

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PROTOTYPE MESIN INJECTION MOLDING PLASTIK

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

TEDI PRABOWO

1707230016



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Tedi Prabowo
NPM : 1707230016
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Prototype Mesin Injection Molding Plastik
Bidang ilmu : Kontruksi & Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Desember 2021

Mengetahui dan menyetujui:



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Tedi Prabowo
Tempat /Tanggal Lahir : Sepadan Jaya, 06 Maret 1999
NPM : 1707230016
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ Pembuatan *Prototype Mesin Injection Molding Plastik* ”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan 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.



ABSTRAK

Sampah plastik merupakan sampah yang paling mencemari lingkungan, karena sifatnya yang sulit terurai menyebabkan lingkungan menjadi kotor serta juga kurangnya pemahaman masyarakat sekitar tentang dampak sampah plastik juga memperparah kerusakan terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan mesin yang mampu mengelola sampah plastik menjadi produk yang bernilai jual. Dan juga kemudahan dalam pembuatan maupun penggunaannya. Telah dirancang dan dibuat suatu mesin *prototype injection molding* plastik yang merupakan jenis mesin cetak dengan menurunkan sifat mekanik dari bahan baku plastik menggunakan pemanasan *band heater* dengan daya sebesar 120 watt dan suhu maksimal 250 derajat kemudian di masukan ke cetakan dengan bantuan *screw* yang putarannya menggunakan motor *stepper* Nema 23 torsi 3 Nm. Bahan yang digunakan terdiri dari pipa *stainless*, besi plat yang dibentuk dengan proses permesinan. Dan pada system kontrolnya menggunakan *Arduino Uno R3*, *Drive System*, *SSR*, *PID* dan *Power Suplay*. Dari hasil penelitian diperoleh suatu mesin *prototype injection molding* berukuran 1460 mm x 350 mm dengan kapasitas 9 spesimen kancing baju atau 36 kancing baju perjamnya pada bahan plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*).

Kata Kunci : *Prototype Mesin Injection Molding Plastik, Cetakan, System Kontrol.*

ABSTRAK

Plastic waste is the waste that pollutes the environment the most, because it is difficult to decompose causing the environment to become dirty and also the lack of understanding of the surrounding community about the impact of plastic waste also exacerbates the damage to the environment. The purpose of this research is to create a machine that is able to manage plastic waste into products that are worth selling. And also the ease of manufacture and use. A plastic injection molding prototype machine has been designed and made which is a type of printing machine by reducing the mechanical properties of plastic raw materials using a band heater heating with a power of 120 watts and a maximum temperature of 250 degrees then input into the mold with the help of a screw that rotates using a stepper motor. Nema 23 3 Nm of torque. The materials used consist of stainless pipes, iron plates which are formed by the machining process. And the control system uses Arduino Uno R3, Drive System, SSR, PID and Power Supply. From the research results obtained a prototype injection molding machine measuring 1460 mm x 350 mm with a capacity of 9 specimens of shirt buttons or 36 shirt buttons per hour on PET (Polyethylene Terephthalate) plastic material.

Keywords: Plastic Injection Molding Machine Prototype, Mold, Control System.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ Pembuatan *Prototype Mesin Injection Molding* Plastik ” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Suherman S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Orang tua penulis: Supriadi dan Masita, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Sahabat-sahabat penulis: Rahmad Arjun, M Syarifudin, Ahmad Zharfan, Habib Kurniawan, Mhd Rusdi Nursidik, Fadhlurohman, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 20 Desember 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a vertical line on the left, a horizontal line across the middle, and a series of loops and curves on the right side.

Tedi Prabowo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR DIAGRAM	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Definisi Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	4
2.1.1 Jenis-Jenis Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	4
1. Mesin <i>Injection Horizontal</i> Plastik	4
2. Mesin <i>Injection Vertical</i> Plastik	5
2.2. Bagian-Bagian Utama Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	6
2.2.1. Unit Pencekam Cetakan (<i>Mold Clamp Unit</i>)	6
2.2.2. Unit Injeksi (<i>Injection Unit</i>)	6
2.2.3. Motor Stepper	7
2.2.4. <i>Screw</i>	7
2.2.5. <i>Hopper</i>	7
2.2.6. <i>Nozzle</i>	8
2.2.7. <i>Drive System</i>	8
2.2.8. Sistem Kontrol (<i>Control System</i>)	9
2.3. Proses <i>Injection Molding</i>	10
2.4. Mekanisme Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	11
2.5. Jenis-Jenis Plastik	12
2.5.1 PET (Polyethylene Terephthalate)	12
2.5.2 HDPE (High Density Polyethylene)	13
2.5.3 PVC (Polyvinyl Chloride)	13
2.5.4 LDPE (Low Density Polyethylene)	13
2.5.5 PP (Polypropylene)	13
2.5.6 PS (Polystyrene)	14
2.6. <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	15

2.7.	Proses Permesinan	16
2.7.1.	Proses Pembubutan (<i>Turning</i>)	16
2.7.2.	Proses Penyayatan/ <i>Frais</i> (<i>Milling</i>)	17
2.7.3.	Proses Pengelasan (<i>Welding</i>)	17
2.7.4.	Proses Pemotongan (<i>Cutting</i>)	18
2.7.5.	Proses Gerinda (<i>Grinding</i>)	19
BAB 3	METODE PENELITIAN	20
3.1	Tempat dan Waktu	20
3.1.1	Tempat	20
3.1.2	Waktu	20
3.2	Alat dan Bahan	20
3.2.1	Alat	21
3.2.2	Bahan	25
3.3	Diagram Alir Pembuatan	36
3.4	Prosedur Pembuatan	37
3.4.1	Pembuatan <i>Injection Unit</i>	37
3.4.2	Pembuatan <i>Clamping Unit</i>	37
3.4.3	Pembuatan Meja <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	38
3.4.4	Perakitan	38
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Hasil dari pembuatan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	40
4.1.1	Pembuatan <i>Injection Unit</i>	40
4.1.2	<i>Auger Bit</i>	41
4.1.3	Pembuatan Rumah <i>Noozle</i>	42
4.1.4	Pembuatan <i>Noozle</i>	43
4.1.5	Pembuatan <i>Hopper</i>	44
4.1.6	Rumah <i>Bearing Aksial</i>	44
4.1.7	Poros <i>Aksial</i>	45
4.1.8	Pembuatan Dudukan <i>Injection Unit</i>	45
4.1.9	Pembuatan <i>Clamping Unit</i>	46
4.1.10	Pembuatan <i>Cavity</i>	51
4.1.11	Pembuatan Rumah Cetakan (<i>Cavity</i>)	53
4.2	Pembuatan Meja <i>Prototype</i> mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	55
4.2.1	Pendempulan	57
4.2.2	Pengecatan	57
4.3	Perakitan	59
4.4	Kelistrikan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	65
4.5	Hasil Perakitan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	67
4.6	Pengoperasian <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	67
4.7	Perawatan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	68
4.7.1	Perawatan <i>Bearing</i>	68
4.7.2	Perawatan <i>Noozle</i>	68
4.7.3	Perawatan <i>Cavity</i>	68
4.7.4	Perawatan <i>Tie Road</i>	68
4.7.5	Perawatan <i>Nut</i> Penggerak <i>Moving Platen</i>	69
4.8	Hasil Penelitian	69

4.8.1 Hasil Pembuatan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	69
4.8.2 Hasil Percobaan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Mesin <i>Injection Molding</i>	4
Gambar 2.2.	Mesin <i>injection molding horizontal</i>	5
Gambar 2.3.	Mesin <i>injection molding vertical</i>	5
Gambar 2.4.	Pencekam Cetakan	6
Gambar 2.5.	Unit injeksi (<i>Injection Unit</i>)	6
Gambar 2.6.	Motor <i>Stepper</i>	7
Gambar 2.7.	<i>Screw</i>	7
Gambar 2.8.	<i>Hopper</i>	8
Gambar 2.9.	<i>Nozzle</i>	8
Gambar 2.10.	<i>Drive system</i>	9
Gambar 2.11.	Sistem kontrol	10
Gambar 2.12.	Macam-Macam Kode Jenis Plastik	14
Gambar 2.13.	<i>Injection Molding</i>	15
Gambar 2.14.	Skema <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	16
Gambar 2.15.	Mesin Bubut	17
Gambar 2.16.	Mesin <i>Milling</i>	17
Gambar 2.17.	Proses <i>Welding</i>	18
Gambar 2.18.	Mesin Pemotong Besi	18
Gambar 2.19.	Gerinda Tangan	19
Gambar 3.1.	Mesin Bubut	21
Gambar 3.2.	Mesin Pemotong	21
Gambar 3.3.	Mesin CNC T.U 3A	22
Gambar 3.4.	Bor Tangan	22
Gambar 3.5.	Gerinda Tangan	22
Gambar 3.6.	Mesin Las	23
Gambar 3.7.	Ragum	23
Gambar 3.8.	Mesin <i>Milling</i>	24
Gambar 3.9.	Jangka Sorong	24
Gambar 3.10.	Sarung Tangan	24
Gambar 3.11.	Kacamata Las	25
Gambar 3.12.	<i>Arduino Uno R3 SMD CH340</i>	25
Gambar 3.13.	<i>Band Heater</i>	26
Gambar 3.14.	<i>Motor Stepper 2.2 Nm</i>	26
Gambar 3.15.	<i>Motor Stepper 3 Nm</i>	27
Gambar 3.16.	PID Rex C100	27
Gambar 3.17.	<i>Solid State Relay (SSR) 40 A</i>	28
Gambar 3.18.	<i>Driver Motor TB660</i>	28
Gambar 3.19.	<i>Power Suplay</i>	29
Gambar 3.20.	Pipa <i>Stainless</i>	29
Gambar 3.21.	<i>Auger Bit</i>	29
Gambar 3.22.	Kunci Shock 10	30
Gambar 3.23.	<i>Shaft Flexible</i>	30
Gambar 3.24.	Plat <i>Stainless</i>	30
Gambar 3.25.	Besi Poros	31

