

PS atau Polystyrene termasuk kemasan sekali pakai. Contohnya gelas dan tempat makanan styrofoam, sendok, dan garpu plastik, yang biasa ada pada kotak makanan. Kotak CD juga mengandung Polystyrene. Kandungan bahan kimia plastik jenis ini berbahaya bagi kesehatan. Jika makanan berminyak dipanaskan dalam wadah ini, styrene dari kemasan langsung berpindah ke makanan.

7. Jenis Lainnya

Kategori ini mencakup semua jenis plastik yang tidak termasuk dalam keenam kategori di atas. Namun, bukan berarti plastik jenis ini aman sebagai wadah makanan, karena di dalam kategori ini termasuk polycarbonate yang dapat melepaskan BPA.

Di dalam kategori ini juga ada bioplastik yang terbuat dari tepung jagung, kentang, atau tebu. Bioplastik aman sebagai kemasan makanan dan ia pun dapat terurai secara biologis. Untuk jenis ini, pastikan bahannya tidak mengandung Polycarbonate.

PC atau Polycarbonate biasanya digunakan untuk botol galon air minum, botol susu bayi, melamin untuk gelas, piring, mangkuk alat makanan. Salah satu bahan perlengkapan makanan dan minuman yang sering digunakan adalah melamin yang tergolong jenis plastik termoset. Plastik jenis ini tergolong dalam “*food grade*” dan dapat digunakan sampai 140° C.

Kode 7 ini biasanya ada 4 macam, yaitu:

- a.) SAN (styrene acrylonitrile)
- b.) ABS (acrylonitrile butadiene styrene)
- c.) PC (polycarbonate)
- d.) Nilon

Saat ini beredar perlengkapan makanan melamin palsu yang biasanya dijual dengan harga 3 ribu sampai 10 ribu, dibuat dari bahan urea formaldehyde yang mengandung formalin kadar tinggi, yang tidak tahan panas dan dapat mengeluarkan formalin yang dapat mengkontaminasi makanan. Untuk membedakan melamin palsu dengan yang asli dapat dilihat dari tekstur permukaannya di bawah cahaya lampu, yang palsu biasanya bergelombang sedangkan yang asli tidak, dan jika direbus yang palsu akan berubah bentuk dan warnanya menjadi kekuningan. (Imam Mujiarto, 2005)

Adapun untuk memudahkan memilih dan mengetahui karakteristik material plastik dalam percobaan nanti dapat dilihat pada tabel 2.1:

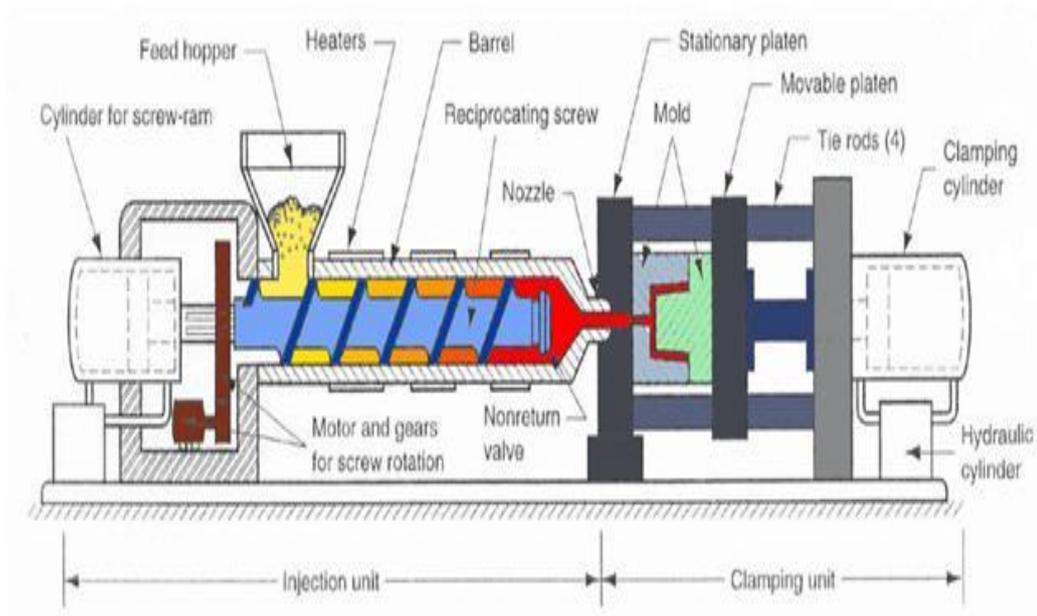
Tabel 2.1 karakteristik material plastik

MATERIAL	BERAT JENIS	SHRINKAGE	INJ CYLINDER	IJC. MOLDING	COMPRESSION	IJC. MOLDING	COMPRESSION MOLD
		(%)	TEMP.(°C)	TOOL TEMP (°C)	MOLD TEMP. (°C)	PRESSURE (kgf/cm ²)	PRESSURE (kgf/cm ²)
Polystyrene (PS)	1,03 ~ 1,05	0,4 ~ 0,7 (0,45)	170 ~ 280	20 ~ 60	129 ~ 204	703 ~ 2110	70,3 ~ 703
Acrylonitrile Styrene (SAN)	1,07 ~ 1,1	0,2 ~ 0,7 (0,5)	200 ~ 260	50 ~ 80	150 ~ 200	710 ~ 2320	70,3 ~ 703
ABS	1,03 ~ 1,06	0,4 ~ 0,9 (0,5)	200 ~ 260	50 ~ 80	160 ~ 180	560 ~ 1760	0,7 ~ 5,6
ABS GF (Glass Fiber)	1,22 ~ 1,36	0,1 ~ 0,2	200 ~ 260	50 ~ 80	~	1050 ~ 2810	~
LDPE	0,91 ~ 0,94	1,5 ~ 5,0 (1,0 - 3,0)	150 ~ 270	20 ~ 60	135 ~ 176	526 ~ 2110	7,03 ~ 56,2
MDPE	0,926 ~ 0,94	1,5 ~ 5,0	200 ~ 300	10 ~ 60	149 ~ 190	562 ~ 2110	7,03 ~ 56,2
HDPE	0,941 ~ 0,965	2,0 ~ 6,0 (1,5 - 3,5)	200 ~ 300	10 ~ 60	149 ~ 232	703 ~ 1410	0,35 ~ 0,56
Ethylene Vinilalcohol (EVA)	0,92 ~ 0,95	0,7 ~ 1,2	120 ~ 230	20 ~ 60	90 ~ 150	562 ~ 1410	0,04 ~ 1,76
Polypropylene (PP)	0,9 ~ 0,91	1,0 ~ 2,5 (1,3 - 2,4)	200 ~ 300	20 ~ 90	171 ~ 288	703 ~ 1410	0,35 ~ 0,70
PP GF (Fiber Glass 40%)	1,22 ~ 1,23	0,2 ~ 0,8	200 ~ 300	20 ~ 90	171 ~ 288	703 ~ 1410	0,35 ~ 0,70
Soft PVC (S - PVC)	1,16 ~ 1,35	1 ~ 5 (1 - 2)	160 ~ 190	10 ~ 20	140 ~ 176	562 ~ 1760	35,2 ~ 141
Hard PVC (H - PVC)	1,30 ~ 1,58	0,1 ~ 0,5 (0,5 - 0,7)	170 ~ 210	10 ~ 60	140 ~ 204	703 ~ 2810	52,7 ~ 141
ACRYLIC (PMMA)	1,17 ~ 1,20	0,1 ~ 0,4 (0,45 - 0,5)	190 ~ 290	40 ~ 90	149 ~ 218	703 ~ 1410	141 ~ 703
Polycarbonate (PC)	1,19 ~ 1,20	0,5 ~ 0,7 (0,6 - 0,8)	270 ~ 380	80 ~ 120	249 ~ 326	700 ~ 1410	0,70 ~ 1,41
PC GF (Fiber < 10 %)	1,27 ~ 1,28	0,2 ~ 0,5	270 ~ 380	80 ~ 120	~	700 ~ 1410	~
PC - GF (Fiber 10% ~ 40%)	1,24 ~ 1,52	0,1 ~ 0,2	270 ~ 380	80 ~ 120	~	1050 ~ 2810	~
Nylon6 (PA 6)	1,12 ~ 1,14	0,5 ~ 1,5 (1,0 - 2,0)	240 ~ 290	40 ~ 120	~	~	~
PA 6 - GF (GF 30%)	1,35 ~ 1,42	0,4 ~ 0,6	240 ~ 290	40 ~ 120	~	~	~
NYLON 66 (PA 66)	1,13 ~ 1,15	0,8 ~ 1,5 (1,2 - 2,0)	260 ~ 300	40 ~ 120	~	~	~
PA 66 - GF (GF 30%)	1,38	0,5	260 ~ 300	40 ~ 120	~	~	~
Nylon 11 - 12 (PA 11 - 12)	1,03 ~ 1,08	0,3 ~ 1,5 (1,0 - 2,5)	190 ~ 270	20 ~ 100	~	~	~
Nylon 46 (PA 46)	1,82	0,2 ~ 0,9	280 ~ 320	80 ~ 120	~	~	~
POM	1,41 ~ 1,42	2 ~ 2,5 (1,5 - 2,0)	180 ~ 230	60 ~ 120	~	703 ~ 1410	~
Polybutyrene Terephthalat (PBT)	1,31 ~ 1,38	1,5 ~ 2,0 (0,5 - 1,0)	230 ~ 280	40 ~ 80	~	562 ~ 1800	~
Polyethylene Terephthalat (PET)	1,29 ~ 1,40	2,0 ~ 2,5 (0,5 %)	265 ~ 325	130 ~ 150	~	700 ~ 1400	~
MELAMINE	1,31 ~ 1,91	0,5 ~ 1,5	143 ~ 171	~	138 ~ 188	1050 ~ 1410	105 ~ 562
SILICONE	1,8 ~ 1,94	0 ~ 0,5	~	~	154 ~ 182	~	70,3 ~ 350
UREA	1,47 ~ 1,52	0,6 ~ 1,4	143 ~ 160	~	135 ~ 176	1050 ~ 1410	141 ~ 562
Polyphenylenoxid (PPO)	1,08	0,8	230 ~ 235	120 ~ 135	~	1000 ~ 1500	~
Celulose Ester (CA - CP - CAB)	1,2	0,4 ~ 0,7	140 ~ 155	55 ~ 90	~	700 ~ 850	~
Polytetra Fluorethylene (PFTE)	2,15 ~ 2,20	1,0 ~ 2,0	~	~	~	1300 ~ 1500	~
Polyphenylen Sulfida (PPS)	1,3	0,6 ~ 0,8	315 ~ 330	130 ~ 150	~	500 ~ 1000	~
Fluoro Resin (FEP)	2,15 ~ 2,17	2 ~ 3	370 ~ 430	95 ~ 230	315 ~ 399	352 ~ 1410	70,3 ~ 141
EPOXY (EP)	1,6 ~ 2,0	0,1 ~ 0,5	~	~	149 ~ 165	~	21,1 ~ 35,2

(Sumber : <http://allaboutmold.co.id/2015/02/karakteristik-material-plastik>)

2.3. Mesin *Injection Molding*

Mesin *injection molding* terbagi atas dua macam yaitu mesin injeksi horizontal dan vertikal dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2.1. Mesin cetak injeksi horizontal (Anwar Kholidi Nst, 2016)



Gambar 2.2. Mesin cetak injeksi vertikal (Anwar Kholidi Nst, 2016)

2.3.1. Bagian-bagian Utama Pada Mesin

1. *Mold Clamp Unit* (Unit Pencekam Cetakan)

Clamping unit berfungsi untuk memegang dan mengatur gerakan dari *mold* unit, serta gerakan *ejector* saat melepas benda dari molding unit, pada

clamping unit lah kita bisa mengatur berapa panjang gerakan molding saat di buka dan berapa panjang *ejector* harus bergerak. Ada 2 macam *clamping unit* yang dipakai pada umumnya, yaitu *toggle clamp* dan *hidrolik clamp*.

2. *Injection Unit* (Unit Injeksi)

Disinilah pengolahan polimer plastik berlangsung, yang dimulai dengan masuknya polimer dalam bentuk pellet (*granule*), kemudian dipanaskan didalam tungku (*barrel*) dengan suhu lumer Plastik yang bersangkutan. Lalu dari proses inilah di Injeksikan atau disuntikkan ke dalam cetakan (*mold*) dengan setting yang melibatkan tekanan hidrolik (*hydrolic pressure*).

3. Motor dan *transmission gear unit*

Bagian ini berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan transmisi unit berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor ke dalam *screw*, selain itu *transmission unit* juga berfungsi untuk mengatur tenaga yang di salurkan sehingga tidak pembebanan yang terlalu besar.

4. *Cylinder screw ram*

Bagian ini berfungsi untuk mempermudah gerakan *screw* dengan menggunakan momen enersia sekaligus menjaga perputaran *screw* tetap konstan, sehingga di dapat di hasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik dilakukan.

5. *Hopper*

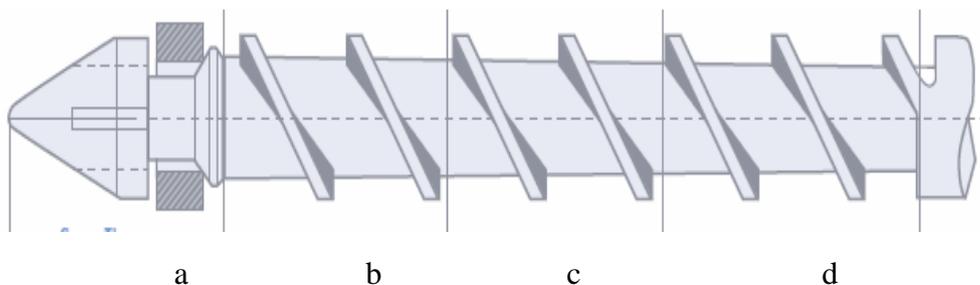
Adalah tempat untuk menempatkan material plastik, sebelum masuk ke barel, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembapan, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus.

6. *Barrel*

Adalah tempat *screw*, dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika di panasi oleh *heater*, pada bagian ini juga terdapat heater untuk memanaskan plastik sebelum masuk ke *nozzle*.