Gambar 3.26. Besi Plat	31
Gambar 3.27. As <i>Stainless</i>	31
Gambar 3.28. Plat Besi 50x50x30	32
Gambar 3.29. Plat Besi 5 mm	32
Gambar 3.30. Besi <i>Hollow</i>	32
Gambar 3.31. <i>Screw</i> dan <i>Nut</i>	33
Gambar 3.32. Roda	33
Gambar 3.33. Baut dan Mur	33
Gambar 3.34. Baut L <i>Satainless</i>	34
Gambar 3.35. <i>Bearing</i>	34
Gambar 3.36. <i>Aluminium Dural</i>	35
Gambar 3.37. Saklar	35
Gambar 4.1. Pemotongan Pipa <i>Stainless</i> Sepanjang 247mm	40
Gambar 4.2. Rancangan Lubang Pipa <i>Stainless</i>	40
Gambar 4.3. Pengeboran Lubang Pipa <i>Stainless</i>	41
Gambar 4.4. Pembuatan Ulir 1mm Pada Pipa <i>Stainless</i>	41
Gambar 4.5. <i>Auger Bit</i>	41
Gambar 4.6. Rancangan Rumah <i>Noozle</i>	42
Gambar 4.7. Rumah <i>Noozle</i>	42
Gambar 4.8. Rancangan <i>Noozle</i>	43
Gambar 4.9. <i>Noozle</i>	43
Gambar 4.10. <i>Hopper</i>	44
Gambar 4.11. Rumah <i>Bearing Aksial</i>	45
Gambar 4.12. Poros <i>Aksial</i>	45
Gambar 4.13. Dudukan <i>Injection Unit</i>	46
Gambar 4.14. Rancangan <i>Stationary Platen</i>	46
Gambar 4.15. <i>Stationary Platen</i>	47
Gambar 4.16. Rancangan Dudukan <i>Stationary Platen</i>	47
Gambar 4.17. Dudukan <i>Stationary Platen</i>	48
Gambar 4.18. Rancangan <i>Moving Platen</i>	48
Gambar 4.19. Rancangan Plat Penggerak	49
Gambar 4.20. <i>Moving Platen</i> dan Plat Penggerak	49
Gambar 4.21. Rancangan <i>Tie Road</i>	49
Gambar 4.22. <i>Tie Road</i>	50
Gambar 4.23. Plat Pendorong <i>Ejector Pin</i>	50
Gambar 4.24. Pembuatan Poros <i>Ejector Pin</i>	51
Gambar 4.25. Pengelasan <i>Ejector Pin</i>	51
Gambar 4.26. Rancangan <i>Cavity</i> Kancing Baju	52
Gambar 4.27. <i>Cavity</i> Bergerak Kancing Baju	52
Gambar 4.28. <i>Cavity</i> Diam Kancing Baju	52
Gambar 4.29. Plat 10mm Rumah <i>Cavity</i>	53
Gambar 4.30. <i>Cavity</i> dan Plat 10mm	53
Gambar 4.31. Pembuatan Stelan Cetakan	54
Gambar 4.32. Pengeboran <i>Moving Platen</i>	54
Gambar 4.33. <i>Cavity</i> Diam Pada <i>Stationary Platen</i>	55
Gambar 4.34. Pemasangan Rumah <i>Cavity</i> Pada <i>Moving Platen</i>	55
Gambar 4.35. Rancangan Meja	55
Gambar 4.36. Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	56

Gambar 4.37. Pemotongan Besi Plat 5 mm	56
Gambar 4.38. Pengelasan Meja	57
Gambar 4.39. Proses Pendempulan Meja	57
Gambar 4.40. Proses Pendempulan Komponen	57
Gambar 4.41. Proses Epoxy	58
Gambar 4.42. Proses Pengecatan	58
Gambar 4.43. Pemasangan Rumah <i>Noozle</i>	59
Gambar 4.44. Pemasangan <i>Noozle</i>	59
Gambar 4.45. Pemasangan <i>Hopper</i>	60
Gambar 4.46. Pemasangan <i>Heater</i> dan Dudukan <i>Injection Unit</i>	60
Gambar 4.47. Pemasangan Dudukan <i>Injection</i> dan Rumah <i>Bearing</i>	60
Gambar 4.48. Pemasangan <i>Bearing</i> dan <i>Auger Bit</i>	61
Gambar 4.49. Pemasangan Kunci <i>Shock</i> dan Poros <i>Aksial</i>	61
Gambar 4.50. Pemasangan <i>Shaft Flexible</i>	62
Gambar 4.51. Pemasangan Dudukan Motor ke Meja	62
Gambar 4.52. Hasil Pemasangan <i>Injection Unit</i>	62
Gambar 4.53. Perakitan <i>Stationary Platen</i> dan <i>Moving Platen</i>	63
Gambar 4.54. Pemasangan <i>Stationary Platen</i>	63
Gambar 4.55. Pemasangan <i>Screw</i> dan <i>Nut</i>	63
Gambar 4.56. Pemasangan <i>Clamping Unit</i> dan Motor Pada Meja	64
Gambar 4.57. Pemasangan Motor 2.	64
Gambar 4.58. Hasil Pemasangan <i>Clamping Unit</i>	64
Gambar 4.59. Pemasangan Box Panel	65
Gambar 4.60. Rangkaian Kelistrikan Motor <i>Stepper</i>	65
Gambar 4.61. Rangkaian Kelistrikan <i>Heater</i>	66
Gambar 4.62. Rangkaian Kelistrikan Dalam Box	66
Gambar 4.63. Tampilan Monitor PID	66
Gambar 4.64. Rancangan <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Molding</i> Plastik	67
Gambar 4.65. <i>Prototype</i> Mesin <i>Injection Unit</i> Plastik	67
Gambar 4.66. <i>Clamp</i> Penahan <i>Bearing</i>	69
Gambar 4.67. Pemanasan <i>Cavity</i>	70
Gambar 4.68. Memasukkan Biji Plastik ke <i>Hopper</i>	70
Gambar 4.69. Temperatur Panas <i>Heater</i>	71
Gambar 4.70. Masuknya lelehan Plastik ke <i>Cavity</i>	71
Gambar 4.71. Proses Pelepasan Hasil Cetakan	72
Gambar 4.72. <i>Ejector Pin</i> Melepaskan Hasil Cetakann	72
Gambar 4.73. Hasil Cetakan Kancing Baju	72
Gambar 4.74. Kancing Baju <i>Prototype</i> <i>Injection Molding</i>	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nomor kode, jenis plastik, dan penggunaannya	15
Tabel 3.1. Timeline Kegiatan	16
Tabel 3.2. Baut dan Mur yang Digunakan	34
Tabel 3.3. Jenis Bearing yang Digunakan	35

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1. Tahap <i>Injection Molding</i>	11
Diagram 3.1. Diagram Alir Pembuatan	36

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses, sampah sangat mendominasi di lingkungan hidup karena aktifitas masyarakat dan kemajuan zaman yang semakin pesat.

Tak terkecuali sampah plastik, sampah yang paling sering dibuang karena banyaknya manusia yang menggunakan plastik ini untuk keperluannya sehari-hari dimulai dari perorangan, toko, maupun perusahaan besar, misalnya saat sedang berbelanja pasti akan membutuhkan plastik untuk membawa barang belanjaan, jika plastik itu sudah tidak terpakai mereka akan membuang atau membakarnya, karena sifatnya yang sulit terurai menyebabkan sampah plastik dapat merusak lingkungan hidup dikarenakan terdapat racun-racun dari partikel plastik yang masuk ke dalam tanah akan berpotensi untuk membunuh hewan-hewan pengurai di dalam tanah.

Karena kurangnya pemahaman masyarakat sekitar tentang dampak sampah plastik terhadap lingkungan, penulis berfikir untuk membuat mesin yang bisa mengubah sampah plastik menjadi sebuah produk yang bernilai jual. Cara mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan plastik, ada banyak proses pembuatannya seperti ; *proses extrusi*, *proses blow molding*, *proses Thermoforming*, *proses injection molding*, disini perancang membuat *mesin injection molding* yang berfungsi untuk mengolah sampah plastik sebagai bahan yang berguna (Chobir & Usrah, 2016)

Anggono mengatakan bahwa plastik *injection* merupakan proses manufaktur untuk membuat produk dengan bahan dasar plastik atau dalam kesempatan ini polypropylene. Proses tersebut sering kali terjadi cacat produk seperti pengerutan, retak, dimensi tidak sesuai, kerusakan pada saat produk keluar *modal*, sehingga banyak material yang terbuang percuma (Anggono, 2015).

Injection molding banyak dipilih karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya: kapasitas produk yang tinggi, sisa penggunaan material (*useless material*) sedikit dan tenaga kerja minimal, sedangkan kekurangannya, biaya investasi dan perawatan alat yang tinggi, serta perancangannya produk harus

mempertimbangkan untuk pembuatan desain mesin *injection molding* nya (Park & Kwon, 1998)

Dari uraian diatas maka penulis melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “ *Pembuatan Prototype Mesin Injection Molding Plastik* ”

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah bagaimana sampah plastik tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal dengan membuat *prototype* mesin *injection molding* plastik.

1.3 Ruang lingkup

Pada pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik, penulis perlu membatasi masalah agar tidak meluas. Batasannya adalah :

1. Proses pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik.
2. Bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik.

1.4 Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas sarjana ini adalah untuk membuat *prototype* mesin *injection molding* plastik sebagai pemanfaatan sampah plastik menjadi suatu barang yang bernilai jual.

1.4.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari tugas sarjana ini adalah :

- a. Untuk menguraikan pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik.
- b. Untuk menentukan jenis bahan yang digunakan pada *prototype* mesin *injection molding* plastik.
- c. Untuk memformulasikan rangkaian system kontrol pada *prototype* mesin *injection molding* plastik.

1.5 Manfaat

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

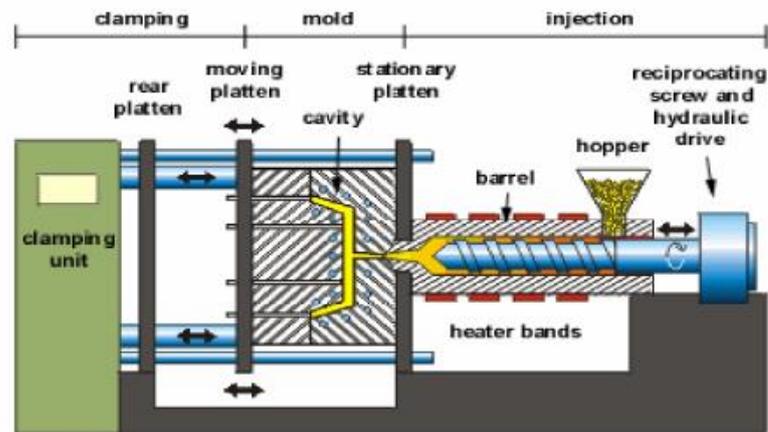
- a. Sebagai syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan dapat menerapkan keilmuannya yang didapat selama kuliah.
- b. Membuat tugas akhir *prototype* mesin *injection molding* agar perancang bisa mengetahui cara pembuatan dengan baik, sehingga menjadi pembelajaran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.
- c. Dapat mengurangi limbah plastik dan menjadikannya sesuatu yang bernilai jual.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Mesin *Injection Molding*

Injection Molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbagai thermoplastik. *Injection Molding* merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit. Proses ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mesin *Injection Molding* (Abdurokhman, 2012)

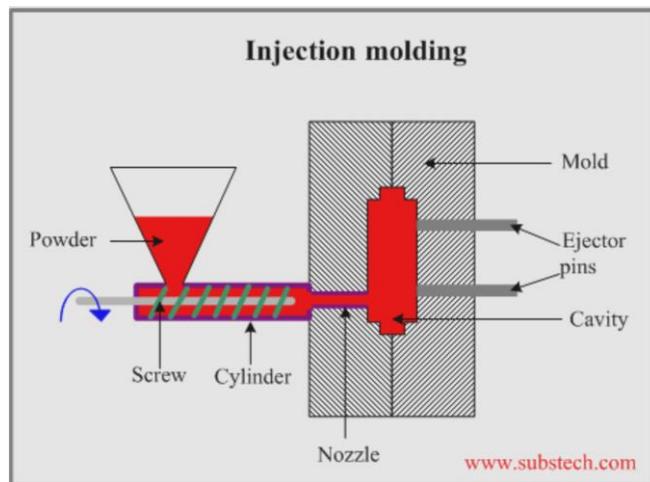
2.1.1 Jenis-Jenis Mesin *Injection Molding*

Terdapat beberapa mesin *injection molding* yaitu, mesin injeksi *horizontal* dan *vertical*.

1. Mesin *Injection Horizontal*

Pengerjaan mesin cetak *injection horizontal* ini 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*, dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mesin *Injection Molding Horizontal* (Widiastuti et al., 2019)

2. Mesin *Injection Vertical*

Pengerjaan pada mesin cetak *injection vertical* ini dengan cara menekan kebawah naik turun, yang dimana biasa menggunakan alat *hidrolik* dan *pneumatik*, motor *servo* untuk mengalirkan plastik dari *hopper* ke *nozzle*, ketika *hidrolik* dan *pneumatik* 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, dapat dilihat pada gambar 2.3.



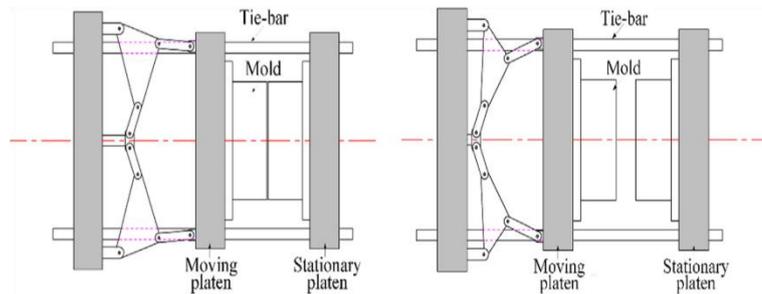
Gambar 2.3 Mesin *Injection Molding Vertical* (Siregar et al., 2017)

2.2 Bagian-Bagian Utama Mesin *Injection Molding*

Dalam mesin *injection molding* terdapat bagian-bagian yang utama yaitu:

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

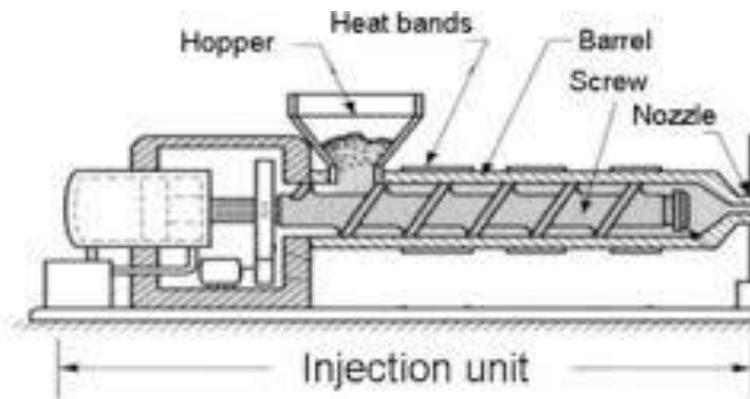
Unit pencekam cetakan berfungsi memegang dan mengatur gerakan dari *mold* unit, serta gerakan *ejector* saat melepas benda dari *molding* unit, pada *clamping unit* lah kita bisa mengatur berapa panjang gerakan *molding* saat di buka dan berapa panjang *ejector* harus bergerak, dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pencekam cetakan (Zhao et al., 2018)

2.2.2. Unit injeksi (*Injection Unit*)

Unit injeksi merupakan pengolahan polimer plastik, 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 hidrolis (*hydraulic pressure*), dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 unit injeksi / *Injection Unit* (Yao et al., 2008)

2.2.3. Motor Stepper

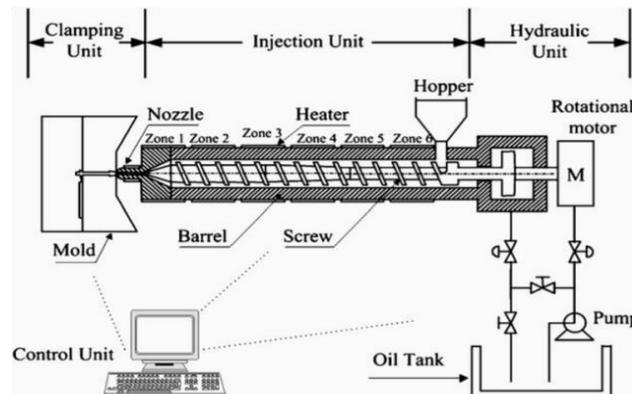
Motor *stepper* berfungsi menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw*, serta juga mengatur putaran yang diinginkan dengan menghubungkannya pada Arduino uno. Dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Motor Stepper

2.2.4. Screw

Srew merupakan bagian yang menghantarkan aliran bahan plastik dari *hopper* menuju ke *mold*, putaran *screw* menyebabkan bahan berkumpul di ujung *srew* sebelum bahan di injeksikan. Dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Screw (Yao et al., 2008)

2.2.5 Hopper

Hopper merupakan tempat untuk menempatkan material plastik, sebelum masuk ke *barrel*, biasanya untuk menjaga kelembapan material

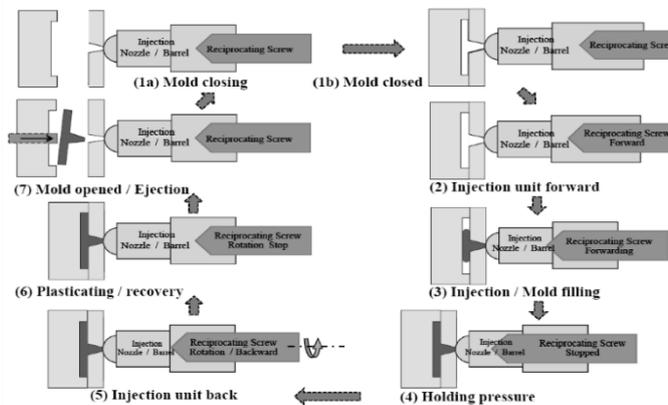
plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembaban, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus, dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Hopper* (Siswanto et al., 1999)

2.2.6. *Nozzle*

Nozzle adalah tempat keluarnya material plastik ke dalam (*mold*), ketika plastik sudah mencair maka selanjutnya *nozzle* menyempatkan cairan plastik tersebut ke *mold*, dapat dilihat pada gambar 2.9.

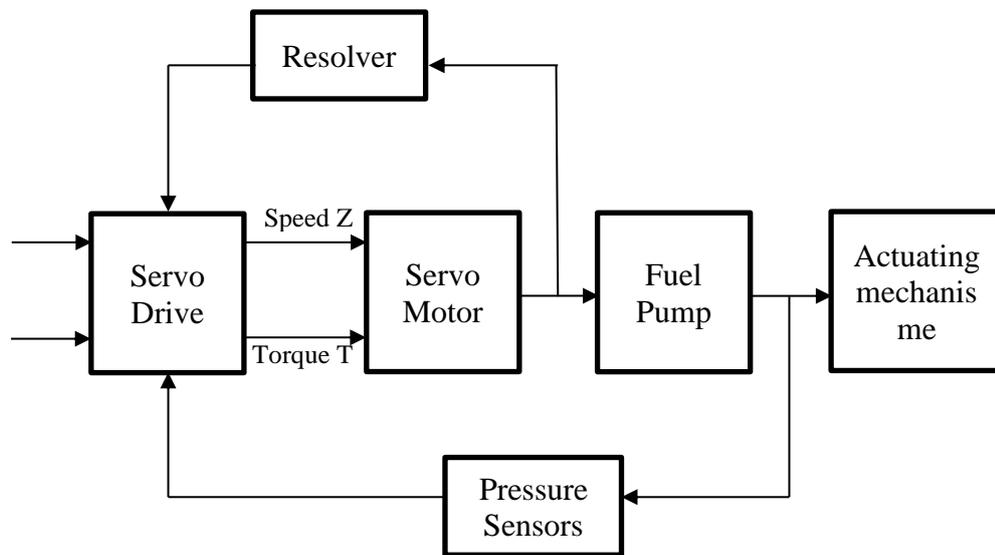


Gambar 2.9. *Nozzle* (Wu et al., 2017)

2.2.7. *Drive System*

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 ini

lebih bagus kinerjanya dibandingkan hidraulik, dapat dilihat pada Gambar 2.10.

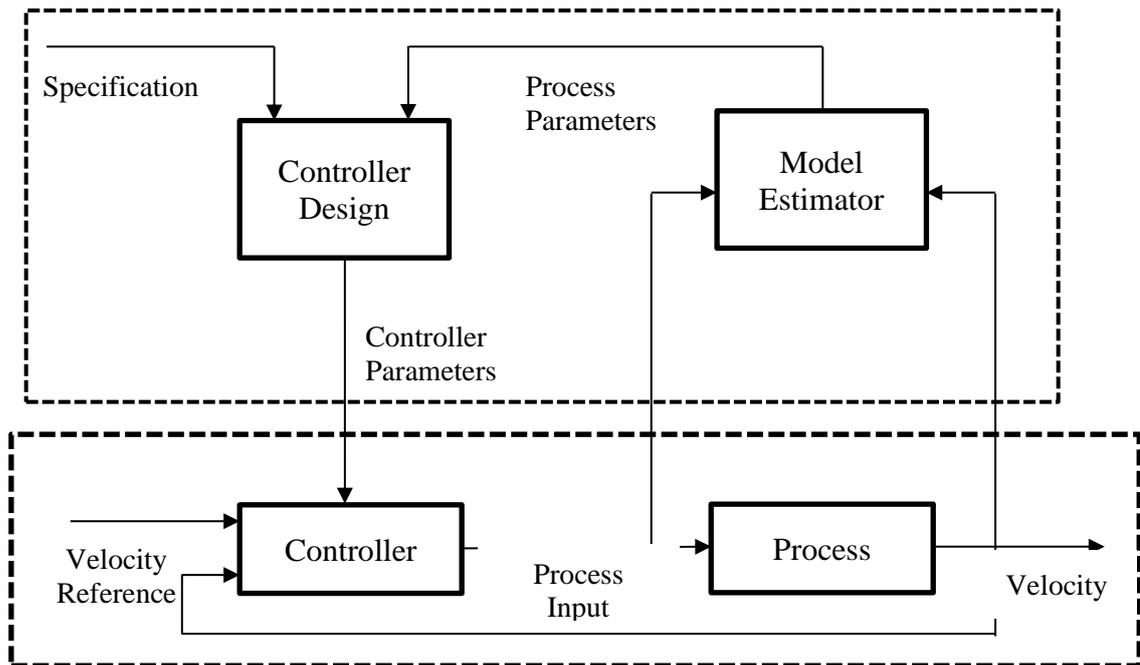


Gambar 2.10. Drive System (Mei & Wang, 2017)

2.2.8. Sistem Kontrol (Control System)

Control system merupakan 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 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, dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Sistem Kontrol (Mei & Wang, 2017)

2.3. Proses *Injection Molding*.

Proses *injection molding* merupakan suatu proses pembentukan benda kerja dari material compound berbentuk butiran yang ditempatkan kedalam suatu *hopper* atau torong dan masuk kedalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozzel* dan *sprue bushing* kedalam rongga (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan ejektor.

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 temperature rendah, sebaliknya yang memiliki formulasi lebih keras

butuh temperatur tinggi. Proses kerja *mold* injeksi berkisar antara 35 detik yang terdiri atas beberapa tahap, contohnya sebagai dapat dilihat pada diagram 2.1.

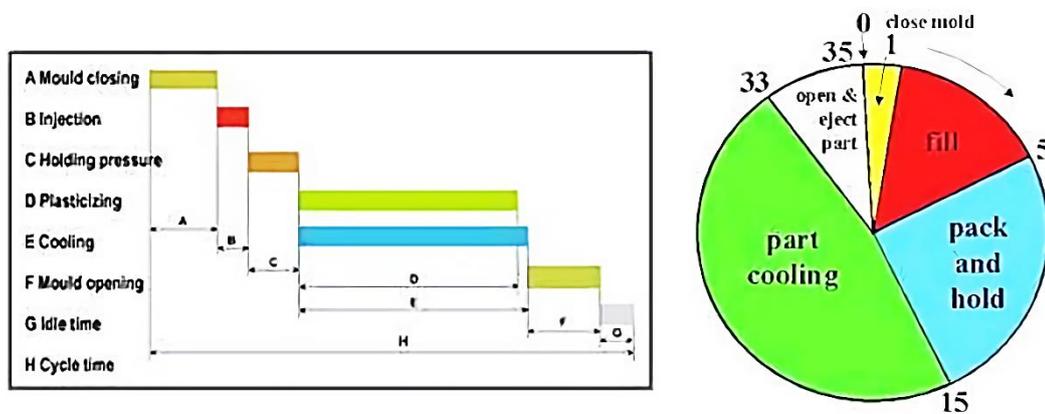


Diagram 2.1. Tahap *Injection Molding* (Nugroho et al., n.d.)