7. *Screw*

Reciprocating screw berfungsi untuk mengalirkan plastik dari *hopper* ke *nozzle*, ketika *screw* berputar material dari *hopper* akan tertarik mengisi *screw* yang selanjutnya di panasi lalu di dorong ke arah *nozzle*, dapat dilihat pada gambar 2.3.(Indra Mawardi, 2014)



Gambar 2.3. *Screw*

Keterangan :

a) *Screw tip*

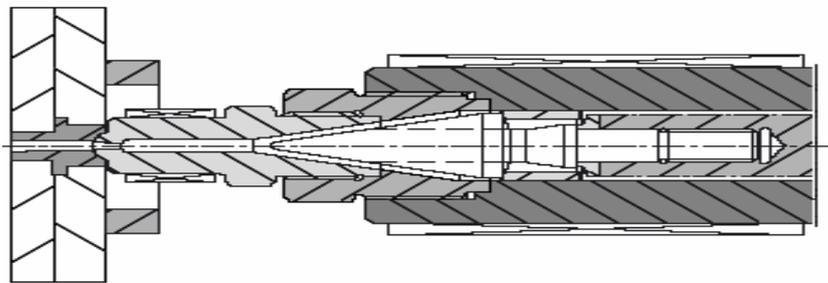
b) *Metering zone*, tujuan bagian ini untuk memastikan material (*liquid*)

telah tercampur sempurna dan homogen

- c) *Compression zone*, merupakan area peleburan material menjadi *liquid* dengan pengaturan tekanan dan temperatur *barrel*
- d) *Feed zone*, letaknya dibawah *hopper*, merupakan tempat pengisian material

8. *Nozzle*

Nozzle merupakan tempat keluarnya material plastik ke dalam *mold*, dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4. *Nozzel*

9. *Drive System*

Saat ini pada umumnya menggunakan hidraulik. Untuk proses penginjeksian pada cairan plastik. Tapi untuk saat ini banyak sudah mengaplikasikan motor servo untuk sistem penggerak pada mesin *injection moulding*. Karna motor servo ini lebih bagus kinerjanya dibandingkan hidraulik.

10. *Control System* (Sistem Pengerak)

Adalah sistem penjamin bahwa urutan cara kerja mesin harus benar dan sesuai dengan program yang sudah dibuat oleh pembuat mesin. Sehingga setiap gerakan, setiap perubahan, sinyal-sinyal sensor yang bisa ratusan jumlahnya bisa saling mengikat, saling berhubungan dan saling mengunci dan sehingga

kinerja mesin tetap terjaga. Apalagi yang berhubungan dengan sistem keamanan dan keselamatan pengguna mesin, maka dibuat berlapis, sehingga bisa menghilangkan resiko karena resiko human error pengguna mesin itu sendiri. Oleh sebab itu di adakanya sistem kontrol pada pembuat mesin untuk mempermudah operator agar bisa mengoperasikan mesin cetak injeksi tersebut dan membuat sistem kontrol yang mudah di mengerti oleh operator tersebut, dan perlunya juga memberi tanda pada mesin cetak injeksi seperti lampu alarm menandakan ada kesalahan pada sistem kontrol tersebut.

2.3.2. Perbedaan Antara Mesin Cetak Injeksi Horizontal dan Vertikal

1. Mesin cetak injeksi horizontal

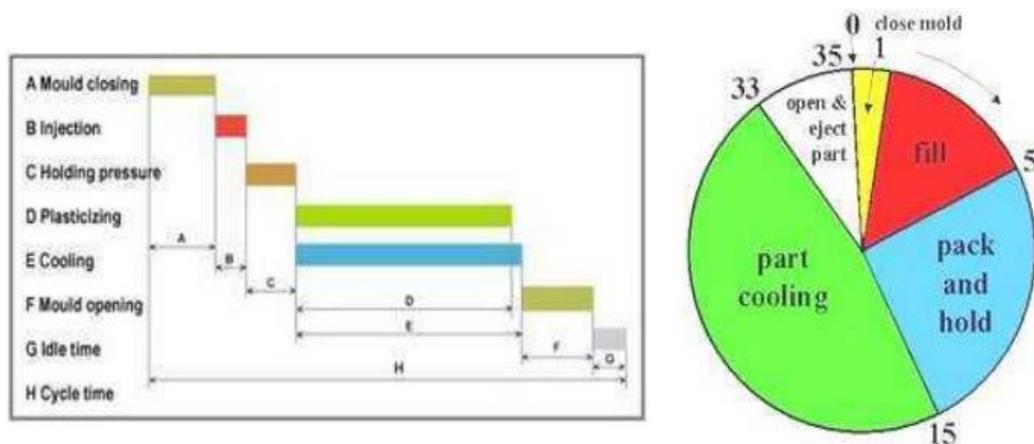
Proses pengerjaan pada mesin cetak injeksi horizontal ini yaitu dengan cara menekan ke samping ini lah yang disebut dengan horizontal, dan kebanyakan mesin horizontal ini menggunakan *screw*, untuk mengalirkan plastik dari hopper ke *nozzle*, ketika *screw* berputar material dari *hopper* akan tertarik mengisi *screw* yang selanjutnya di panasi lalu di dorong ke arah *nozzle*.

2. Mesin cetak injeksi vertikal

Proses pengerjaan pada mesin cetak injeksi vertikal ini yaitu dengan cara menekan kebawah naik turun ini lah yang disebut dengan, mesin cetak injeksi vertikal. yang dimana biasa menggunakan alat hidroulik dan pnumatik, motor servo untuk mengalirkan plastik dari hopper ke *nozzle*, ketika hidroulik dan pnumatik atau motor servo di hidupkan piston akan menekan dengan kecepatan yang sudah ditentukan setelah plastik sudah di panaskan piston tersebut akan mendorong cairan palstik ke arah *nozzle* dan masuk kedalam cetakan.

2.4. Proses *Injection Molding*

Proses *injection molding* merupakan proses pembentukan benda kerja dari material compound berbentuk butiran yang ditempatkan kedalam suatu hopper/torong dan masuk kedalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui nozel dan sprue bushing kedalam rongga (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan ejector. Material yang sangat sesuai adalah material thermoplastik dan karena pemanasan material ini akan melunak dan sebaliknya akan mengeras lagi bila didinginkan. Perubahan-perubahan ini hanya bersifat fisik, jadi bukan perubahan kimiawi sehingga memungkinkan untuk mendaur ulang material sesuai dengan kebutuhan. Material plastik yang dipindahkan dari silinder pemanas biasanya suhunya berkisar antara 177 °C hingga 274 °C. Semakin panas suhunya, plastik/material itu akan semakin encer (rendah viskositasnya) sehingga semakin mudah diinjeksi, disemprotkan kedalam *mold*. Setiap material memiliki karakter suhu molding. Semakin lunak formulasinya, yang berarti kandungan plastik tinggi, membutuhkan temperatur rendah, sebaliknya yang memiliki formulasi lebih keras butuh temperatur tinggi. Bentuk-bentuk partikel yang sulit, besar dan jumlah *cavity* yang banyak serta runner yang panjang menyebabkan tuntutan temperatur yang tinggi atau naik. Proses kerja *mold* injeksi berkisar antara 35 detik yang terdiri atas beberapa tahap seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Tahap Injection Molding (Predi Arif Nugroho, 2013).

Untuk mempercepat proses pengerasan/pembekuan material yang telah di Injeksi ke dalam *cavity* maka *mold* selalu didinginkan sehingga produk cepat dikeluarkan dari *mold* tanpa rusak/cacat, dengan demikian berarti memperpendek *cycle timenya*. Hal ini dikerjakan dengan mengalirkan *cooling* yang mengelilingi *cavity* dalam *mold plate* dengan suhu *cooling* antara 30 °C hingga 70 °C. Untuk pekerjaan-pekerjaan khusus kadang-kadang juga diperlukan perlakuan panas *mold plate* (menjaganya pada suhu tertentu) sampai dengan 170 °C.

Pembuatan *mold* injeksi membutuhkan tooling cost atau biaya peralat yang tinggi namun memiliki *cycle time* atau waktu produksi yang lebih cepat dibandingkan dengan proses yang lainnya. Dengan pertimbangan waktu produksi yang cepat maka biaya tiap bagiannya akan menjadi lebih murah apalagi jika berjalan secara otomatis.

2.4.1. Mekanisme Mesin Injection Molding

Adapun mekanisme dari mesin injeksi molding akan di uraikan sebagai berikut :

- a. Material plastik yang telah dicampur dengan bahan *pellet* dan pewarna untuk bahan plastik dimasukan kedalam *hopper*. Lalu material plastik akan memasuki rongga plastik pada ulir *screw*.
- b. *Screw* bergerak mundur dan berputar berlawanan dengan arah jarum jam membawa butiran-butiran plastik jatuh dari *hopper*. Biji plastik ini dipanaskan oleh gesekan yang terjadi dan pemanas tambahan dari *barrel*, sehingga butiran - butiran plastik tersebut meleleh. *Screw* mundur sampai batas yang telah ditentukan (bersamaan dengan material yang maju kedepan bilik *screw*, oleh karena putaran mundur dari *screw* tersebut) dan putaran *screw* tersebut berhenti.
- c. Langkah berikutnya adalah menutup *modal*. Kemudian *screw* didorong maju oleh gerakan piston, mendorong lelehan plastik dari bilik *screw* (*screw chamber*) melalui *nozzle* masuk kedalam rongga *modal* (dalam tahap ini *screw* hanya bergerak maju saja, tanpa berputar).
- d. Lelehan plastik yang telah diinjeksikan mengalami pengerasan, oleh karena bersentuhan dengan dinding yang dingin dari *modal*. Di bawah pengaruh *holding pressure*, lelehan material dari tekanan *screw* ditambahkan untuk mengimbangi kepadatan volume dari material ketika dingin.
- e. *screw* akan mundur untuk melakukan pengisian *barrel*. Pada saat itu clamping unit akan bergerak untuk membuka *modal*. Produk dikeluarkan oleh *ejector* yang telah ada dalam *modal*. Jika *system ejector* semi otomatis, maka *ejector* mendorong produk tetapi tidak sampai keluar dari *modal* sehingga diperlukan tenaga operator untuk mengeluarkan produk.

- f. Setelah produk tersebut keluar/ dikeluarkan oleh *ejector*, maka siap untuk dilakukan penginjekan berikutnya sesuai dengan alur yang telah diuraikan diatas (U.Wahyudi, 2014)

2.5. Cetakan / Mould

Mould adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan produk, dari bahan plastic dan dilakukan pada jenis mesin injeksi. Untuk menghasilkan sebuah mould tepat dan presisi tentu banyak yang harus dipertimbangkan, sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi standart kualitas yang diinginkan secara optimal baik dari kepresisian dimensi, kompleksitas geometri, maupun efisiensi proses.

Pada dasarnya untuk merencanakan pembuatan sebuah mould yang optimal, banyak melibatkan unsur-unsur proses yang meliputi proses desain/perancangan, proses manufaktur, maupun proses pencetakan. Oleh karenanya sangat diperlukan pengetahuan dan pemahaman tentang prinsip dasar teknik desain mould, proses manufaktur, proses injeksi, dan parameter lain yang berpengaruh terhadap perancangan mould dan produk hasil cetakannya.

Factor-factor yang menjadi bahan pertimbangan di dalam perancangan serta berpengaruh terhadap aspek ekonomi produksi mould umumnya ditinjau dari:

- Efisiensi proses manufaktur
- Efektifitas cetakan
- Life time/ketahanan tool
- Biaya pembuatan
- Waktu pembuatan

Bentuk geometri suatu produk akan berpengaruh langsung terhadap proses pengerjaan cetakan, terutama didalam penentuan atau pemilihan metode

pengerjaan yang memungkinkan dapat dilakukan secara mudah, cepat, tepat, dan murah. Ketidak tepatan penentuan metoda kerja dan penyimpangan proses yang terjadi, dapat berpengaruh terhadap kegagalan pembuatan mould atau performance produk yang dihasilkan tidak sesuai tuntutan yang diminta.

Umumnya performance produk yang dihasilkan dari suatu cetakan dan kecepatan produksinya, bergantung pada perencanaan system cetakan dan penentuan jumlah kavity yang dapat dibuat. Penempatan saluran masuk plastic kedalam rongga mould merupakan elemen perancangan produk yang menjamin hasil produk yang optimal.

Didalam teknik perancangan mould, unsur yang berpengaruh terhadap konstruksi cetakan dapat diklasifikasikan dalam 4 elemen :

- Perancangan produk
- Spesifikasi mesin
- Perencanaan cetakan/*mould*
- Desain cetakan/*mould*

2.5.1. Perancangan Produk

Perencanaan dan perancangan produk merupakan tahapan yang harus dilakukan dan akan memuat banyak informasi penting yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan parameter desain dan injeksi. Bentuk atau geometri produk, berat, dan spesifikasi material plastic sangat berpengaruh terhadap penentuan penyusutan (*shrinkage*), system gate, parting line, pemilihan material cetakan, dan system pengeluaran produk atau system ejector.

Poin penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan produk adalah :

1. Ketebalan dinding merata

Pada material plastic dalam cetakan mendingin, maka material akan menyusut kesegala arah terutama pada arah tebalnya. Pengaruh akibat pendinginan dan penyusutan bermacam-macam diantaranya, berupa lekukan (shink), lentingan (warpage), berpori (voids), atau cacat lainnya.

Untuk menghindari hal tersebut perlu dibuat pada dinding produk dengan ketebalan yang relative merata, sehingga diperlukan desain produk yang dapat mencegah kemungkinan terjadinya cacat produk.

2. Menghindari bagian yang bersudut tajam pada produk

Cetakan yang memiliki sudut yang tajam akan cenderung menimbulkan :

- Tegangan yang terkonsentrasi
- Aliran plastic yang terhambat

Tegangan yang terkonsentrasi pada bagian cetakan bersudut tajam dapat mengakibatkan timbulnya keretakan cetakan akibat pengerjaan. Proses heat treatment atau saat injeksi berlangsung dalam tekanan yang cukup tinggi. Pada tiap produk bagian bersudut tajam cenderung melemahkan kekuatan produk itu sendiri, sehingga bagian tersebut harus dihilangkan dengan modifikasi bentuk tajam menjadi bentuk radius. Pengaruh lain yang akibat bentuk bersudut tajam, selain menghambat aliran juga mengakibatkan tekanan dalam (internal pressure) melemah dan produk tidak terisi penuh, sehingga untuk mengatasi penurunan tersebut dibutuhkan tekanan injeksi mesin yang cukup tinggi atau besar.

3. Draft angle

Draft angle adalah sudut kebebasan yang dibentuk pada rongga cetak atau inti cetakan dengan maksud memudahkan pengeluaran atau pelepasan produk.

Selain itu juga pembentukan draft angle dapat menghindari cacat produk akibat gesekan permukaan saat pengeluaran produk.

4. Penguat dinding (reinforcement)

Reinforcement adalah penguat dinding yang berfungsi untuk memperkuat atau meningkatkan kekakuan dinding terutama pada produk yang memiliki permukaan lebar atau pada produk berdinding tipis.

Reinforcement dapat berupa :

-Bentuk bertingkat

-Tonjolan

-Sirip penguat (rib)

- Bentuk bertingkat

Pada umumnya dibuat untuk memberikan kekuatan pada produk berbentuk mangkuk yang memiliki dinding tipis pada bagian alasnya.

Bentuk bertingkat pada umumnya dibuat ke arah dalam, untuk mengatasi kemungkinan timbulnya

lentangan yang terjadi akibat penyusutan atau tekanan injeksi.

- Bentuk tonjolan

Bentuk ini umumnya dibentuk ke arah luar, untuk memberikan kekuatan pada dinding dengan permukaan lebar. Tonjolan yang memiliki bidang lebar, maka tingginya berkisar 75% dari ketebalan dinding nominal untuk mencegah timbulnya sink mark.

- Perancangan rib (sirip penguat)

Umumnya dibuat pada produk berdinding tipis pada permukaan lebar, atau sebagai penguat tepi antara dinding alas dan samping sehingga

produk tidak mudah melenting akibat tekanan atau pembebanan yang diberikan pada produk. Dimensi tebal rib berkisar 0,5 sampai 0,75 dari tebal dinding dengan draft angle 1° sampai 3° dan tinggi rib berkisar 2,5 dan tebal dinding untuk memudahkan pengisian plastic. Rib yang terlalu dalam dapat menyebabkan material tidak penuh akibat adanya material yang terjebak.

5. Batas pemisah (parting line)

Parting line adalah garis batas pemisah cetakan yang membentuk produk dan membebaskan produk dari pembentukannya. Baik antara bagian sisi tetap dan sisi bergerak. Karena parting line membentuk tepi produk, maka penentuan dipertimbangkan terhadap factor berikut:

- Pembentukan parting line harus memudahkan pengeluaran produk dari kaviti dan menjamin produk agar tetap tinggal pada bagian inti cetakan.
- Bentuk parting line memudahkan pengerjaan.
- Bentuk parting line kedua sisi bagian harus setangkup dan tanpa kebocoran.

6. *Shrinkage*

Shrinkage adalah persenan penyusutan volume material yang terjadi pada saat keadaan plastik kembali pada suhu normal setelah dipanaskan. Material plastik akan memuai pada saat dipanaskan pada suhu meleleh, akan tetapi pada saat dingin sesuai suhu normal akan menyusut sesuai dengan tingkat penyusutan volume berdasarkan jenis plastik. Untuk menghitungnya dipakai rumus dibawah ini.

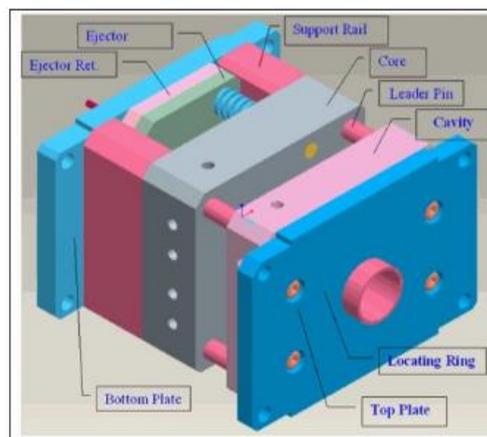
$$S = \frac{\text{Panjang mold} - \text{Panjang produk}}{\text{Panjang mold}} \times 100\% \quad (2.1)$$

2.5.2. Jenis-Jenis Cetakan Injeksi

Dari cara kerja cetakan dan bentuk produk yang dihasilkan, cetakan injeksi plastic dapat dibedakan dalam beberapa jenis diantaranya :

- Cetakan dua plat
- Cetakan tiga plat
- Cetakan dua plat bersilinder
- Cetakan setangkup
- Cetakan berulir

Kelima jenis cetakan tersebut merupakan bentuk dasar utama yang perancangannya sangat dipengaruhi oleh bentuk produk yang akan dihasilkan. Bentuk produk yang mempengaruhi cetakan bisa dari geometri atau penampilan yang diharapkan. Didalam perancangan untuk aksesoris mobil ini yang digunakan adalah cetakan dua plat (*two plate*), dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6. Cetakan Dua Plat

Cetakan dua plat adalah jenis yang paling sederhana, memiliki satu bukaan, terdiri dari bagian utama cetakan, tanpa memiliki mekanisme gerakan

lainnya selain pada system ejektornya. Cetakan jenis ini lebih dikenal dengan istilah *two plate mould*. Produk yang dihasilkan dari cetakan *two plate* ini dapat dikenal dari :

- Memiliki satu *parting line*.
- Saluran pemasukan/*gate* pada daerah bibir produk atau beberapa *gate* pada dinding samping atau *sprue gate* pada puncak produk.
- Produk tanpa lubang pada dinding arah samping.
- Penendang produk dapat berupa pin yang nampak ditengah produk atau lingkaran penuh (*sleeve*) pada bibir produk.

2.5.3. Perancangan *Cavity*

Cavity adalah plat cetakan yang membentuk produk dalam rongga cetakan. Perencanaannya melibatkan unsur yang bersumber pada kebutuhan pemesanandan kapasitas mesin yang akan dipergunakan. Perencanaan *cavity* yang berdasarkan pada kapasitas mesin diperhitungkan berdasarkan :

- Gaya cekam mesin
- Kapasitas injeksi mesin
- Kapasitas alir mesin
- Kapasitas plasticizing mesin

1. Dimensi *cavity* yang digunakan

Pemilihan dimensi ukuran *cavity* disesuaikan dengan ukuran produk yang akan dibuat dan juga dilihat berdasarkan ukuran rumah cetakan yang akan bisa dipasang pada mesin yang akan digunakan. Pada rumah cetakan ini digunakan dua *cavity*, karena telah disesuaikan dengan perhitungan dan perencanaan.

cavity terdiri dari dua bagian yaitu :

a. *Insert core*

Yaitu tempat dimana terdapatnya rongga bentuk produk yang akan dicetak.

b. *Insert Cavity*

Yaitu penutup rongga bentuk produk yang akan dibuat atau pasangan dari *insert core* dimana ukuran diameternya sama dengan ukuran diameter *insert core*.

2. Tata letak (*lay out*) *cavity*

Tata letak *cavity* merupakan bagian yang cukup penting dalam pembuatan cetakan plastic, terutama pada cetakan yang memiliki *cavity* majemuk (lebih dari satu). Pengaturan tata letak *cavity* sangat berpengaruh terhadap kesetimbangan aliran, kesetimbangan pengisian, dan juga kesetimbangan cetakan itu sendiri. Dampak ketidak setimbangan (*unbalance*) akan berpengaruh terhadap keseragaman pengisian, kepadatan produk, dan implikasinya terhadap berat dan shrinkage.

Hal-hal yang perlu diperhatikan didalam pembuatan lay out :

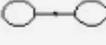
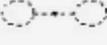
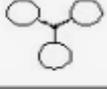
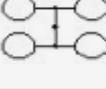
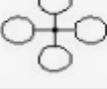
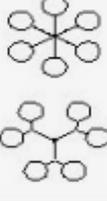
- Pengaturan *cavity* harus efisien untuk mendapatkan lembar cetakan yang seminimal mungkin.
- Panjang runner sependek mungkin untuk menghindari penurunan tekanan.
- Dimensi runner diperhitungkan dengan baik untuk mencegah pemborosan bahan.
- Panjang runner pada setiap *cavity* sama panjang.

Kesetimbangan *cavity* dilakukan dengan 2 cara :

1. Pengaturan posisi produk terhadap pusat pengisian.

2. Pengaturan kesetimbangan aliran.

Beberapa contoh *lay out cavity* untuk beberapa jumlah *cavity*, dapat dilihat pada gambar 2.7

JUMLAH CAVITY	LAYOUT BERJAJAR	LAYOUT CIRCULAR
1		
2		
3	—	
4		
5	—	
6		

Gambar 2.7. Bentuk Lay Out yang Seimbang

2.5.4. Perencanaan *Runner*

1. Perencanaan saluran utama (*runner*)

Runner adalah saluran penghubung aliran cairan plastik dari sarung suntikan (*sprue*) pada rongga produk melalui *gate*. Sebagai aliran penghubung yang akan membawa aliran material. Maka penentuan bentuk dan dimensinya dipertimbangkan dengan tujuan untuk memudahkan pembuatan, meminimalisasi kehilangan panas (*head lose*), mengurangi berat/volume runner yang terbuang dan menghindari penurunan tekanan (*drop pressure*) yang terlalu besar. Disamping dimensi penampang *runner*, maka untuk mencegah kehilangan panas dan penurunan tekanan, maka panjang runner dibuat sependek mungkin.

2. Pemilihan dan bentuk ukuran *runner*

Runner dapat dibuat dalam beberapa bentuk dan ukuran, baik mengikuti bentuk yang ada dan telah distandarkan, maupun menurut perhitungan. Setiap bentuk dan ukuran *runner* akan menentukan/berpengaruh terhadap jumlah material yang mengalir dan penurunan tekanan (*pressure drop*) yang timbul akibat terjadinya lapisan kontak yang mengering pada bagian luar sekeliling *runner*. Jumlah material efektif yang mengalir dalam *runner* sebanding dengan ratio antara besarnya penampang potong *runner* terhadap sekeliling kontak pada penampang tersebut. Perhitungan ukuran *runner* didasarkan pada luas yang sama dari bentuk *runner* diameter :

- Bentuk *runner* lingkaran
- Bentuk *runner* parabola
- Bentuk *runner* trapesium
- Bentuk *runner* persegi panjang

2.5.5. Perencanaan *Gate*

1. Perencanaan dimensi *gate*

Gate adalah tempat lubang masuk dimensi plastic kedalam rongga cetak. Perencanaan bentuk, dimensi, dan penempatannya sangat berpengaruh terhadap kualitas produk, baik dari penampilan, shrinkage, dan pressure yang dibutuhkan saat pembentukan produk. Penempatan *gate* juga akan berpengaruh terhadap besarnya gaya clamping mesin injeksi yang dibutuhkan untuk menahan gaya pembentukan rongga cetak, dan menghindarkan kemungkinan cacat produk saat injeksi.

2. Pemilihan bentuk dan ukuran gate standar

Gate sebagai saluran masuk cairan kedalam rongga cetak (*cavity*) dapat dibuat dalam berbagai jenis ukuran. Umumnya pemilihan type *gate* dipertimbangkan pada hasil produk yang diinginkan, ukuran produk, kondisi penginjeksi, jenis material, aliran material, dan garis pertemuan aliran.

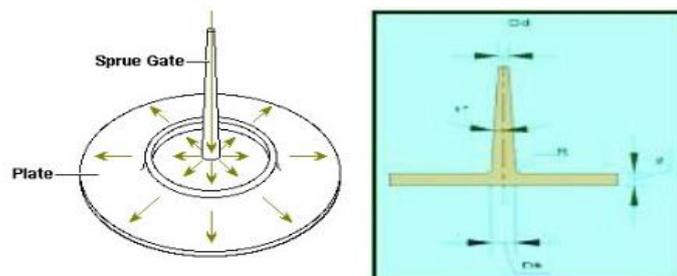
Dari bentuk dan penempatannya, jenis gate diklasifikasikan menurut :

a. *Fullgate*

Jenis ini dibuat dengan ukuran penampang silang yang agak besar, sehingga jenis thermoplastics dapat dialirkan. *Gate* ini digunakan untuk gate langsung pada rongga cetak/*cavity* seperti digunakan pada rongga konstruksi pada *two plate mould*, mengalirkan material pada viskositasnya tinggi seperti (acrylic, kralastic, juga untuk mengalirkan material yang memiliki kekuatan seperti pada polyolefin). *Gate* bentuk ini dapat mencairkan plastic dengan baik, penyusutan yang terjadi kecil, menghindarkan gelembung udara dan menghasilkan garis pertemuan yang baik. Jenis gate ini dapat dibuat dalam beberapa bentuk :

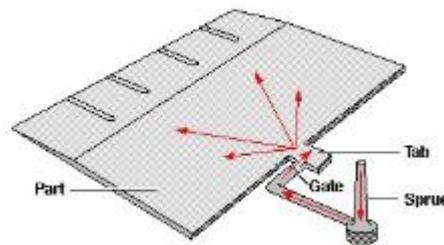
- *Sprue gate*, bentuk umumnya dipakai untuk mencetak

komponen simetri dan produk tunggal/*cavity* tunggal berukuran medium >20. Keuntungan dapat didesain oleh *mould* seimbang, dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8. *Sprue Gate*

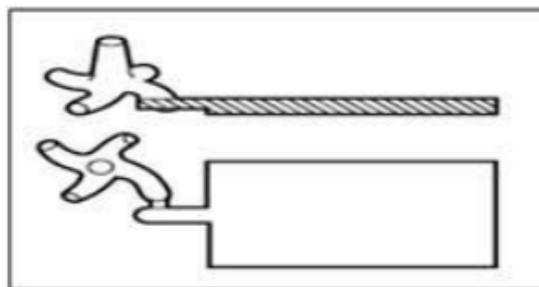
- *Full-edge gate*, dapat berbentuk setengah bulat, segi empat atau trapesium. Bentuk ini mengalirkan material mulai dari tepi produk, baik dari sisi luar maupun dari sisi dalam. Ukuran berat produk minimal berkisar = 20 gram. Desain *gate* dapat berbentuk setengah bulat, segi empat atau trapesium. Dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Full-edge gate*

b. *Tab gate*

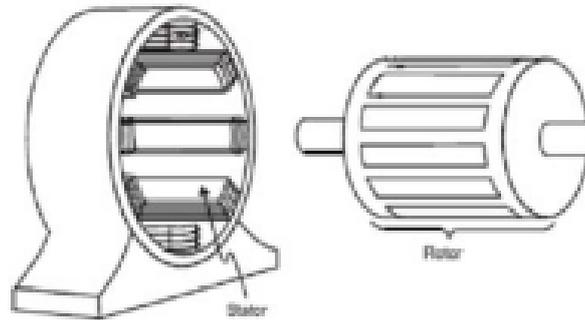
Tab gate ini dibuat khusus untuk pengisian material acrylic dengan maksud untuk meningkatkan efek lama. *Gate* ini biasanya dibuat persegi/trapesium, sedangkan bentuk tab sebaiknya trapesium. Ukuran *gate* dan tab bervariasi tergantung berat produknya. *Tab gate* adalah bentuknya seperti menunjukan runner berhubungan langsung ke *cavity* dengan tidak berpotongan di *runner*. *Tab gate* digunakan untuk bagian yang besar dimana potongan dalam aliran tidak mengganggu aliran resin dan akibat kekuatan dalam tidak sebanding aliran masuk kedalam *cavity*, dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10. *Tab Gate*