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.

2.4. Mekanisme Mesin *Injection Molding*

Mekanisme Mesin *Injection Molding* merupakan suatu sistem kerja mesin *injection molding* , yang di dalamnya terdapat tata cara kerja dari mesin *injection* tersebut. Adapun mekanisme mesin *injection molding* ialah :

- Material plastik yang telah dicampur dengan bahan *pellet* dan pewarna untuk bahan plastik kemudian dimasukkan kedalam *hopper* . Lalu material plastik akan memasuki rongga plastik pada ulir *screw* .
- Screw* berputar membawa butiran-butiran plastik jatuh dari *hopper* menuju *nozzle* yang kemudian disemprotkan ke *mold* . Biji plastik ini dilelehkan oleh *heater* yang memanaskan *barrel* .
- Langkah berikutnya adalah menutup *mold* , kemudian *screw* didorong maju oleh gerakan piston, mendorong lelehan plastik dari bilik *screw* (*screw*

chamber) melalui *nozzle* masuk kedalam rongga *mold* (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 *mold*. 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 *mold*. Produk dikeluarkan oleh *ejector* yang telah ada dalam *mold*. Jika *system ejector* semi otomatis, maka *ejector* mendorong produk tetapi tidak sampai keluar dari *mold* sehingga diperlukan tenaga operator untuk mengeluarkan produk.
- f. Setelah produk tersebut keluar/ dikeluarkan oleh *ejector*, maka siap untuk dilakukan penginjekan.

2.5. Jenis-Jenis Plastik

Salah satu jenis material plastik yang digunakan adalah *thermoplastic*, hal ini dikarenakan bahwa *thermoplastic* tidak mengalami perubahan susunan kimia sewaktu dicetak, dan tidak keras saat dipanaskan. Dari berbagai macam jenis *thermoplastic*, yang sering digunakan dalam perindustrian 4 adalah jenis PET (*polyethylene Terephthalate*). Menurut (Taguchi et al., 1970) jenis-jenis plastik dibagi menjadi tujuh macam, yaitu :

2.5.1 PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Polyethylene terephthalate yang sering disebut PET dibuat dari *glikol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *dimethyl ester* atau asam terephthalat (DMT). Sifat-sifat PET : PET merupakan keluarga *polyester* seperti halnya PC. Polymer PET dapat diberi penguat fiber glass, atau filler mineral. PET film bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah.

PET engineer resin mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (*strength*) nya tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya

serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PET dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 518- 608 °F, selain itu juga dapat diproses dengan tehnik cetak injeksi maupun cetak tiup. Sebelum dicetak sebaiknya resin PET dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Penggunaan PET sangat luas antara lain : botol-botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan.

2.5.2 HDPE (*High Density Polyethylene*)

Penggunaan HDPE tergantung dari produk yang dihasilkan. Salah satunya adalah botol susu yang terbuat dari HDPE dengan titik leleh yang rendah. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampo, kondisioner, pipa, ember, dan lain-lain.

2.5.3 PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC digunakan untuk pembungkus makanan, peralatan elektronik dan pembungkus kabel serta pipa. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasanya daur ulang bahan ini hanya dapat digunakan untuk pipa, pot bunga, mainan anak-anak, dan kontruksi bangunan.

2.5.4 LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu,mustard), trash bag, pertanian, dan konstruksi bangunan. LDPE dapat didaur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat.

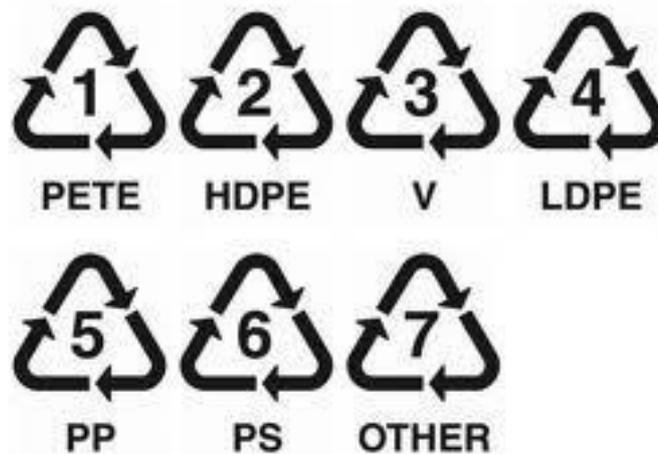
2.5.5 PP (*Polypropylene*)

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai *specific gravity* rendah dibandingkan dengan jenis plastic lain. *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 200 oC), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135 C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (

hemical Resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah.

2.5.6 PS (*Polystyrene*)

Polistyrene adalah hasil polimerisasi dari monomer-monomer stirena, dimana monomer stirena- nya didapat dari hasil proses dehidroge nisasi dari *etil benzene* (dengan bantuan katalis), sedangkan *etil benzene*-nya sendiri merupakan hasil reaksi antara etilena dengan benzene (dengan bantuan katalis). Dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Macam-Macam Kode Jenis Plastik (Kurniawan A, 2012)

Tabel 2.1 Nomor kode, jenis plastic, dan penggunaannya (Kurniawan A, 2012)

No.Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (<i>Polyethylene terephthalate</i>)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (<i>High-density Polyethylene</i>)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.

4	LDPE (<i>Low-density Polyethylene</i>)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (<i>Polypropylene</i> atau <i>Polypropene</i>)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (<i>Polystyrene</i>)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

2.6. *Prototype Mesin Injection Molding Plastik*

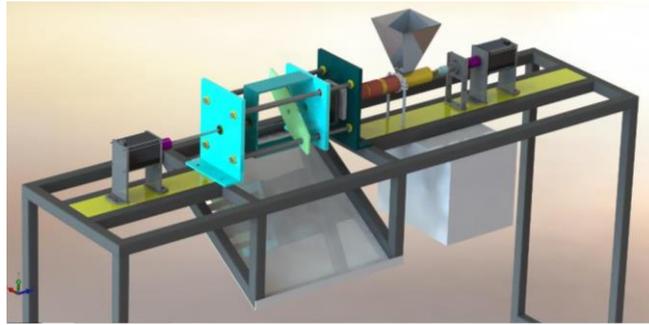
Prototype mesin injection molding plastik merupakan mesin yang berfungsi sebagai pencetak material dari bahan *thermoplastic*, dengan tujuan memproduksi atau menghasilkan komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit.

Prinsip dasar kerja mesin *injection molding* dengan *prototype mesin injection molding* plastik tidak jauh berbeda, yaitu bahan *thermoplastic* yang dilelehkan kemudian dialirkan menuju cetakan dan menghasilkan sebuah produk yang bernilai jual, hanya saja dalam komponen *prototype mesin injection molding* plastik dibuat sederhana dan seminimalis mungkin dengan tujuan untuk mempermudah dalam penggunaan serta pengoperasiannya dalam skala rumah tangga.

Komponen utama dalam pengoperasian *prototype mesin injection molding* plastik yaitu penggunaan Arduino uno R3 dan motor *stepper* yang dialiri aliran listrik, karena Arduino dapat mengatur putaran motor *stepper*, selain itu motor *stepper* juga digunakan karena murah dan efektif. Dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. *Injection Molding* (Siswanto et al., 1999)



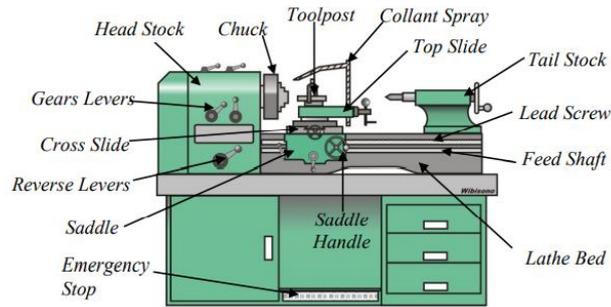
Gambar 2.14. Skema *Prototype* Mesin *Injection Molding* Plastik

2.7. Proses Permesinan

Proses permesinan merupakan proses yang dilakukan untuk menghasilkan suatu produk atau mesin. Sekitar 70% sampai 90% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses permesinan. Salah satu metoda pendukung untuk membuat *prototype* mesin *injection molding* plastik adalah proses permesinan, adapun proses permesinan yang digunakan adalah proses pembubutan (*Turning*), proses penyayatan/frais (*Milling*), proses pengelasan (*Welding*), proses pemotongan (*Cutting*), proses gerinda (*Grinding*),

2.7.1. Proses Pembubutan (*Turning*)

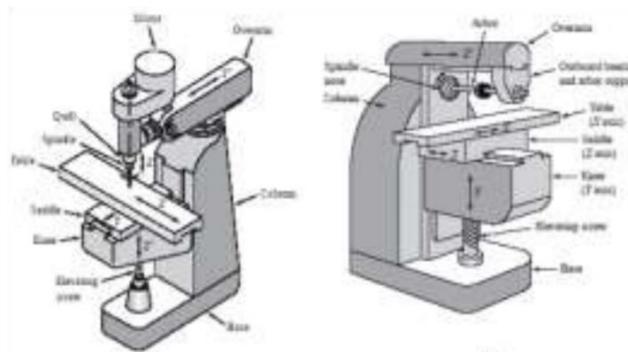
Proses bubut merupakan proses permesinan yang menghasilkan bagian - bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Proses bubut dilakukan dengan benda kerja yang dipegang oleh pencekam kemudian dipasang pada ujung poros utama (*spindle*) dengan mengatur lengan pengatur yang terdapat pada kepala diam. Harga poros utama umumnya dibuat bertingkat dengan aturan yang telah distandarkan misalnya 630, 710, 800, 900, 1000, 1250, 1400, 1600, 1800, dan 2000 rpm. Dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Mesin Bubut (Irfan, 2012)

2.7.2. Proses Penyayatan / *Frais* (*Milling*)

Proses permesinan *frais* (*milling*) merupakan proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini bisa menghasilkan proses permesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Dapat dilihat pada gambar 2.16.



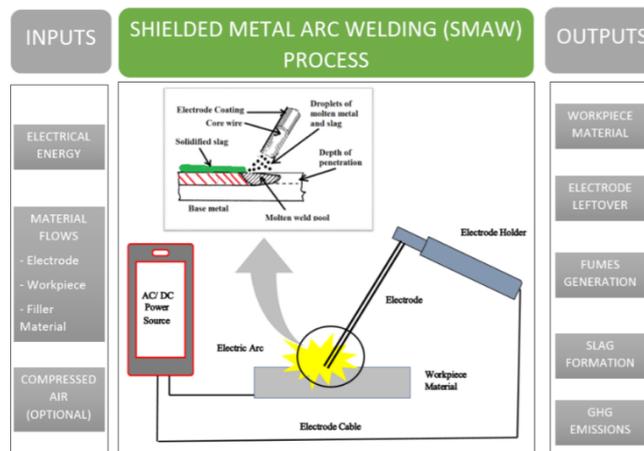
Gambar 2.16. Mesin *Milling* (Awalliyah et al., 2018)

2.7.3. Proses Pengelasan (*Welding*)

Proses pengelasan (*welding*) merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan tekanan. Selain itu pengelasan didefinisikan oleh DIN (*Deutsche Industrie Normen*) ialah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Mengelas adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau

gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh.