2.6. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (*ac*) yang paling banyak digunakan. Motor induksi tiga fasa beroperasi pada sistem tiga fasa, dan banyak digunakan dalam berbagai bidang industri dengan kapasitas yang besar. Bentuk gambaran motor induksi tiga fasa dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Motor induksi

Penamaan motor induksi berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet *stator* ke rotornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

2.6.1. Prinsip kerja motor induksi tiga fasa

Motor induksi tiga fasa bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Pada saat terminal tiga fasa stator motor induksi diberi suplai tegangan tiga, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Garis-garis gaya *fluks* yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya

sehingga timbul emf (GGL) atau tegangan induksi dan mengalirlah arus pada kumparan rotor karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian tertutup. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan pergerakan medan induksi stator. Medan putar stator tersebut akan memotong konduktor- konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan relatif antara stator dan rotor dinamakan slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun. Besarnya kecepatan medan putar stator dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{P} \quad (2.2)$$

Untuk kecepatan plunger secara teoritis di hitung menurut rumus sebagai berikut:

$$V_p = \frac{L}{t} \quad (2.3)$$

2.7. Standard Mould

Standard mould adalah tipe mold dasar, dalam tipe mold dasar ini merupakan jenis minimum untuk membuat mold injeksi untuk plastik, standard

mould terdiri dari *stationary side* (minimal satu plat) atau biasa di sebut *cavity side*, bagian ini adalah bagian yang diam ketika proses injeksi plastik dilakukan, pada bagian ini terdapat *sprue*, yaitu bagian yang bertemu dengan *nozzle* mesin injeksi, bagian inilah yang menerima aliran plastik cair pertama kali. Bagian lain dari standard *mould* adalah *moving plate*, bagian yang bergerak ini minimal terdiri dari, *core side* yaitu kebalikan dari *cavity side*, bagian ini adalah bagian yang membentuk plastik bagian core, pada bagian ini terdapat *ejector* yang berfungsi untuk menekan produk dari *mould* sehingga produk dapat keluar dari *mould* setelah proses injeksi dilakukan. Terdapat beberapa jenis system ejector yang biasa digunakan dalam mold injeksi, misalnya gas *ejector*, pin system *ejector*, *double system ejector* dan sebagainya. Standard *mould* dibuat dengan satu bukaan, *runner* dan produk dilepas dari *mould* secara bersamaan dalam bukaan yang sama karena itulah biasanya untuk *standard mold* digunakan jenis *runner* seperti *side gate*, *submarine gate*, *fan gate*, dan sejenisnya. (Yun Jung Jon, 2002)

Kecepatan injeksi adalah kecepatan aliran lelehan plastik ke dalam rongga cetakan yang besarnya dipengaruhi oleh putaran ulir *transporter* dan dibatasi oleh kapasitas alir mesin serta diameter *nozzle* mesin yang dihitung dengan Rumus:

$$v = Ca/A \quad (2.4)$$

Waktu pengisian adalah waktu yang diperlukan untuk mengisi rongga cetakan hingga terisi penuh. Lamanya waktu pengisian berpengaruh pada cycle time pencetakanyang dihitung dengan Rumus:

$$t = V/Ca \quad (2.5)$$

2.8. Cacat Produk

Pada proses *injection molding* sering ditemukan cacat benda kerja akibat penentuan parameter produksi yang kurang tepat.

a) *Flashing*

Flashing adalah jenis *minor defect* pada material, artinya material masih bisa dikatakan bagus tetapi harus dilakukan pembersihan pada produk. *Flashing* sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk, dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12. Hasil produk cacat *flashing*

b) *Short Shot*

Short Shot adalah suatu kondisi dimana, plastik leleh yang akan diinjeksikan kedalam *cavity* tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai settingan mesin. Sehingga plastik yang diinjeksikan kedalam *cavity* mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi *cavity*

- Pelelehan biji plastik yang tidak sempurna
- Injeksi yang lambat
- Tekanan injeksi yang lemah
- Temperatur peleburan yang rendah

- Temperatur mold yang rendah
- Udara tidak keluar dari *mould cavity*

Short Shot dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13. Hasil produk cacat *short shot*

c) *Sink or air bubble*

Sink or air bubble adalah keadaan cacat produk berupa bentuk cembung pada permukaan produk sedangkan *air bubble* ditemukanya gelembung udara didalam produk. Hal ini bisa disebabkan oleh:

- Perbedaan temperature pada dinding mold yang signifikan
- Tekanan injeksi yang rendah
- Temperatur material yang tinggi
- Tidak cukup pendinginan pada cetakan
- Lubang keluar angin (*air vent*) terlalu kecil

d) *Warpage*

Warpage adalah cacat yang ditandai dengan adanya penyimpangan bentuk dari cetakan. Hal ini bisa diakibatkan:

- Pendinginan cetakan yang tidak seragam

- Perbedaan temperatur yang tinggi disebahagian cetakan
- Tekanan tunggu (*holding pressure*) yang rendah

f) *Weld mark or flow mark*

Weld mark or flow mark merupakan cacat produk berupa garis di permukaan produk, dapat dilihat pada gambar 2.14 yang disebabkan oleh :

- Injeksi yang lambat
- Suhu peleburan yang rendah
- Suhu cetakan yang rendah
- Permukaan cetakan terkontaminasi minyak
- Udara tidak keluar dengan lancar dari cetakan



Gambar 2.14. Hasil produk cacat *weld mark or flow mark*

g) *Discolored molding*

Discolored molding merupakan cacat berupa pelunturan warna pada produk. Hal ini bisa disebabkan:

- Temperatur peleburan yang tinggi
- Proses peleburan material yang terlalu lama
- Pencampuran warna yang tidak stabil

h) *Black spot*

Keadaan cacat produk dimana ditemukan seperti bintik hitam pada produk, hal ini dipengaruhi oleh:

- Kurang bersih saat penggantian material
- Material mengalami pemanasan/pengeringan yang berlebihan
- Proses pewarnaan yang tidak stabil. (Arif rahman. H, 2015)

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat

Tempat pembuatan cetakan (*mold*) angka untuk mesin *injection molding* ini dilaksanakan di Laboratorium proses produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2. Waktu

Proses pembuatan alat dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 17 Mei 2017 hingga selesai pada bulan 25 Agustus 2018.

Tabel 3.1. Timeline kegiatan.

NO	KEGIATAN	BULAN															
		MEI	JUN	JUL	AGUS	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS
1	PENGAJUAN JUDUL																
2	STUDI LITERATUR																
3	MENENTUKAN 3 CETAKAN PRODUK																
4	DESIGN GAMBAR																
5	PENYEDIAN MATERIAL																
6	PROSES PEMBUATAN CETAKAN																
7	PENGUJIAN																
8	EVALUASI DATA																
9	PENYELESAIAN SKRIPSI																

3.2. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian cetak tekan *injection molding* ini dapat dilihat pada gambar 3.1

3.2.1. Mesin *injection molding*

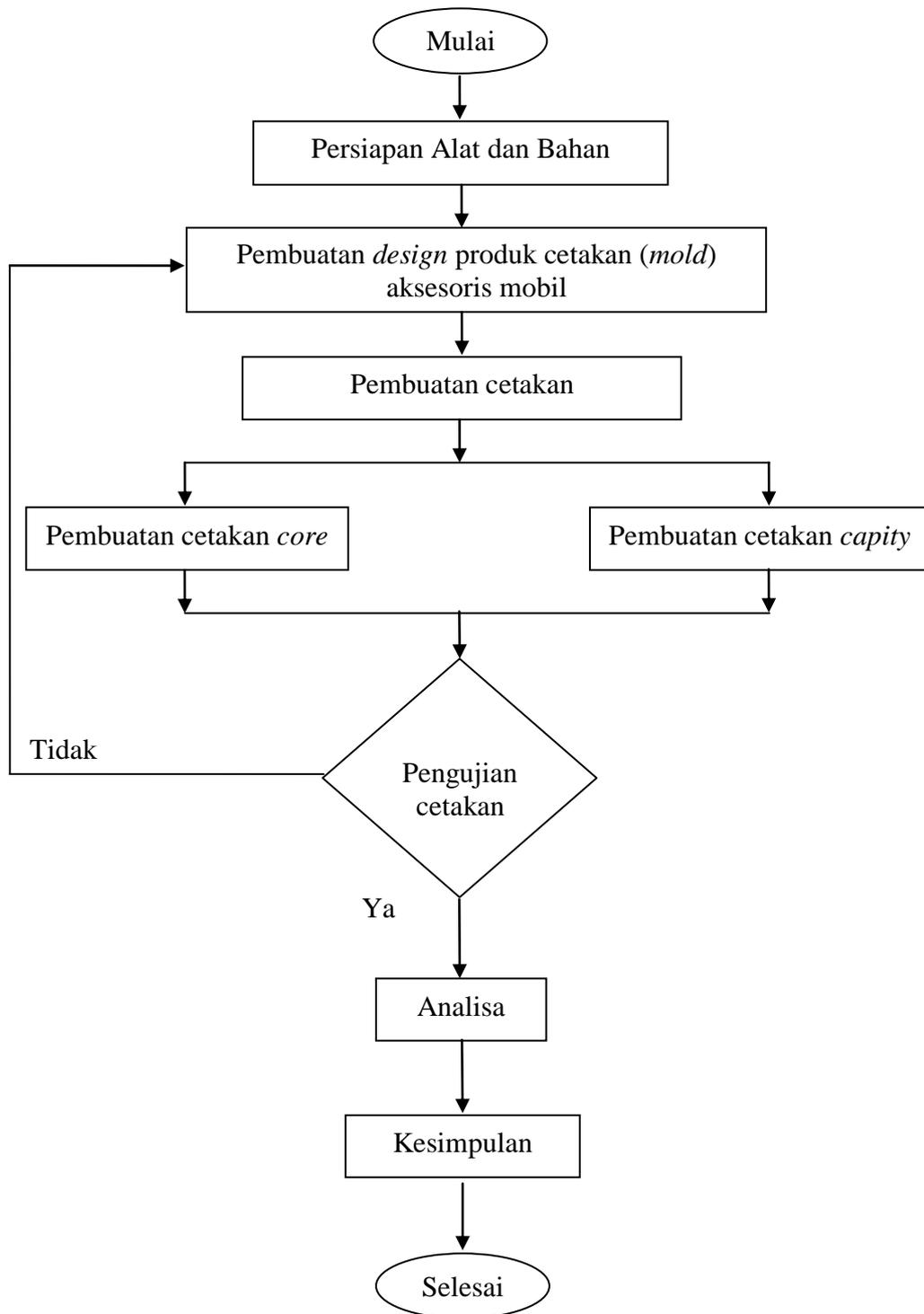


Gambar 3.1 Mesin *injection molding*

Spesifikasi tabung pemanas :

- Daya listrik : 800 Watt
- Panas maksimal : 400°C
- Volume tabung *heater* : 290 cm³

3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2. Diagram alir pengujian

3.4. Bahan dan Peralatan

Didalam melakukan proses pembuatan *mould* aksesoris mobil penentuan bahan dan alat merupakan faktor yang utama yang harus diperhatikan dalam melakukan pembuatan *mould* aksesoris mobil dimana bahan dan alat harus standar yang sudah ditentukan.

3.4.1. Bahan

1. Plat aluminium 7075

Plat aluminium merupakan bahan dasar yang akan digunakan dalam pembuatan *mould* aksesoris mobil adapun keduanya sebelum dilakukan pengerjaan dengan proses milling mempunyai panjang 200 mm dan lebar 200 mm, dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Plat aluminium 7075

2. Material Bahan Biji Plastik

Plastik Polipropilena (PP), ABS, Polipropilena Daur Ulang, dan LDPE yang akan di gunakan sebagai penelitian dengan cara dilelehkan untuk produk yang akan di cetak dengan *mould* yang telah di buat, dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Macam-macam Jenis Bahan Biji Plastik

3.4.2. Peralatan

Pada pembahasan ini dibutuhkan peralatan yang bisa membantu dalam proses pembuatan dan percobaan penyetakan agar lebih mudah dalam proses pengerjaannya dan tidak dibutuhkan waktu yang lama, adapun alat yang digunakan yaitu :

1. Satu unit mesin frais (*milling*)

Mesin ini berfungsi untuk membentuk dimensi benda kerja yang akan di buat dengan cara penyayatan atau pemakanan benda kerja, cara kerja mesin milling ini benda kerja di jepit pada ragum dan pisau pahat berputar melakukan penyayatan, dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Mesin frais (Milling)

Spesifikasi :

- Type : Emco F3
- Produksi : Maier & Co - Austria
- Motor Power : 1,1/1,4 Kw
- Speed : 1400/2800 rpm
- Spindle speed (rpm) : 80 - 160 - 245 – 360 - 490 - 720 - 1100– 2200

2. Meja pembagi

Meja pembagi berfungsi untuk mengerjakan benda yang akan di buat radius atau lingkaran, untuk mesin frais tegak atau *vertical* digunakan meja putar sebagai kepala pembaginya. Dalam alat ini digunakan alur T untuk menambatkan atau menjepit benda kerja atau perkakas lain dengan bantuan baut penjepit. Meja putar keliling dapat dikokohkan di atas meja mesin frais dengan bantuan baut penjepit, dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6. Meja pembagi

3. Pisau frais

Adapun pisau frais yang akan di pakai berjenis *cutter endmill* dengan ukuran diameter 8 mm, 3 mm dan 50 mm, *Cutter* ini biasanya dipakai untuk membuat alur pasak dan ini hanya dapat dipasang pada mesin frais vertical, dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Pisau frais

4. Mata bor

Mata bor 8 mm berguna sebagai pelubang cetakan (*mould*) yang nantinya tempat masuknya cairan plasti yang akan di injeksikan, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8. Mata bor 8 mm

5. Collet

Collet chuck digunakan sebagai pengikat alat potong/pisau (*end mill, slot drill, center drill, mata bor, dll*), yang pemasangannya pada spindel utama atau tegak. Jadi posisinya dapat dipasang dengan posisi mendatar (*horizontal*) atau tegak (*vertikal*). Alat jenis ini pada umumnya tersedia dalam satu set yang terdiri dari: collet, rumah kolet dan kunci C sebagai pengencang dan pembuka alat potong, dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9. Collet

6. *Sigmat* (jangka sorong)

Adapun kegunaan jangka sorong ini adalah untuk mengukur suatu benda dari sisi luar dengan cara dicapit serta mengukur sisi dalam benda yang biasanya berupa lubang (pada pipa, maupun lainnya) dan mengukur kedalaman celah atau lubang pada suatu benda. Untuk lebih jelasnya mengenai jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10. Jangka Sorong

5. Baut, mur dan ganjal

Baut, mur dan ganjal berfungsi sebagai pengikat benda kerja di meja putar agar sewaktu pengerjaan benda kerja tidak bergeser (bergerak) dari meja, dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11. Baut, mur dan ganjal

3.5. Perancangan Desain Cetakan

Dalam perancangan *mould* setidaknya ada 2 hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. *Design mould*

Bentuk dan konstruksi *mould* disesuaikan dengan bentuk produk yang akan dibuat dalam perancangan produk yaitu :

- Ketebalan dinding harus merata.
- Bentuk sudut harus dibuat radius/*fillet*
- Selalu memakai *draft angel* (1° s.d 1.5°)
- 75/25 bagian yang menonjol
 - Bagian yang menonjol dari permukaan tidak lebih dari 75% dari ketebalan dinding nominal. Jika lebih besar akan menyebabkan cacat sinkmark.
 - Bagian yang menonjol dari permukaan tidak lebih dari 25% dari ketebalan dinding nominal. Jika lebih besar akan menyulitkan pengisian plastik.

2. Penentuan sistem saluran (*gate* dan *runner*)

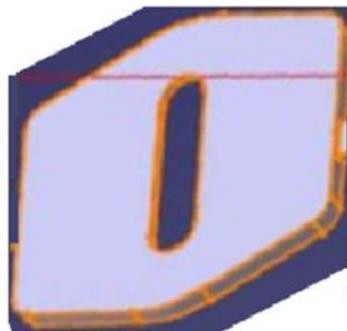
Runner merupakan saluran yang mengalirkan yang mengalirkan plastik cair dari *sprue* menuju *gate cavity*. Khususnya pada cetakan plastik dengan

jumlah *cavity* lebih dari satu, sedangkan *gate* adalah tempat masuknya plastik ke dalam rongga cetak. Kualitas dan tampilan dari produk plastik tergantung pada penempatan dan jenis *gate* yang dipilih.

3.5.1. Desain Produk Aksesoris Mobil

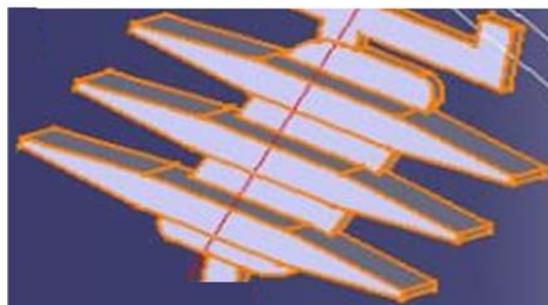
Cetakan aksesoris mobil sederhana terdiri dari dua bagian, bagian depan dan bagian belakang, project ini adalah *design* dari *mould* beserta analisis kekuatan *mould* meliputi dimensi *cavity* dan *core*, peletakan *cooling chanel* yang tepat, pemilihan *gate*, pemilihan material yang tepat dan perhitungan anggaran yang dibutuhkan untuk membuat sebuah *mould* dari produk tersebut, dapat dilihat pada gambar 3.12, 3.13 dan 3.14

1. Produk *Door lock cover*



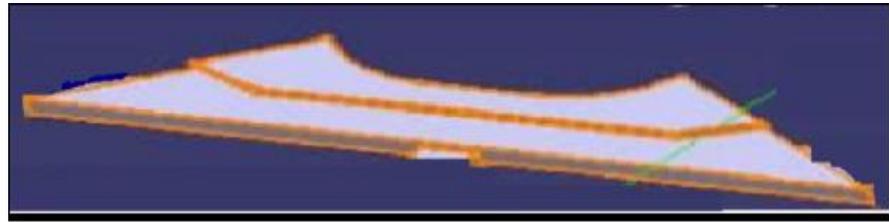
Gambar 3.12. *Door lock cover*

2. Produk *Side air flow*



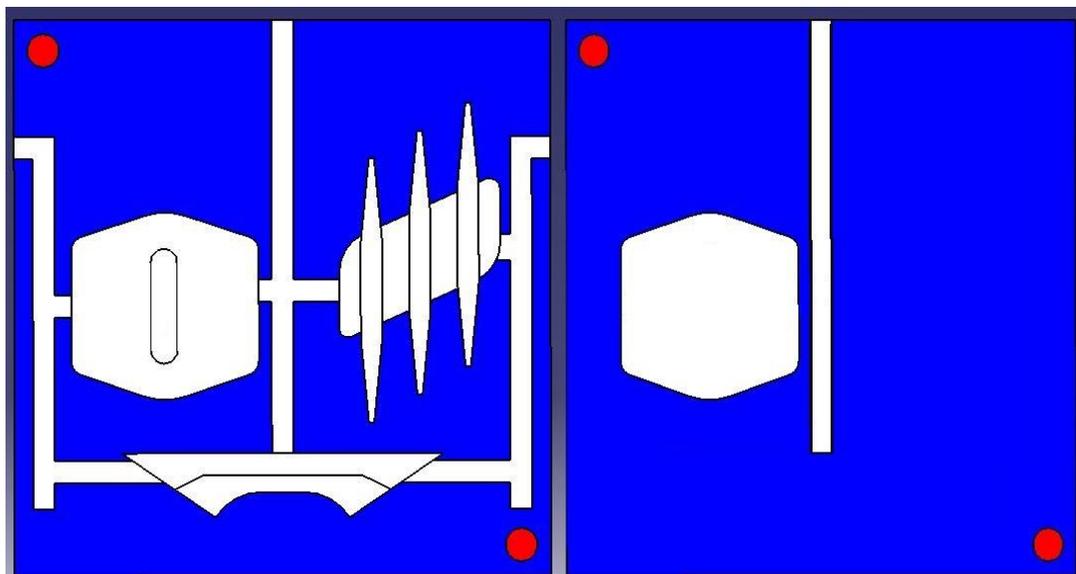
Gambar 3.13. *Side air flow*

3. Produk *Door guard*



Gambar 3.14. *Door guard*

3.5.2 Desain cetakan (*mould*) aksesoris mobil



Gambar 3.15. *Cavity* dan *core* cetakan aksesoris mobil yang akan di buat

Pada gambar 3.15 merupakan bagian *cavity* dan *core*, bagian *cavity* merupakan salah satu pembentuk plastik dan di letak di depan *core* dan keduanya diikat dengan penyangga pnuematik yang menghimpit keduanya, didalam cetakan ada tiga macam *cavity* yang jarak kekosongan inilah yang nanti nya diisi dengan lelehan plastik.

3.6. Proses Pengerjaan Pembuatan Cetakan

Proses pengerjaan di lakukan setelah selesai melakukan pengadaan material, pembuatan *design mold* dan persiapan alat adapun proses pengerjaan pembuatan cetakan aksesoris mobil saya lampirkan proses pengerjanya.

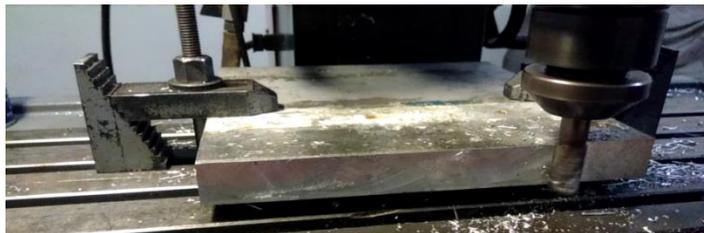
1. Memasang meja pembagi diatas meja mesin frais lalu di kunci dengan baut agar meja putar tidak bergeser dari jalurnya saat dilakukan proses pengerjaan, dapat dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16. Proses pemasangan meja pembagi

2. Memasang alat-alat pendukung seperti arbor, collets pada *spindle* mesin dan mempersiapkan alat-alat pendukung lain nya seperti bor 8 mm, pisau frais *end mild* berdiameter 8 mm, 3 mm dan 50 mm.

3. Proses perataan dimensi cetakan di mana pemakanan di lakukan sampai mendapatkan ukuran yang telah di tentukan sesuai perencanaan gambar panjang 200 mm dan lebar 200 mm, dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17. Proses milling datar meratakan dimensi *mould* (cetakan)

4. Proses pembentukan aksesoris mobil *door guard* dimana proses pengerjaan dilakukan sesuai prosedur dimensi dari *design* gambar dengan ketentuan ukuran lebar 60 mm, sedangkan tebal 7 mm, dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18. Proses pembentukan cavity pertama aksesoris *door guard*

5. Untuk proses pengerjaan selanjutnya sama seperti proses pengerjaan pembentukan aksesoris mobil (*door guard*), karna proses pengerjaan ada 3 jenis aksesoris dan semua memiliki ukuran ketebalan dan lebar yang berbeda.

6. Pembentukan alur masuk dan alur pembuangan angin agar proses cetak tidak terganggu, fungsi alur ini adalah untuk membuang angin yang terjebak di dalam cetakan dan juga untuk mengetahui bahwasanya proses pengisian (cetakan) sudah terisi penuh dengan adanya alur buang, dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3.19. Proses pembuatan alur masuk dan alur keluar

Untuk setiap pengerjaan yang akan selesai sisakan ketebalan benda kerja 0,2 mm, hal ini di perlukan untuk pengerjaan finishing agar permukaan benda kerja yang telah di frais tadi menjadi lebih halus, ganti kecepatan putaran mesin frais yang semula 490 rpm menjadi 1100 rpm, lakukan pemakanan 0,2 mm yang telah di sisakan dari perencanaan untuk finishing sehingga benda kerja memiliki permukaan yang halus.

3.7. Pengujian Cetakan

Pengujian di lakukan di laboratorium Proses Produksi dengan memperhatikan proses proses pengujian, adapun pengujian yang sudah di lakukan sebagai berikut.

1. Memasang *mould* atau cetakan pada mesin *injeksi molding* dengan cara di jepit dengan penjepit pneumatik, dapat dilihat pada gambar 3.20



Gambar 3.20. Pengujian cetakan pada mesin cetak injeksi molding

Dalam merancang cetakan terdapat dua bagian yaitu bagian *core* dan *cavity*, pada kedua bagian tersebut terdapat saluran buang yang bertujuan untuk mengetahui aliran pada lelehan plastik sudah terisi penuh atau tidak pada cetakan, lelehan plastik akan mengisi bagian bawah pada cetakan hingga penuh dan akan menuju ke saluran buang, jika lelehan plastik telah keluar pada saluran

buang maka dapat di pastikan lelehan plastik telah memenuhi cetakan karena saluran buang terletak pada bagian atas cetakan, dapat dilihat pada gambar 3.21



Gambar 3.21. Proses pengisian cetakan yang telah memenuhi *cavity* dan *core*

Keterangan :

A. Luapan alur buang bahwasanya cetakan sudah terisi penuh

3.8. Prosedur Pengujian Cetakan

Adapun prosedur yang di lakukan pada percobaan ini adalah sebagai berikut :

- a) Menghidupkan dan mereset progam mesin *injection molding*.
- b) Memasang cetakan pada penjepit *pneumatik*.
- c) Memasukkan biji plastik ketempat penampungan sementara.
- d) Menunggu temperatur pemanas hingga mencapai kapasitas yang sudah di reset (ditentukan).
- e) Memasukkan biji plastik ke dalam barel hingga kapasitas barel penuh.
- f) Menunggu proses biji plastik meleleh (mencair) dengan tempratur 300°C.
- g) Setelah biji plastik meleleh lalu di injeksikan ke dalam cetakan melalui tuas penekan.

- h) Setelah cetakan terisi penuh naikkan tuas penekan agar proses pengisian berhenti.
- i) Buka penjepit *pneumatik* dengan menekan tombol *off*.
- j) Membuka *core* dan *caviti* dari cetakan yg sudah di uji.
- k) Setelah selesai melaksanakan pengujian, kembalikan peralatan ke tempat semula mematikan mesin dan membersihkan mesin pengujian.
- l) Selesai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pembuatan Cetakan Aksesoris Mobil

Cetakan aksesoris mobil ini terdiri dari :

1. *Door lock cover*
2. *Side air flow*
3. *Door guard*



Gambar 4.1. Hasil Cetakan Aksesoris Mobil

Cetakan pada gambar 4.1 terdiri dari *cavity* dan *core* yang biasanya model cetakan ini disebut dengan cetakan dua plat (*mould two plate*) dan *gate* yang digunakan sistem *full edge gate* yang berbentuk persegi panjang.

4.2. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian di laboratorium maka didapat hasil pengujian sebagai berikut :

1. Hasil pengujian pada bahan LDPE

Table 4.1 hasil percobaan 1

No.	Temperatur Barel (°C)	Frekuensi Kecepatan Motor (Hz)	Waktu Injeksi (s)	Keterangan
1.	300 °C	30 Hz	36,15	Baik
2.	300 °C	35 Hz	34,2	Baik
3.	300 °C	40 Hz	32.12	Baik



Gambar 4.2. Hasil Percobaan Pertama

Pada percobaan pertama dapat dilihat bahwa semua bentuk komponen aksesoris mobil terisi penuh karena jenis bahan, temperature barel, dan frekuensi telah sesuai sehingga penginjeksian lelehan plastik dapat memenuhi seluruh cetakan, hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2 hasil percobaan pertama.