Las SMAW yang berasal dari kata *Shield Metal Arc Welding* adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan *elektroda* (kawat las), panas tersebut ditimbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung *elektroda* dan permukaan plat yang dilas), Panas yang timbul dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000° sampai 4500° Celcius. Dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Proses *Welding* (Alkahla & Pervaiz, 2017)

2.7.4. Proses Pemotongan (*Cutting*)

Proses memotong merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk juga membuang pada bagian-bagian yang tidak terpakai. Dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Mesin Pemotong Besi. (sumber : news.indotrading.com)

2.7.5. Proses Gerinda (*Grinding*)

Proses gerinda dilakukan untuk memotong atau menghaluskan permukaan bahan sisa pengerjaan, dengan tujuan merapikan sisa pengerjaan. Prinsip kerja proses gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, dan pengasahan. dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar. 2.19. Gerinda Tangan (sumber : www.klopmart.com)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan pembuatan prototype mesin injection molding dilakukan di Laboratorium proses produksi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

3.1.2 Waktu

Proses pembuatan alat dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 3 Mei 2021 hingga selesai.

Tabel 3.1 Timeline Kegiatan.

No	Kegiatan Penelitian	Tahun 2021 - 2022														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		
1	Pengajuan Judull	■														
2	Studi Literatur		■													
3	Penyusunan Proposal			■												
4	Seminar Proposal				■											
3	Pembuatan Alat					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Pengujian												■	■	■	■
6	Seminar Hasil															■
7	Sidang Tugas Akhir															■

3.2 Alat dan Bahan.

Dalam proses pembuatan *prototype* mesin *injection molding* memerlukan penggunaan alat dan bahan untuk membantu proses pengerjaan alat tersebut, adapun alat dan bahan tersebut ialah :

3.2.1. Alat

1. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk memotong benda dengan cara diputar serta membentuk derajat pada bahan. Dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Mesin Bubut

2. Mesin Pemotong

Mesin pemotong digunakan untuk memotong benda kerja, salah satunya pada pipa *stainless*. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Pemotong

3. Mesin CNC T.U 3A

Mesin CNC digunakan untuk proses pengerjaan benda kerja yang rumit, dan dapat dengan mudah dilakukan oleh mesin CNC tersebut, salah satunya dalam pengerjaan *cavity* yang memerlukan ketelitian tinggi. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin CNC T.U 3A

4. Bor Tangan

Bor tangan digunakan untuk melubangi benda kerja yang akan disatukan. Dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Bor Tangan

5. Gerinda Tangan

Gerinda tangan digunakan untuk menghaluskan permukaan pengelasan, dan juga untuk memotong bagian plat meja *prototype* mesin *injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Gerinda Tangan

6. Mesin Las

Mesin las KW14-722 digunakan untuk menyatukan tiap-tiap benda kerja, terutama pada saat pengerjaan meja *prototype* mesin *injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mesin las

7. Ragum

Ragum digunakan sebagai media penjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, digergaji, di tap, di *sney*, dan lainnya. Dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Ragum

8. Mesin Milling

Mesin *milling* digunakan untuk membuat lubang *hopper* dengan presisi dan melakukan perataan pada benda kerja. Dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin *Milling*

9. Jangka Sorong

Jangka sorong dipergunakan untuk mengukur benda kerja. Dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Jangka sorong

10. Sarung Tangan.

Sarung tangan berfungsi melindungi kulit tangan dari benda yang panas dan tajam. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Sarung Tangan

11. Kacamata las.

Kacamata las berfungsi melindungi mata dari paparan cahaya las. Dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Kacamata Las

3.2.2. Bahan

1. *Arduino Uno R3*

Arduino Uno R3 SMD CH340 digunakan untuk pengaturan sistem kontrol pada motor *stepper*. Dapat dilihat pada gambar 3.12.

- Microcontroller : ATmega328 SMD
- Operating Voltage : 5V
- Analog Input Pins : 6



Gambar 3.12. *Arduino Uno R3 SMD CH340*

2. *Band Heater*

Band Heater digunakan untuk memanaskan pipa *stainless* dengan tujuan mencairkan biji plastik didalam pipa disaat plastik dialirkan oleh

screw pada *prototype* mesin *injection molding* plastik, dapat dilihat pada gambar 3.13.

- Material : Stainless steel - Rated power : 120W
- Color : Silver - Outlet : Edge outlet
- Operating voltage : AC 220V
- Suitable : *injection molding machine*



Gambar 3.13. *Band Heater*

3. *Motor Stepper*

Motor Stepper nema 23 torsi 2.2 Nm suatu alat penggerak yang digunakan untuk memutar *screw* dan *mold* pada *prototype* mesin *injection molding* plastik, dapat dilihat pada gambar 3.14.

- Tipe : 23HS8328
- Derajat gerak : 1.8 derajat (200 step/rotasi)
- Torsi : 220 Ncm atau sekitar 22Kg/cm
- Diameter shaft : 6.35/8mm
- Arus rated : 2.8A



Gambar 3.14. *Motor Stepper 2.2 Nm*

4. *Motor Stepper*

Motor Stepper nema 23 torsi 3 Nm suatu alat penggerak yang digunakan untuk memutar *screw* dan *mold* pada *prototype* mesin *injection molding* plastik, dapat dilihat pada gambar 3.15.

- Tipe : 23HS45-4204S
- Arus rated : 4.2 A
- Diameter shaft : 57 x 57 x 113 mm
- Torsi : 3.0Nm (425oz.in)
- Derajat gerak : 1.8 derajat (200 step/rotasi)



Gambar 3.15. *Motor Stepper* 3 Nm

5. PID Rex C100

PID Rex C100 berfungsi sebagai pengatur temperatur panas yang dihasilkan oleh *heater*. Dapat dilihat pada gambar 3.16.

- Measuring accuracy: 0.5%FS
- power supply: AC100 to 240V
- Relay output: contact capacity 250V AC 3A (resistive load)
- Contact capacity of output: 250V AC 3A (resistive load)
- Heat-reset proportional cycle: 1 ~ 100 sec
- Detective temperature range 0 to 400C
- Power Consumption: 10 VA



Gambar 3.16. PID Rex C100

6. *Solid State Relay (SSR) 40 A*

Solid State Relay (SSR) 40 A berfungsi penghubung dan pemutus arus pada *heater* yang berasal dari *power supply* atas perintah *PID* setelah mencapai suhu yang diinginkan, dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. *Solid State Relay (SSR) 40 A*

Spesifikasi :

<i>Output Current</i>	: 40A
<i>Input Voltage</i>	: DC 3-32V
<i>Output Voltage</i>	: 24-380VAC

7. *Driver Motor TB6600*

Driver Motor TB6600 berfungsi sebagai pengendali kerja motor *stepper*, dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. *Driver Motor TB6600*

8. *Power Suplay*

Power Suplay 20V 10A berfungsi sebagai sumber arus yang kemudian disalurkan ke komponen kelistrikan *prototype* mesin *injection molding* plastik. dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. *Power Suplay*

9. *Pipa stainless*

Pipa stainless digunakan sebagai salah satu proses dari biji plastik menjadi produk, yang dimana di dalamnya terdapat *screw*, *heater*, *hopper* dan lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. *Pipa Stainless.*

10. *Auger Bit*

Auger bit berfungsi sebagai *screw* yang mengalir biji plastik dari *hopper* menuju *noozle*. Dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21. *Auger Bit*

11. Kunci *Shock* 10

Kunci *shock* 10 berfungsi sebagai penghubung antara *screw* dan poros aksial. Dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Kunci shock 10

12. *Shaft Flexible*.

Shaft flexible berfungsi sebagai penghubung antara motor *stepper* dan poros aksial, *shaft flexible* digunakan karena mampu meneruskan putaran dengan baik dan meredam getaran putaran. Dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. *Shaft flexible*

13. Plat *Stainless*

Plat *stainless* digunakan untuk pembuatan *hopper* karena mudah dibentuk. Dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24. Plat *stainless*.

14. Besi Poros

Besi poros digunakan untuk pembuatan poros aksial, karena besi poros yang bundar memudahkan proses pembuatannya. Dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Besi poros.

15. Besi Plat

Besi plat dengan ukuran 180 x 150 x 10 mm digunakan untuk pembuatan *stationary platen* dan *moving platen*. Dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26. Besi plat.

16. As Stainless

As *stainless* digunakan sebagai *tie rod* pada *molding*. Dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27. As *stainless*

17. Plat Besi

Plat besi dengan ukuran 50x50x30 cm digunakan untuk pembuatan rumah *bearing* aksial, dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28. Plat Besi 50x50x30 cm

18. Plat Besi

Besi plat 5 mm digunakan untuk pembuatan meja *prototype* mesin *injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29. Plat besi 5 mm

19. Besi *Hollow*

Besi *hollow* 2x2 digunakan untuk pembuatan meja *prototype* mesin *injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 3.30.



Gambar 3.30. Besi *hollow*

20. *Screw dan Nut*

Screw dan *nut* digunakan sebagai penggerak *moving platen* pada *molding*. Dapat dilihat pada gambar 3.31.



Gambar 3.31. *Screw dan Nut*

21. *Roda*

Roda digunakan agar mempermudah pemindahan *prototype* mesin *injection molding* plastik dari suatu tempat ke tempat yang lain. Dapat dilihat pada gambar 3.32.



Gambar 3.32. *Roda*

22. *Baut dan mur.*

Baut dan mur digunakan untuk mengikat atau mengunci komponen *injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 3.33, gambar 3.34 dan tabel 3.2.



Gambar 3.33. *Baut dan Mur*



Gambar 3.34. Baut L *stainless*.

Tabel 3.2 baut dan mur yang digunakan.

No	Jenis baut dan mur	Ukuran baut	Jumlah	keterangan
1	FLANGE NUT	M12	8	Pada kedua stationary platen.
2	HEX NUT	M12	8	Pada ulir tie road
3	HEXAGONAL	M6	20	Pada penghubung antara komponen dan meja.
4	PAN HEAD	M2	8	Pada Nut
5	L Stainless Steel	M6	8	Pada Moving Platen
6	L Stainless Steel	M4	8	Pada Cavity

23. Jenis *Bearing* .

Bearing digunakan untuk mengurangi gesekan pada komponen yang berputar. Dapat dilihat pada gambar 3.35 dan tabel 3.3



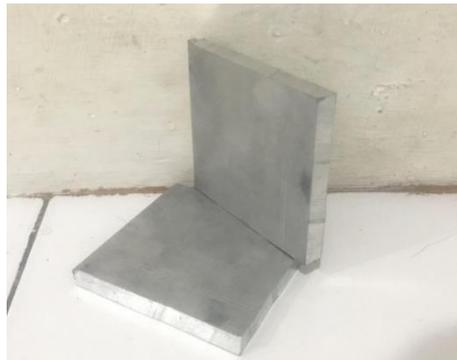
Gambar 3.35. *Bearing*.

Tabel 3.3 Jenis bearing yang digunakan.

No	Jenis Bearing	Ukuran	Jumlah	Keterangan
1	638 ZZ	Ø28	2	Pada screw
2	ROLLER 638	Ø28	1	Pada screw
3	AXIAL BALL 638	Ø28	1	Pada rumah aksial

24. Aluminium Dural

Aluminium dural digunakan untuk pembuatan cetakan pada *prototype* mesin *injection molding* plastik. Selain anti korosi, bahan ini dipilih karena lunak dalam proses pembentukannya dan juga tidak melekat pada plastik, yang pastinya juga bahan ini kuat. Dapat dilihat pada gambar 3.36.