2. Hasil pengujian pada bahan ABS

Table 4.2 hasil percobaan 2

No.	Temperatur Barel (°C)	Frekuensi Kecepatan Motor (Hz)	Waktu Injeksi (s)	Keterangan
1.	300 °C	30 Hz	14,1	Tidak Sempurna
2.	300 °C	35 Hz	13,32	Tidak Sempurna
3.	300 °C	40 Hz	12,22	Tidak Sempurna



Gambar 4.3. Hasil Percobaan Kedua

Pada percobaan kedua ini dapat disimpulkan bahwa proses injeksi masih memiliki banyak kekurangan, dimana kekurangan tersebut disebabkan oleh lemahnya penginjeksian yang menyebabkan cairan plastik mengeras terlebih dahulu sebelum aliran memenuhi *cavity*. Sehingga menghambat jalanya lelehan plastik hasil percobaan kedua ini dapat dilihat pada gambar 4.3 hasil percobaan kedua.

3. Hasil pengujian pada bahan Polipropilena

Table 4.3 hasil percobaan 3

No.	Temperatur Barel (°C)	Frekuensi Kecepatan Motor (Hz)	Waktu Injeksi (s)	Keterangan
1.	300 °C	30 Hz	41,44	Tidak Sempurna
2.	300 °C	35 Hz	39,36	Tidak Sempurna
3.	300 °C	40 Hz	35,23	Tidak Sempurna



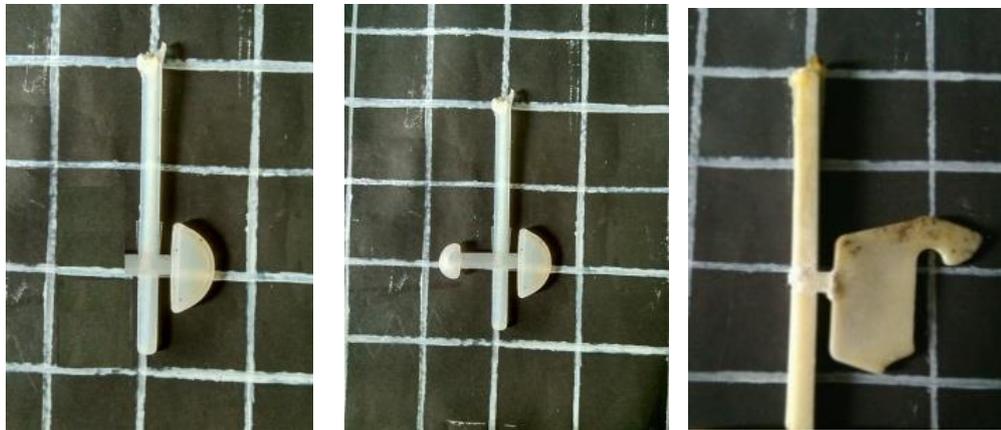
Gambar 4.4. Hasil Percobaan Ketiga

Pada percobaan ketiga dapat dilihat bahwa ada beberapa bentuk komponen aksesoris mobil tidak dapat terisi penuh karena cairan plastik mengeras terlebih dahulu sebelum aliran memenuhi *cavity* dan ada yang terisi penuh, temperature barel, dan frekuensi telah sesuai sehingga penginjeksian lelehan plastik hampir dapat memenuhi seluruh cetakan, hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.4 hasil percobaan ketiga.

4. Hasil pengujian pada bahan PP daur ulang

Table 4.4 hasil percobaan 4

No.	Temperatur Barel (°C)	Frekuensi Kecepatan Motor (Hz)	Waktu Injeksi (s)	Keterangan
1.	300 °C	30 Hz	44,05	Tidak sempurna
2.	300 °C	35 Hz	41,45	Tidak sempurna
3.	300 °C	40 Hz	39,19	Tidak sempurna



Gambar 4.5. Hasil Percobaan Keempat

Pada percobaan keempat ini dapat disimpulkan bahwa proses injeksi masih memiliki kekurangan, dimana kekurangan tersebut disebabkan oleh lemahnya penginjeksian yang menyebabkan cairan plastik mengeras terlebih dahulu sebelum aliran memenuhi *cavity*. Sehingga menghambat jalanya lelehan plastik hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 4.5 hasil percobaan keempat.

Dari data – data hasil percobaan maka akan dicari kecepatan motor, kecepatan plunger, dan kecepatan laju aliran plastik dari masing – masing jenis bahan biji plastik, adapun jenis bahan plastik dari percobaan tersebut dicantumkan pada table di bawah ini :

Tabel 4.5. Hasil data percobaan bahan LDPE yang diperoleh dari lapangan

Frekuensi output inverter (Hz)	Jarak tempuh plunger (mm)	Waktu (s)	Temperature (°C)
30	45,38	36,15	300
35	45,38	34,2	300
40	45,38	32,12	300

Tabel 4.6. Hasil data percobaan bahan ABS yang diperoleh dari lapangan

Frekuensi output inverter (Hz)	Jarak tempuh plunger (mm)	Waktu (s)	Temperature (°C)
30	45,38	14,1	300
35	45,38	13,32	300
40	45,38	12,22	300

Tabel 4.7. Hasil data percobaan bahan Polipropilena yang diperoleh dari lapangan

Frekuensi output inverter (Hz)	Jarak tempuh plunger (mm)	Waktu (s)	Temperature (°C)
30	45,38	41,44	300
35	45,38	39,36	300
40	45,38	35,23	300

Tabel 4.8. Hasil data percobaan bahan PP daur ulang yang diperoleh dari lapangan

Frekuensi output inverter (Hz)	Jarak tempuh plunger (mm)	Waktu (s)	Temperature (°C)
30	45,38	44,05	300
35	45,38	41,45	300
40	45,38	39,19	300

4.3. Mencari Volume Barrel

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$V = 3,14 \cdot 20\text{mm}^2 \cdot 220$$

$$V = 290 \text{ mm}^3$$

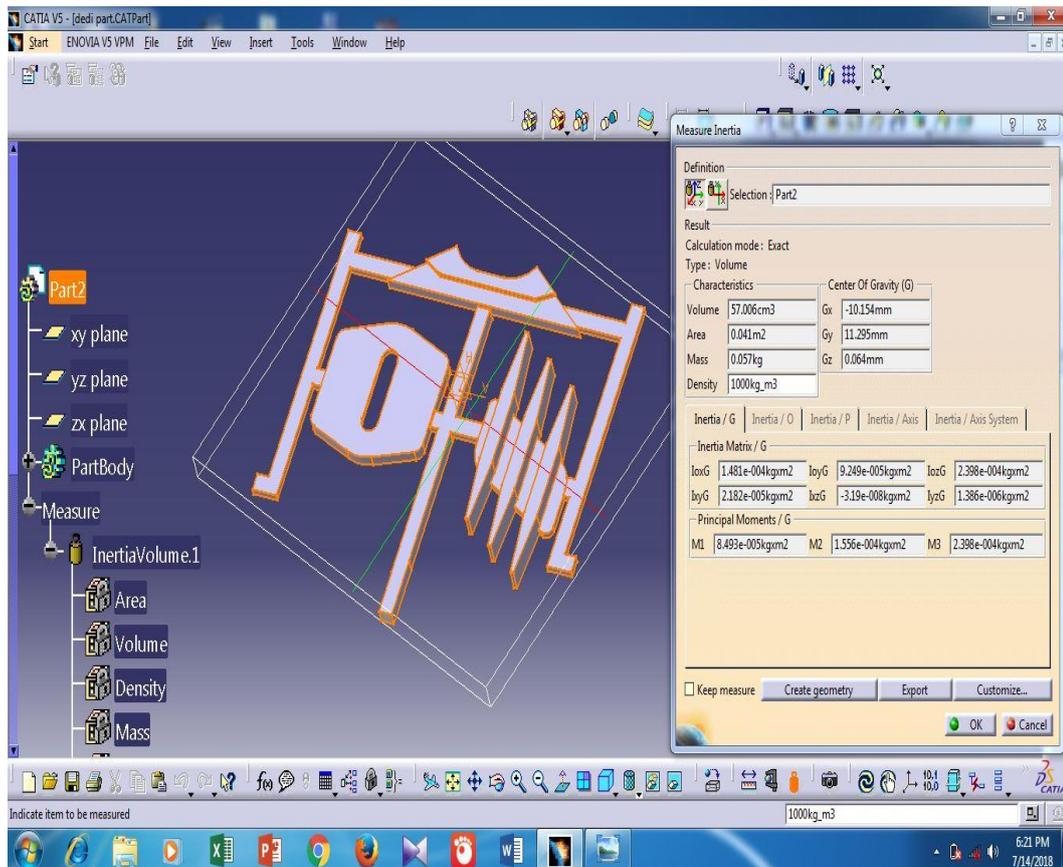
4.4. Volume Cetakan

Dalam merencanakan cetakan dilakukan dengan proses design menggunakan software CATIA dimana hasil gambar (rancangan) dapat dilihat berapa volume cetakan aksesoris mobil tersebut, Adapun volume dari cetakan tersebut adalah 57.006 cm³.

Pembuktian perhitungan volume cetakan menggunakan rumus :

Volume yang dikeluarkan barrel pada 1 putaran penuh, dapat dilihat pada gambar

4.6



Gambar 4.6. Volume aksesoris mobil

$$Ab = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$Ab = \frac{\pi}{4} \cdot 40 \text{ mm}^2$$

$$Ab = 1257 \text{ mm}^2 \text{ atau } 12,57 \text{ cm}^2$$

Volume/Putaran

$$V/p = Ab \cdot \text{pitch}$$

$$V/p = 12,57 \text{ cm}^2 \cdot 0,3 \text{ cm}^2$$

$$V/p = 3,77 \text{ cm} / \text{putaran}$$

Pada proses percetakan didapat putaran screw sebanyak 15,1 x putaran untuk memenuhi 1 cetakan jadi,

$$= 3,77 \cdot 15,1$$

$$= 57,006 \text{ cm}^2$$

4.5 Menghitung Jarak Tekan Plunger

$$L = \frac{\text{Volume}}{\pi/4 \cdot d^2}$$

$$L = \frac{57,006}{3,14/4 \cdot 40}$$

$$L = \frac{57,006}{0,785 \cdot 1600}$$

$$L = 45,38 \text{ cm}^2$$

jadi panjang langkah plunger didapat 45,38 cm setiap proses penginjeksian.

4.6 Menghitung kecepatan plunger

1. Menghitung kecepatan plunger pada jenis bahan biji plastik LDPE

a) frekuensi 30 H

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{36,15 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,25 \text{ mm/s}$$

b) frekuensi 35 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{34,20 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,32 \text{ mm/s}$$

c) frekuensi 40 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{32,12 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,41 \text{ mm/s}$$

2. Menghitung kecepatan plunger pada jenis bahan biji plastik ABS

a) frekuensi 30 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{14,10 \text{ s}}$$

$$V_p = 3,21 \text{ mm/s}$$

b) frekuensi 35 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{12,22 \text{ s}}$$

$$V_p = 3,40 \text{ mm/s}$$

c) frekuensi 40 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{12,22 \text{ s}}$$

$$V_p = 3,71 \text{ mm/s}$$

3. Menghitung kecepatan plunger pada jenis bahan biji plastik Polipropilena

a) frekuensi 30 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{41,44 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,095 \text{ mm/s}$$

b) frekuensi 35 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{39,36 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,152 \text{ mm/s}$$

c) frekuensi 40 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{45,38 \text{ mm}}{35,28 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,288 \text{ mm/s}$$

4. Menghitung kecepatan plunger pada jenis bahan biji plastik PP daur ulang

a) frekuensi 30 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{46,35 \text{ mm}}{45,18 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,026 \text{ mm/s}$$

b) frekuensi 35 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{46,35 \text{ mm}}{43,45 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,067 \text{ mm/s}$$

c) frekuensi 40 Hz

$$V_p = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \frac{46,35 \text{ mm}}{41,55 \text{ s}}$$

$$V_p = 1,115 \text{ mm/s}$$

4.7. Mencari Kecepatan Singkron Motor

a) frekuensi 30Hz

$$n = \frac{120.f}{2}$$

$$n = \frac{120.30}{2}$$

$$n = 1800 \text{ rpm}$$

b) frekuensi 35Hz

$$n = \frac{120.f}{2}$$

$$n = \frac{120.35}{2}$$

$$n = 2100 \text{ rpm}$$

c) frekuensi 40Hz

$$n = \frac{120.f}{2}$$

$$n = \frac{120.35}{2}$$

$$n = 2400 \text{ rpm}$$

4.8. Menghitung Laju Aliran

1. Menghitung laju aliran dengan bahan plastik LDPE

a. Kecepatan aliran pada frekuensi 30 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{36,15 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00157 \text{ m}^3/s$$

b. Kecepatan aliran pada frekuensi 35 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{34,20 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0017 \text{ m}^3/s$$

c. Kecepatan aliran pada frekuensi 40 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{32,12 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00177 \text{ m}^3/s$$

2. Menghitung laju aliran dengan bahan plastik ABS

a. Kecepatan aliran pada frekuensi 30 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{14,10 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00404 \text{ m}^3/s$$

b. Kecepatan aliran pada frekuensi 35 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{13,32 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00427 \text{ m}^3/s$$

c. Kecepatan aliran pada frekuensi 40 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{12,22 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00466 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Menghitung laju aliran dengan bahan plastik Polipropilena

a. Kecepatan aliran pada frekuensi 30 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{41,44 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00137 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Kecepatan aliran pada frekuensi 35 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{39,36 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00144 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Kecepatan aliran pada frekuensi 40 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{35,23 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00161 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Menghitung laju aliran dengan bahan plastik PP daur ulang

a. Kecepatan aliran pada frekuensi 30 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{44,05 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0013 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Kecepatan aliran pada frekuensi 35 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{41,45 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00137 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Kecepatan aliran pada frekuensi 40 Hz

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,057006 \text{ m}^3}{39,19 \text{ s}}$$

$$Q = 0,00145 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.9. Menghitung Penyusutan Produk (Shrinkage)

Dari produk yang sudah dibuat kita dapat menentukan penyusutan produk tersebut:

1. Menghitung penyusutan produk (Shrinkage) dengan bahan plastik LDPE

a. Penyusutan produk pada frekuensi 30 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{70 - 67,5}{70} \times 100 \%$$

$$S = 3,6 \%$$

b. Penyusutan produk pada frekuensi 35 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{70 - 67,9}{70} \times 100 \%$$

$$S = 3 \%$$

c. Penyusutan produk pada frekuensi 40 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{70 - 68}{70} \times 100 \%$$

$$S = 2,85 \%$$

2. Menghitung penyusutan produk (Shrinkage) dengan bahan plastik ABS

a. Penyusutan produk pada frekuensi 30 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 30}{35} \times 100 \%$$

$$S = 14,2 \%$$

b. Penyusutan produk pada frekuensi 35 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 32,3}{35} \times 100 \%$$

$$S = 7,71 \%$$

c. Penyusutan produk pada frekuensi 40 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 33}{35} \times 100 \%$$

$$S = 5,71 \%$$

3. Menghitung penyusutan produk (Shrinkage) dengan bahan plastik

Polipropilena

a. Penyusutan produk pada frekuensi 30 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 31,7}{35} \times 100 \%$$

$$S = 9,4 \%$$

b. Penyusutan produk pada frekuensi 35 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 32,2}{35} \times 100 \%$$

$$S = 8 \%$$

c. Penyusutan produk pada frekuensi 40 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 33,6}{35} \times 100 \%$$

$$S = 4 \%$$

4. Menghitung penyusutan produk (Shrinkage) dengan bahan plastik PP daur ulang

a. Penyusutan produk pada frekuensi 30 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 29,8}{35} \times 100 \%$$

$$S = 14,8 \%$$

b. Penyusutan produk pada frekuensi 35 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

$$S = \frac{35 - 30,3}{35} \times 100 \%$$

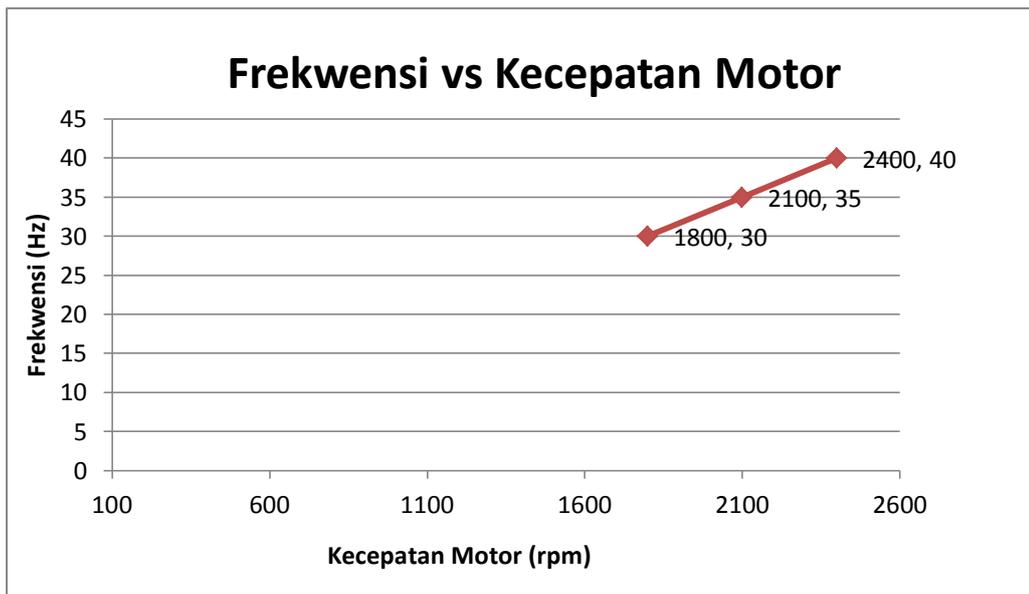
$$S = 13,4 \%$$

c. Penyusutan produk pada frekuensi 40 Hz

$$S = \frac{P_m - P_p}{P_m} \times 100 \%$$

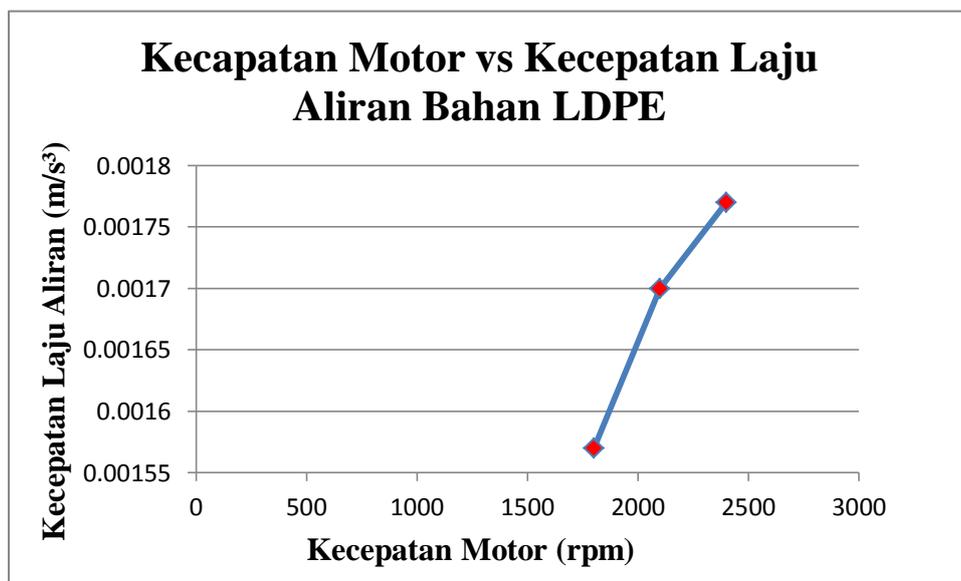
$$S = \frac{35 - 32,7}{35} \times 100 \%$$

$$S = 6,57 \%$$



Gambar 4.7. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan frekwensi

Pada gambar 4.7 grafik dapat disimpulkan bahwa, semakin besar frekwensi yang digunakan maka semakin besar pula kecepatan motor yang dihasilkan.



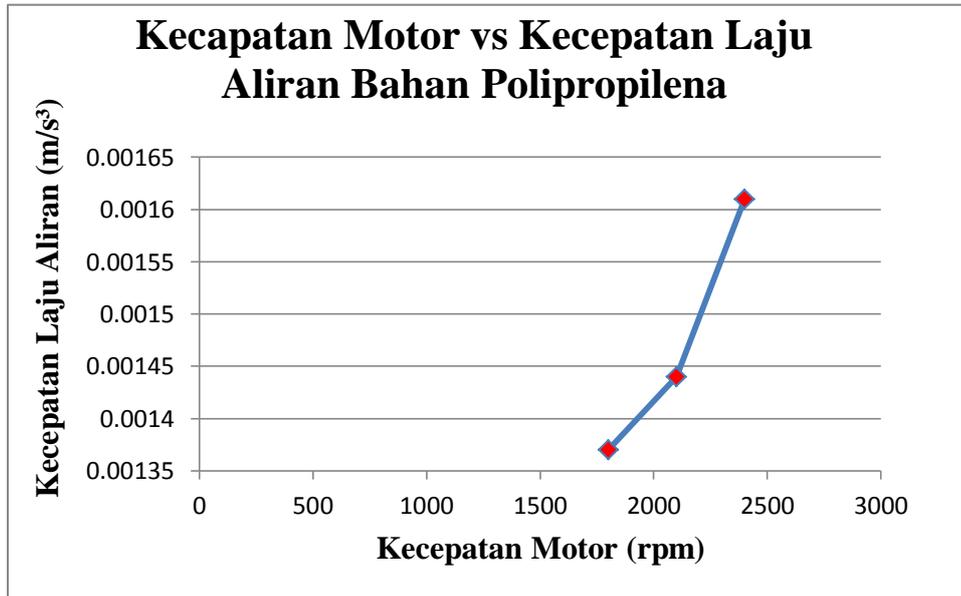
Gambar 4.8. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan LDPE

Berdasarkan pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa dengan menaikkan nilai kecepatan motor akan berpengaruh terhadap besarnya presentase kecepatan laju aliran yang terjadi. Pada kecepatan motor 1800 hasil dari presentase kecepatan laju aliran yaitu 0,00157 sedangkan dari 2100 presentasinya 0,0017 dan dari 2400 presentasinya 0,00177.



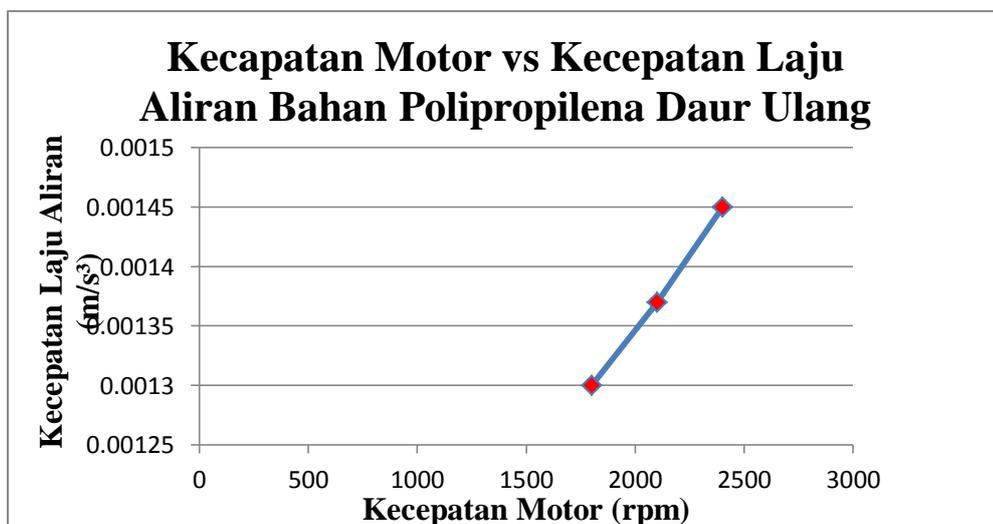
Gambar 4.9. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan ABS

Berdasarkan pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa dengan menaikkan nilai kecepatan motor akan berpengaruh terhadap besarnya presentase kecepatan laju aliran yang terjadi. Pada kecepatan motor 1800 hasil dari presentase kecepatan laju aliran yaitu 0,00404 sedangkan dari 2100 presentasinya 0,00427 dan dari 2400 presentasinya 0,00466.



Gambar 4.10. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan Polipropilena

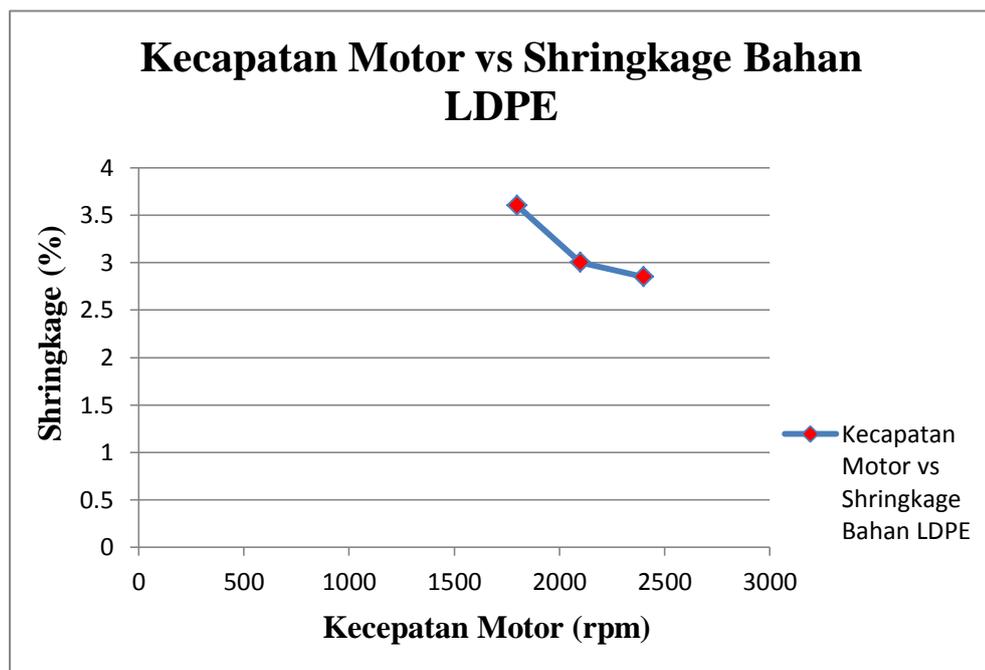
Berdasarkan pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa dengan menaikkan nilai kecepatan motor akan berpengaruh terhadap besarnya presentase kecepatan laju aliran yang terjadi. Pada kecepatan motor 1800 hasil dari presentase kecepatan laju aliran yaitu 0,00137 sedangkan dari 2100 presentasinya 0,00144 dan dari 2400 presentasinya 0,00161.



Gambar 4.11. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan kecepatan laju aliran bahan Polipropilena Daur Ulang

Berdasarkan pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa dengan menaikkan nilai kecepatan motor akan berpengaruh terhadap besarnya presentase kecepatan laju aliran yang terjadi. Pada kecepatan motor 1800 hasil dari presentase kecepatan laju aliran yaitu 0,0013 sedangkan dari 2100 presentasinya 0,00137 dan dari 2400 presentasinya 0,00145.

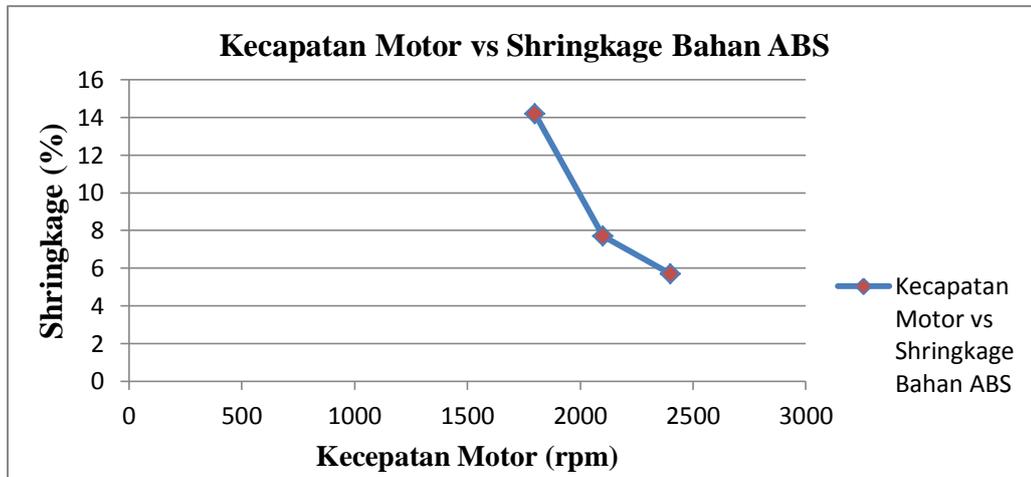
Dapat diambil kesimpulan dari percobaan grafik empat percobaan bahwa secara umum menaikkan kecepatan motor injeksi membuat presentase kecepatan laju aliran yang terjadi semakin besar.



Gambar 4.12. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan LDPE

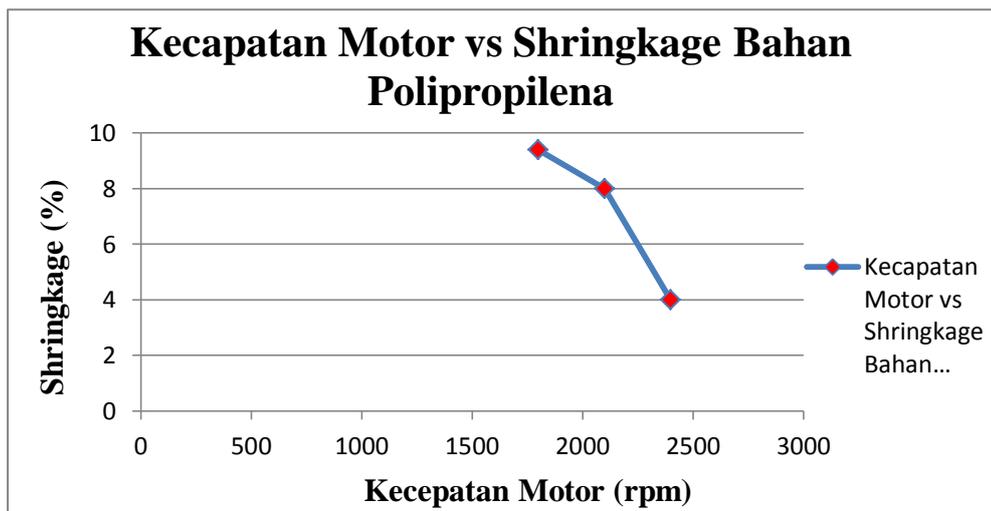
Berdasarkan pada Gambar 4.12 ditunjukkan bahwa dari tiga kali pengujian yang dilakukan dengan kecepatan motor yang berbeda-beda dan juga menghasilkan

shrinkage pada produk. Kecepatan 1800 prentetase *shrinkage* 3,6 % sedangkan pada 2100 prentetase *shrinkage* 3 % dan di 2400 prentetase *shrinkage* 2,85 %.



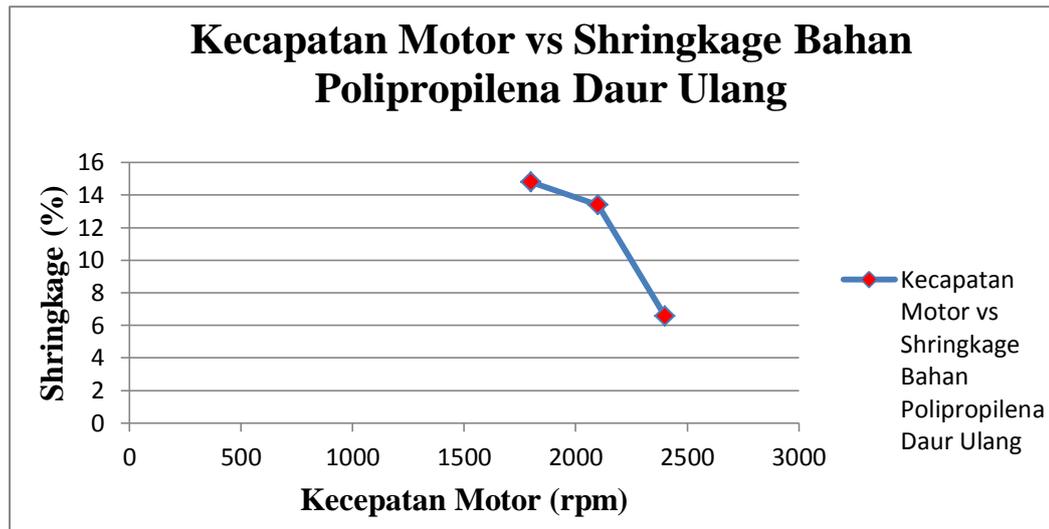
Gambar 4.13. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan ABS

Berdasarkan pada Gambar 4.13 ditunjukkan bahwa dari tiga kali pengujian yang dilakukan dengan kecepatan motor yang berbeda-beda dan juga menghasilkan *shrinkage* pada produk. Kecepatan 1800 prentetase *shrinkage* 14,2 & sedangkan pada 2100 prentetase *shrinkage* 7,71 % dan di 2400 prentetase *shrinkage* 5.71 %.



Gambar 4.14. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan Polipropilena

Berdasarkan pada Gambar 4.14 ditunjukkan bahwa dari tiga kali pengujian yang dilakukan dengan kecepatan motor yang berbeda-beda dan juga menghasilkan *shrinkage* pada produk. Kecepatan 1800 prentetase *shrinkage* 9,4 % sedangkan pada 2100 prentetase *shrinkage* 8 % dan di 2400 prentetase *shrinkage* 4 %.



Gambar 4.15. Grafik perbandingan kecepatan motor dengan shringkage bahan PP Daur Ulang

Berdasarkan pada Gambar 4.15 ditunjukkan bahwa dari tiga kali pengujian yang dilakukan dengan kecepatan motor yang berbeda-beda dan juga menghasilkan *shrinkage* pada produk. Kecepatan 1800 prentetase *shrinkage* 14,8 % sedangkan pada 2100 prentetase *shrinkage* 13,4 % dan di 2400 prentetase *shrinkage* 6,57 %.

Shringkage ini biasanya disebabkan kurangnya tekanan saat terjadinya proses injeksi pada bahan plastik yang meleleh ke cetakan, dapat disimpulkan semakin besar takanan yang terjadi maka akan berkurang terjadinya *shringkage*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian analisa kecepatan aliran pada *mould* aksesoris mobil dengan kecepatan yang bervariasi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cetakan terdiri dari tiga cavity berbeda dan cetakan dibuat untuk aksesoris mobil yaitu *door lock cover*, *door guard* dan *side air flow*.
2. System cetakan yang dirancang adalah Two Plate dengan satu bukaan dan *gate* yang digunakan sistem *full edge gate* yang berbentuk persegi panjang.
3. Hasil cetakan yang sempurna terjadi pada setingan bahan LDPE *backpressure* 35 Hz, 40 Hz dengan waktu injeksi 34,2 s, 32,12 s dengan kecepatan motor 2100 hingga 2400 diketahui kecepatan aliran 0,0017 m/s, 0,00177 m/s dan *shrinkage* 3% dan 2,85% dengan temperatur injeksi 300 °C.

5.2. Saran

Adapun beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis :

1. Unit clamping dapat diganti dengan sistem mekanik, agar tidak terjadi *backpressure* seperti ketika menggunakan pneumatik
2. Pada riset berikutnya penulis menyarankan mesin cetak injeksi ini dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

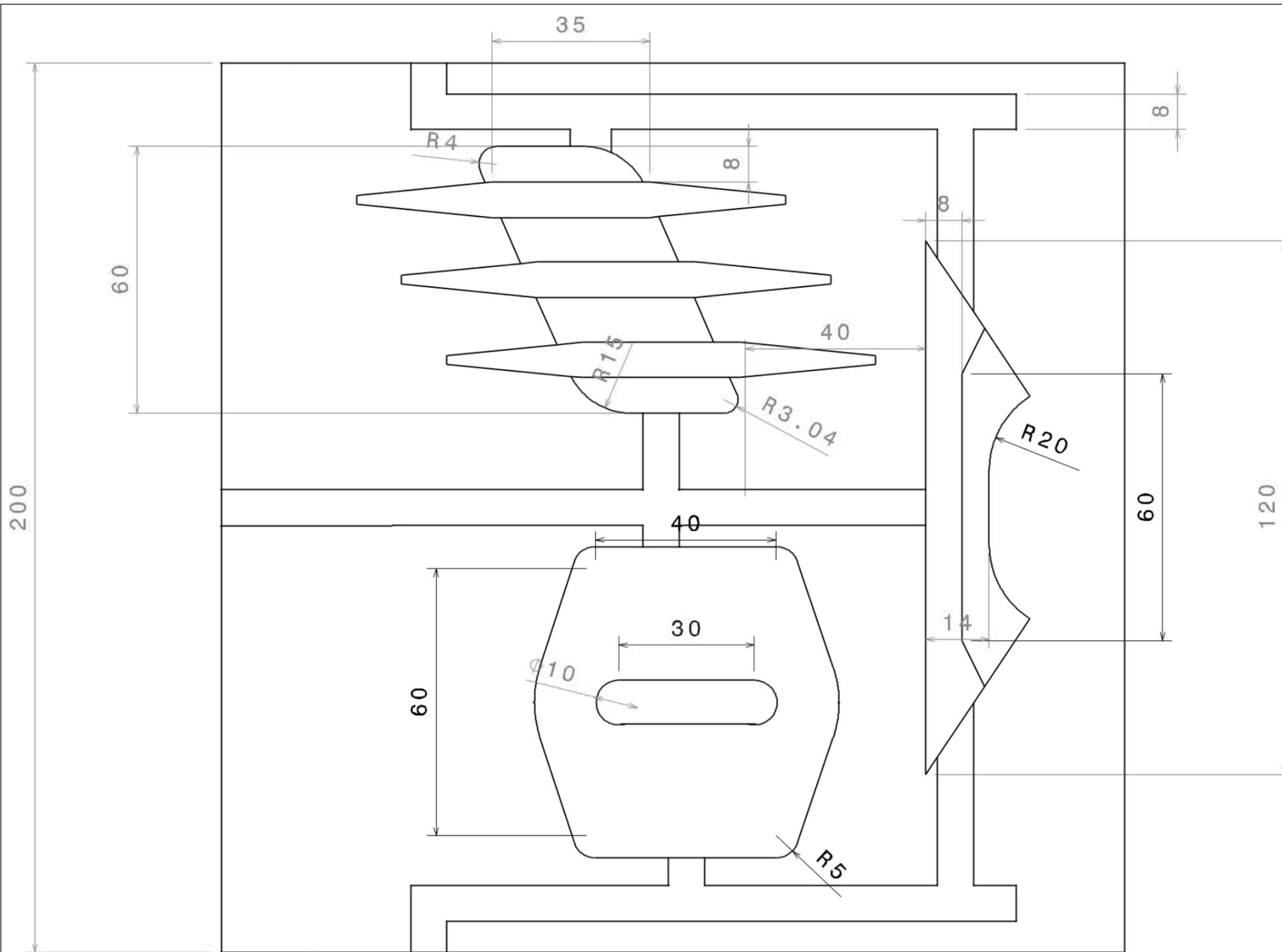
DAFTAR PUSTAKA

- Ambs, L., Frerker, M.M. (1998). Penggunaan variable speed drives untuk memperbaiki mesin injection molding hidrolis. Eng Energi 95,
- Anwar Kholidi Nst. (2016). Proses injeksi plastic. http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=injection_molding_of_polymers diakses tanggal 24 Agustus 2016.
- Arif Rahman, H. (2015). Pengaruh suhu, tekanan dan waktu pendingin terhadap cacat produk berbahan plastik.
- Budiarto. 2002. Dasar-dasar Perancangan Cetakan Injeksi Plastik. Politeknik Manufaktur Bandung
- Elduque, A., Elduque, D., Javierre, C., Fernandez, A., Santolaria, J. (2015). Analisa dampak lingkungan dari proses injection molding: analisis proses penentuan bagian polietilen densitas tinggi . J. bersih Melecut. 108, 80e89.
- Imam Mujiarto (2005). Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif. Traksi Vol. 3 No 2, Desember 2005
- Indra Mawardi. (2014). Pengembangan mesin injeksi plastik skala industri kecil.
- Kanungo, A., Swan, E. (2008). Semua mesin cetak injeksi listrik: Berapa banyak energi yang dapat Anda hemat. Dalam: Prosiding Konferensi Teknologi Energi Industri, New Orleans.
- Kelly, A., Brown, E., Coates, P. (2006). Pengaruh geometri sekrup pada profil teme meleleh dalam ekstrusi sekrup tunggal. Polym. Eng. Sci. 46, 1706e1714. Kelly, A., Woodhead, M., Coates, P., 2005. Perbandingan mesin injection molding.
- Koswara. (2006). Bahaya dibalik kemasan plastik. <http://ebookpangan.com> diakses tanggal 24 februari 2012.
- Nugroho Arif Predi (2013). Analisis produk spion PS135 dengan pengaturan parameter mold temperatur material plastik polipropine pada project injection molding (Studi Kasus PT.Sinar Agung Selelu Sukses Karanganyer Jawa Tengah)
- Thiriez, A., Gutowski, T. (2006). Analisis lingkungan injection molding. Dalam: Elektronika dan Lingkungan Hidup, 2006. Prosiding Simposium Internasional IEEE 2006 tentang, hal. 195e200
- Wahyudi, U. (2014). Studi pengaruh injection time dan backpressure terhadap cacat penyusutan pada produk kemasan toples dengan proses injection

molding menggunakan material polistyrene, Jakarta: Universitas Mercubuana.

Yun Jung Jon. (2002). *Manufacturing cost estimation for machined part based on manufacturing features. Journal of intelligent manufacturing, 13,277-238.*

LAMPIRAN



Front view
Scale: 1:1

Skala : 1:1	Digambar : Muhammad Dedi Lestari
Satuan : mm	NPM : 1307230234
Tanggal : 28-08-2018	Program Studi : Teknik Mesin
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	
CETAKAN AKSESORIS MOBIL	





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Nama | : Muhammad Dedi Lestari |
| 2. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 3. Tempat/Tanggal Lahir | : Sampali/ 26 November 1992 |
| 4. Kebangsaan | : Indonesia |
| 5. Status | : Belum Menikah |
| 6. Tinggi/Berat Badan | : 173 cm / 68 Kg |
| 7. Agama | : Islam |
| 8. Alamat | : Jl. Keadilan Lorong III Barat No.37 |
| 9. No.Hp | : 0895 6281 26631 |
| 10. Email | : dedi.lesstarii@gmail.com |

B. RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

1. 1998 – 2004 : SD Swasta PAB 10 Medan
2. 2004 – 2007 : SMP Swasta Pahlawan Nasional Medan
3. 2007 – 2010 : SMK Negeri 4 Medan
4. 2013 – 2018 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Stara 1