Gambar 3.36. *Aluminium Dural*

25. Saklar

Saklar digunakan untuk mengatur *ON/OFF* pada motor *stepper*. Dapat dilihat pada gambar 3.37.



Gambar 3.37. Saklar

3.3. Diagram Alir Pembuatan

Dalam pembuatan *prototype* mesin *injection moulding* plastik sebagai pemanfaatan limbah plastik, dimulai dari beberapa tahapan, dapat dilihat pada diagram 3.1.

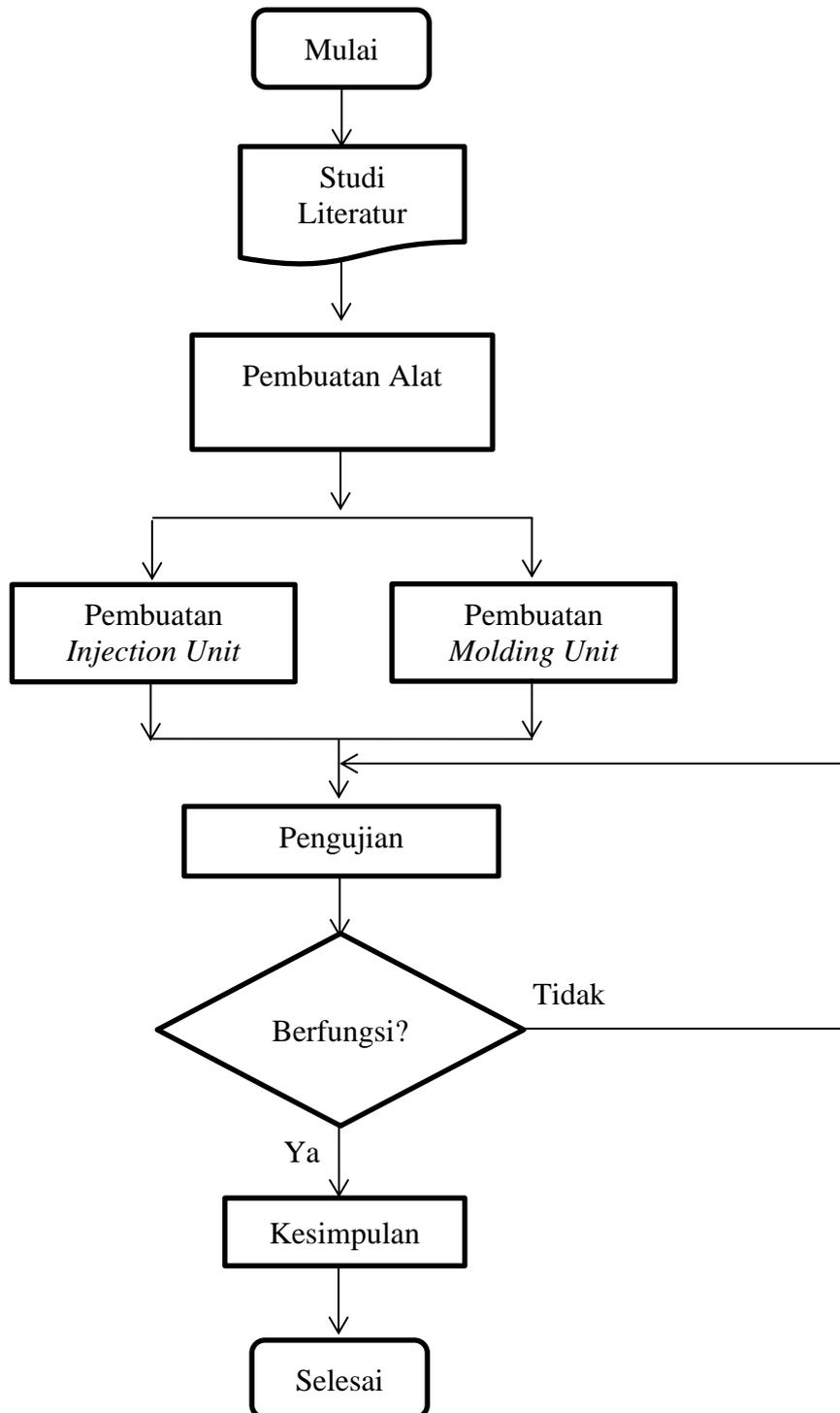


Diagram 3.1. Diagram Alir Pembuatan.

3.4. Prosedur Pembuatan.

Prosedur pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik dilakukan untuk menentukan hasil produk atau mesin yang efektif. Dalam pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik perlu prosedur pembuatan sehingga dapat mempercepat proses pengerjaan serta meningkatkan efisiensi waktu dalam pengerjaan. Prosedur pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik disini meliputi ;

3.4.1. Pembuatan *Injection Unit*.

1. Melakukan pemotongan pipa *stainless* sepanjang 247mm dengan mesin potong.
2. Kemudian pipa tersebut di lubangi dengan ukuran lebar 14mm dan Panjang 24,71 untuk masuknya biji plastik ke pipa *stainless*.
3. Membuat ulir 1 mm sepanjang 10mm pada bagian dalam pipa *stainless*.
4. Melakukan pembuatan rumah *noozle* dengan proses pembubutan bahan *stainless* padu.
5. Juga melakukan pembubutan dengan bahan kuningan untuk pembuatan *noozle*.
6. Memotong plat *stainless* sebanyak 4 plat untuk pembuatan *hopper*.
7. Pembuatan rumah *bearing* aksial dilakukan dengan membentuk lubang dengan ukuran $\varnothing 20$ pada bahan besi 50x50 mm.
8. Sebuah besi poros berdiameter 32 mm dan Panjang 87,3 mm dibentuk sebuah poros aksial dengan mesin bubut.
9. Pembuatan dudukan *injection unit* dengan bahan plat besi 5 mm.

3.4.2. Pembuatan *Clamping Unit*.

1. Sebuah plat besi dengan tebal 10 mm dipotong dengan ukuran tinggi 180 mm dan lebar 150 mm sebanyak 2 buah, dan menjadi *stationary platen*.
2. Kemudian plat tersebut dilubangi pada bagian sudut dengan ukuran 15,50 mm.

3. Lalu dilakukan juga pemotongan pada plat besi dengan ukuran 150x150 mm sebagai *moving platen*. Dan juga di bor pada bagian sudutnya sebesar 15,50 mm.
4. Kemudian ditambahkan plat penggerak *moving platen* dengan bahan plat besi 5 mm yang dihubungkan ke *moving platen* tersebut.
5. Sebuah *stainless* padu sepanjang 350 mm dan berdiameter 12,60 dilakukan penguliran 1 mm pada kedua ujungnya sepanjang 3 mm.
6. Lalu pada bagian salah satu bahan di *turning* sepanjang 20 mm sebagai jalur *moving platen*.
7. Pembuatan plat *injector pin* dilakukan dengan memotong besi plat 5 mm yang kemudian dilubangi pada 3 titik sebesar 15,50 mm.
8. Pembuatan *ejector pin* dilakukan dengan melakukan pembentukan poros pada mesin bubut yang kemudian poros tersebut dihubungkan pada plat *ejector*.
9. Pembuatan *cavity* dilakukan dengan bahan *aluminium dural* yang kemudian dibentuk kancing berukuran diameter 23 mm dan kedalaman 3 mm menggunakan mesin CNC TU-3A .

3.4.3. Pembuatan Meja *Prototype Mesin Injection Molding* Plastik

1. Siapkan besi *hollow* sepanjang 880 mm sebanyak 4 batang, 1460 mm sebanyak 2 batang, 350 mm sebanyak 6 batang, 400 mm sebanyak 2 batang, 150 mm sebanyak 2 batang, 388 mm sebanyak 2 batang, 718 mm sebanyak 2 batang, dan 1420 mm sebanyak 1 batang.
2. Lalu hubungkan besi *hollow* tersebut dengan pengelasan.
3. Sebuah plat besi 5 mm di potong sepanjang 716 mm dan lebar 145 mm, setelah itu hubungkan dengan meja *prototype injection molding* plastik dengan pengelasan.
4. Kemudian pasang 4 buah roda.

3.4.4. Perakitan.

1. Pasang rumah *noozle* pada pipa *stainless* yang sudah di ulir.
2. Pasang *noozle* pada rumah *noozle*

3. Pemasangan *hopper* dilakukan dengan merekatkannya dengan baut yang sudah disediakan.
4. Kemudian pasang *heater* sebanyak 3 unit beserta dudukan *injection unit*.
5. Lalu masukkan *auger bit* beserta bearing sebanyak 3 unit, pastikan *bearing* masuk ke pipa *stainless* dengan permukaan sama rata dengan pipa *stainless*.
6. Dilanjutkan dengan pemasangan kunci *shock* dan poros *aksial*. Dan sekaligus pasang rumah *bearing aksial*.
7. Kemudian sambungkan poros *aksial* tersebut ke motor *stepper 1*. Dan pasang keseluruhan *injection unit* pada meja *prototype injection molding* plastik.
8. Lalu perakitan *clamping unit* dilakukan dengan menghubungkan *stationary platen* dan *moving platen* dengan penghung *tie rod*.
9. Juga pasang plat *ejector pin* dan poros *ejector pin*.
10. Kemudian kencangkan komponen dengan memasang *stationary platen 2* menggunakan mur M12.
11. Lalu pasang *nut* beserta screwnya, yang kemudian dihubungkan ke meja *injection molding*.
12. Selanjutnya hubungkan *screw nut* pada motor *stepper 2*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dari Pembuatan *Prototype Mesin Injection Molding Plastik*.

4.1.1 Pembuatan *Injection Unit*.

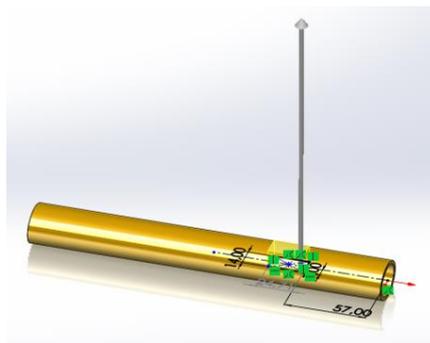
Injection Unit merupakan proses dimana material plastik dilelehkan oleh *heater* dan pipa *stainless* sebagai penyalur panas dan wadah lelehan plastik tersebut, kemudian lelehan tersebut dialirkan ke *molding* melalui *screw*.

1. Melakukan pemotongan pipa *stainless* sepanjang 247 mm dengan menggunakan mesin potong. Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pemotongan Pipa *Stainless* Sepanjang 247 mm.

2. Kemudian melubangi pipa *stainless* menggunakan mesin *milling* sebagai tempat *hopper* dan masuknya biji plastik dengan lebar 14 mm dan panjang 24,71 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.2. Rancangan Lubang Pipa *Stainless*



Gambar 4.3. Pengeboran Lubang Pipa *Stainless*

3. Membuat ulir 1 mm pada dinding dalam silinder sepanjang 10 mm dengan menggunakan mesin bubut dan pahat ulir sebagai penghubung antara silinder dan rumah *noozle*. Dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pembuatan Ulir 1 mm Pada Pipa *Stainless*

4.1.2 *Auger Bit*

Auger bit berfungsi sebagai *screw* yang mengalirkan biji plastik menuju *noozle* dan *molding*, berdiameter 26,6 mm dan panjang 230 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Auger bit*

4.1.3 Pembuatan Rumah *Noozle*

Rumah *noozle* dibuat agar bisa terhubung dengan pipa *stainless* dan juga memudahkan proses *maintenance* pada *noozle* itu sendiri.

1. Sediakan pipa *stainless* padu sepanjang 25 mm.
2. Kemudian dilakukan pembuatan ulir 1 mm sepanjang 8mm berdiamter 29,83 mm, pada proses pengerjaan ulir pada rumah *noozle* terdapat deviasi yaitu sepanjang 2 mm permukaan ulir tidak rapi, maka dari itu dalam pengerjaannya yang seharusnya 10 mm menjadi 8 mm, namun tidak terlalu mempengaruhi kesinambungan antara ulir pada pipa dan ulir pada rumah *noozle*, yang fatal adalah jika ulir pada rumah *noozle* lebih dari 10 mm.
3. lalu bagian setelah ulir di *facing* dengan diameter 34 mm, lalu di *turning* sepanjang 3 mm menggunakan mesin bubut.
4. Dilakukan pemakanan tirus 45⁰ selanjutnya pada ujung rumah *noozle* membentuk mur M12 menggunakan mesin *milling*. Dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6. Rancangan Rumah *Noozle*

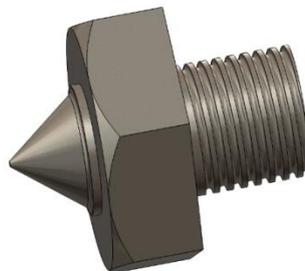


Gambar 4.7. Rumah *Noozle*

5. Juga dilakukan pemakanan tirus 40° pada bagian dalam rumah *noozle* yang sudah di buat ulir agar memudahkan lelehan plastik menuju *noozle*.
6. Dan membor menggunakan mata bor 7 mm lalu dilakukan penguliran 1 mm sepanjang 5 mm pada ujung M12. Panjang keseluruhan rumah *noozle* menjadi 23mm.

4.1.4 Pembuatan *Noozle*

1. Pada pembuatan *noozle*, sebuah kuningan berukuran 17 mm, dan diameternya 10 mm atau sama dengan mur M6 dilakukan penguliran 1 mm sepanjang 7 mm dan dengan diameter 7 mm juga.
2. Kemudian dilakukan *facing* dan membentuk mur M6 yang berukuran 5 mm.
3. Pada bagian ujung *noozle* dilakukan pemakanan tirus 36° kemudian lubang *noozle* di bor sebesar 2 mm. karena adanya pemboran pada bagian ujung *noozle* yang tirus, dan mengakibatkan berkurangnya ukuran *noozle* maka ukuran *noozle* berubah menjadi 16,6 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.8. Rancangan *Noozle*



Gambar 4.9. *Noozle*.

4.1.5 Pembuatan *Hopper*

Hopper berfungsi sebagai penampung biji plastik sebelum masuk ke barrel.

1. Sebuah plat *stainless* di potong sepanjang atas 115 mm dan panjang bagian bawah 20 mm membentuk kerucut 20° sebanyak 4 plat.
2. Kemudian plat yang sudah di potong tersebut di las menggunakan mesin las dengan besar arus 60 volt serta menggunakan kawat las *stainless*. Pada bagian lubang *hopper* yang mengkerucut harus di sesuaikan dengan ukuran lubang pada pipa *stainless* tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. *Hopper*.

4.1.6 Rumah *Bearing Aksial*.

Rumah *bearing aksial* berfungsi sebagai dudukan *bearing aksial* dengan tujuan sebagai penahan dorongan dari *screw*,

1. Sebuah besi berukuran 50 x 50 mm, tebal 30mm di bor dengan menggunakan mesin *milling* membentuk diameter sebesar 20 dengan kedalaman 20 mm.
2. kemudian pada bagian sebaliknya dilakukan pengeboran dengan mesin *milling* sepanjang 10 mm dan berdiameter 10 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Rumah *Bearing Aksial*

4.1.7 Poros *Aksial*

Poros *aksial* berfungsi sebagai penerus putaran dari motor ke *screw*.

1. Sebuah poros *stainless* padu berdiameter 32 mm dan panjang 87,3 mm.
2. Dilakukan proses *turning* sepanjang 33 mm berdiameter 14,93, kemudian di *facing* keatas kembali ke diameter 32 mm setelahnya di *turning* sepanjang 9,80 mm dan di *facing* pemakanan kembali.
3. Pada bagian setelah *facing* pemakanan, lalu kembali di *turning* sepanjang 34,65 mm dan berdiameter 14,93 mm sama dengan diameter sebelumnya.
4. Kemudian dilakukan *facing* lalu di *turning* dengan diameter 8,04 sepanjang 9,84 mm. dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Poros *Aksial*.

4.1.8 Pembuatan dudukan *injection unit*.

Dudukan *injection unit* berguna untuk penahan pipa silinder pada *injection unit*.

1. Sebuah plat besi sepanjang 50 mm dan tebal 3 mm dibentuk lengkungan menyesuaikan diameter pipa *stainless* sebanyak 2 unit.

2. Kemudian dilakukan pengeboran 10 mm pada benda tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.13.

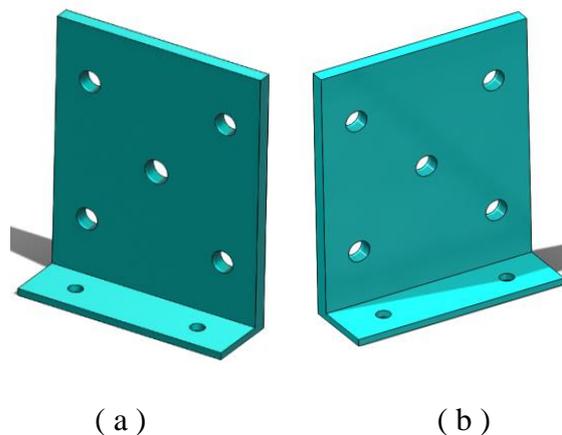


Gambar 4.13. Dudukan *Injection Unit*.

4.1.9 Pembuatan *Clamping unit*

Clamping unit merupakan proses dimana lelehan plastik itu dibentuk. Adapun komponennya yaitu *stationary platen*, *moving platen*, *tie road* dan *cavity*.

1. *Stationary platen* berfungsi sebagai dudukan *tie road*. Adapun pembuatannya yaitu sebuah plat dengan tinggi 180 mm, lebar 150 mm, dan tebal 10 mm.
2. Kemudian di bor sebesar 15,50 mm pada 4 titik diujung plat, dan juga pada bagian pusat plat dibor dengan diameter 15,50 mm juga. Dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Rancangan *Stasionary Platen*.

3. Pada proses pengeboran titik tengah *stationary platen* terdapat perbedaan ukuran, dimana lubang pada *stationary platen* yang terhubung dengan *noozle* berukuran 20 mm (a), sedangkan *stationary platen* yang berhubungan dengan motor penggerak *moving platen* berukuran 10 mm (b). hal ini dikarenakan agar *noozle* bisa masuk pada lubang 20 mm dan terhubung langsung dengan *cavity* (a). sementara pada lubang 10 mm agar cocok jika dimasukkan *nut* (b).
4. Jarak dari titik pusat lingkaran ke bagian pinggir plat sepanjang 25 mm. jarak pada tiap-tiap lubang adalah 100 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.15.

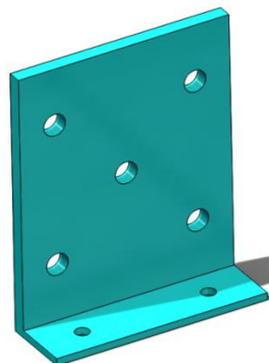


(a)

(b)

Gambar 4.15. *Stasionary Platen*.

5. Kemudian ditambahkan plat berukuran panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 5 mm pada kedua *stationary platen* sebagai dudukan *stationary platen* yang nantinya akan dihubungkan ke meja. Lubang pada dudukan *stationary platen* tersebut berdiameter 10 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.16 dan 4.17.

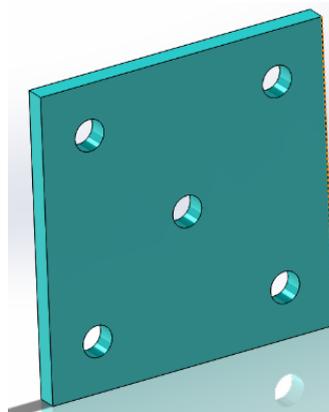


Gambar 4.16. Rancangan Dudukan *Stasionary Platen*.



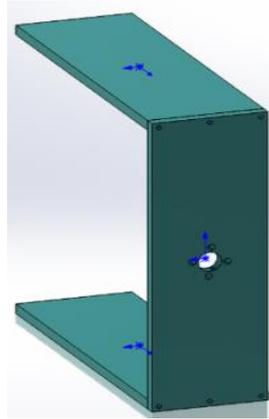
Gambar 4.17. Dudukan *Stasionary Platen*.

6. *Moving platen* (plat bergerak) yang dimana plat ini berfungsi untuk penempatan *cavity* dengan sistim bergerak kedepan dan kebelakang.
7. Sebuah plat berukuran 150 x 150 mm dan tebal 10 mm di bor dengan diameter 15.50 sebanyak 4 lubang, serta lubang pada bagian titik tengah juga di bor 15,50mm.
8. Jarak tiap-tiap lubang 100 mm dan jarak dari lubang ke bagian pinggir plat 25 mm. dan pada lubang bagian tengah berdiameter 15,50 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. Rancangan *Moving Platen*

9. Kemudian pembuatan plat penggerak *moving platen* yang berguna sebagai penerus putaran dari motor *servo*, dimana plat tersebut diberi *nut* sehingga putaran motor menyebabkan *moving platen* bergerak.
10. Sebuah plat berukuran lebar 50 mm, tinggi 150 mm dan tebal 5 mm. terdapat juga lubang berdiamter 10 mm pada tengah plat. Dapat dilihat pada gambar 4.19 dan 4.20.



Gambar 4.19. Rancangan Plat Penggerak



Gambar 4.20. *Moving Platen* dan Plat Penggerak.

11. *Tie road* berfungsi sebagai jalur dari pergerakan *moving platen*.
12. Terdapat 4 *unit stainless* padu sepanjang 350 mm berdiamter 12,60 mm dilakukan pembuatan ulir pada kedua ujung *stainless* sepanjang 3 mm.



Gambar 4.21. Rancangan *Tie Road*.

13. Kemudian pada salah satu bagian setelah ulir pipa *stainless* di *turning* sepanjang 20 mm. hal ini bertujuan agar pergerakan *moving platen* dapat bergerak lancar. Dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22. *Tie roads*.

14. Plat pendorong *ejector pin*, plat yang berfungsi untuk mendorong *ejector pin* pada *cavity* agar bahan yang sudah di cetak terlepas dari *cavity* tersebut.
15. Sebuah plat 5 mm di potong sepanjang 150 mm dan lebar 100 mm. kemudian di bor sebesar 15,50 mm pada 3 bagian. Dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23. Plat Pendorong *Injector Pin*.

16. Pembuatan Dudukan *ejector pin*, *ejector pin* berfungsi membantu memisahkan antara lelehan biji plastik yang sudah dibentuk dan dikeraskan pada *cavity*. hal ini bertujuan mempermudah dalam proses pengerjaan produk selanjutnya.
17. Pembuatan *ejector pin* dilakukan dengan membentuk sebuah poros pada mesin bubut dengan panjang 10 mm dan berdiameter 12 mm. serta juga dilakukan pembuatan ulir pada ujung poros yang berfungsi untuk memudahkan pengaturan *ejector pin*. Dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.24. Pembuatan Poros *Ejector Pin*.

18. Pada rumah *pin* dilakukan pemotong plat 5 mm berukuran 15x15 mm. kemudian pada titik tengah dilakukan pengeboran sebesar 4 mm, dan pada bagian pinnya di bor sebesar 2 mm.
19. Kemudian pasang rumah *pin* dan poros *ejector pin* menggunakan baut L 4 mm, dan pada bagian ulir menggunakan mur M10 agar memudahkan penyetelan pada *ejector pin*.
20. Lalu *pin ejector* dihubungkan pada rumah *pin* dengan pengelasan. Dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.25. Pengelasan *Ejector Pin*.

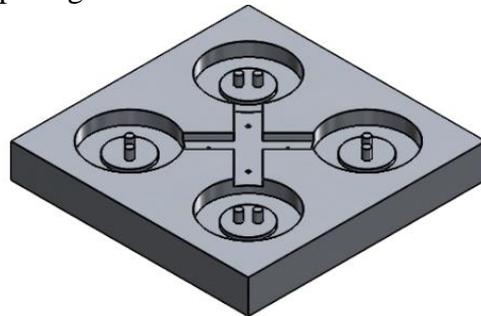
4.1.10 Pembuatan *Cavity*

Cavity merupakan komponen pembentuk hasil produk kancing baju, yang dimana lelehan plastik tersebut akan dialirkan ke *cavity* kemudian dilakukan proses *frais* dan terbentukla kancing baju tersebut.

1. Pembuatan *cavity* menggunakan mesin CNC dengan proses *facing*, *tread meal* . Hal ini dikarenakan terdapat proses yang rumit pada benda

kerja sehingga mesin CNC dapat membantu dalam proses pengerjaannya.

2. Pembuatan *cavity* menggunakan bahan *aluminium dural* berukuran 70 x 70 x 11 mm. Selain anti korosi, bahan ini dipilih karena lunak dalam proses pembentukannya dan juga tidak melekat pada plastik, yang pastinya juga bahan ini kuat.
3. Diameter kancing sebesar 23 mm dengan tebal 3 mm dan juga *pin* kancing berdiameter 2 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.23 dan 4.24.
4. Pada *cavity* tetap berukuran 70x70x11 mm, dan dilakukan pengeboran 4 mm pada titik tengahnya, sebagai masuknya lelehan plastik menuju cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26. Rancangan *Cavity* Kancing Baja



Gambar 4.27. *Cavity* Bergerak Kancing Baja



Gambar 4.28. *Cavity* Diam Kancing Baja.

5. Pada bagian lubang *cavity* tetap di bor titik tengahnya sebesar 4 mm yang bertujuan sebagai tempat mengalirnya lelehan plastik dari *noozle* menuju *cavity* bergerak.

4.1.11 Pembuatan Rumah Cetakan (Cavity)

Pembuatan rumah cetakan ini bertujuan agar mempermudah dalam mengatur atau menyetel cetakan, sehingga pada proses pencetakan dapat berjalan dengan sempurna.

1. Sebuah plat besi dengan tebal 10 mm, Panjang 50 mm dan lebar 70 mm di *facing* agar mendapat hasil plat yang sama rata, Kemudian plat tersebut di bor sebesar 4 mm pada kedua ujungnya, hal yang sama juga dilakukan pada cetakan kancing tersebut, hanya saja pada bagian cetakan di tap 4 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.29.



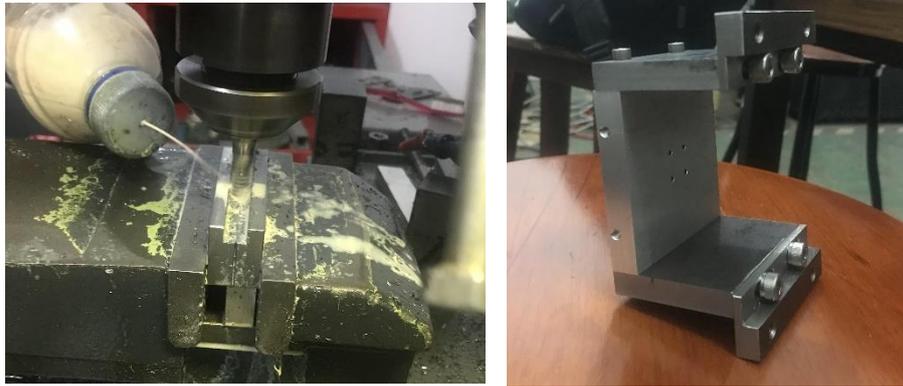
Gambar 4.29. Plat 10 mm Rumah *Cavity*.

2. Tujuan pengeboran ini dilakukan untuk menyatukan antara cetakan dan komponen rumah cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.30.



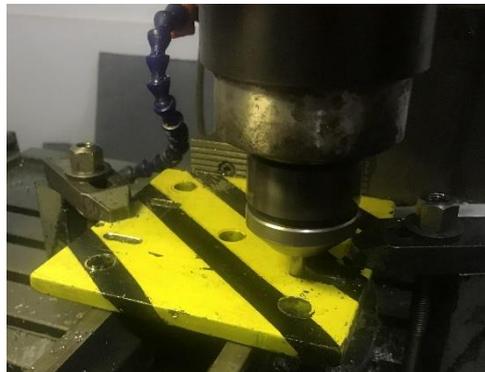
Gambar 4.30. *Cavity* dan Plat 10 mm

3. Kemudian sebuah plat dengan tebal 9,60 mm dan panjang 70 mm dilakukan pemakan sedalam 5,50 mm menggunakan mesin *milling* dengan tujuan sebagai tempat baut L M4, yang mana nantinya plat tersebut dihubungkan ke *moving platen* dan dapat di atur kanan kiri pada cetaknya. Dapat dilihat pada gambar 4.31.



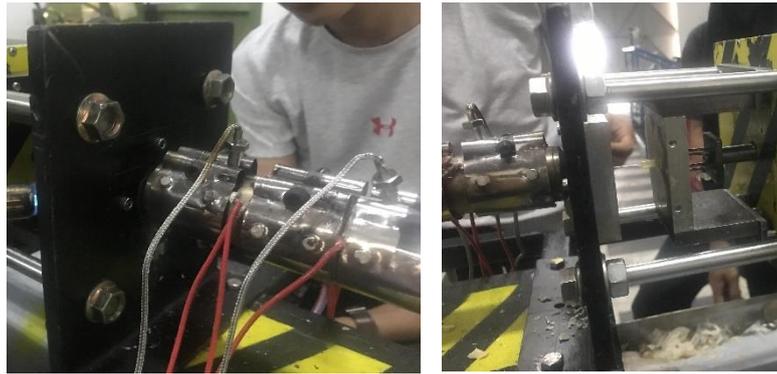
Gambar 4.31. Pembuatan Stelan Cetakan.

4. Lalu pada bagian *moving platen* juga dilakukan pengebroan berdiameter 6 mm sepanjang 18 mm yang dipergunakan sebagai pengatur cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.32.

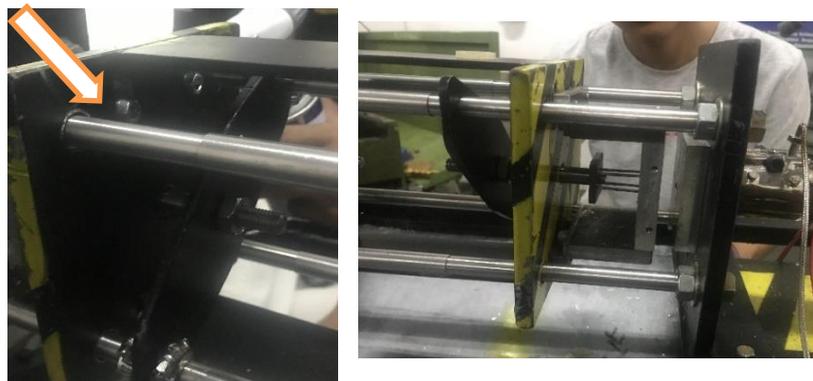


Gambar 4.32. Pengeboran *Moving Platen*.

5. Melakukan pengeboran pada *stationary platen* yang bertujuan sebagai penghubung antara *stationary platen* dan cetakan diam. Dimana pada cetakan tetap di tap sebesar 4mm. dapat dilihat pada gambar 4.33.



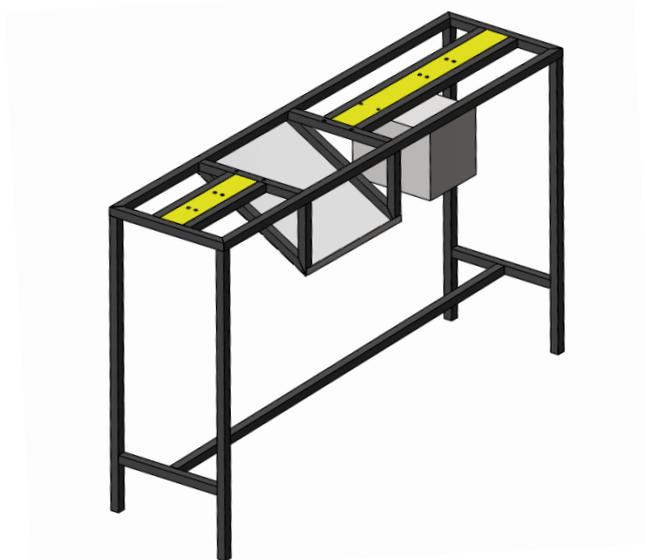
Gambar 4.33. *Cavity* Diam Pada *Stationary Platen*



Gambar 4.34. Pemasangan Rumah *Cavity* Pada *Moving Platen*.

4.2 Pembuatan Meja *Prototype Injection Molding* Plastik

Pembuatan meja bertujuan sebagai penyangga utama komponen-komponen *injection molding* plastik, dan juga agar memudahkan proses pemindahan dari tempat ke tempat lain. Dapat dilihat pada gambar 4.35.



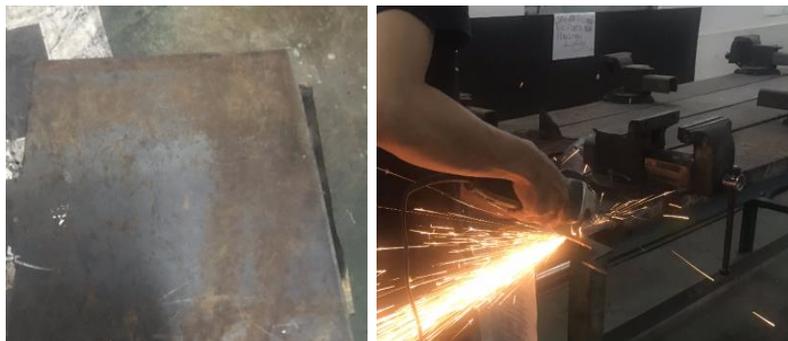
Gambar 4.35. Rancangan Meja.

1. Besi *hollow* di potong sepanjang : 880 mm sebanyak 4 batang, 1460 mm sebanyak 2 batang, 350 mm sebanyak 6 batang, 400 mm sebanyak 2 batang, 150 mm sebanyak 2 batang, 388 mm sebanyak 2 batang, 718 mm sebanyak 2 batang, dan 1420 mm sebanyak 1 batang. Dan pada bagian penampung plastik menggunakan plat *stainless*. Dapat dilihat pada gambar. 4.36.



Gambar. 4.36. Pemotongan Besi *Hollow*

2. Kemudian dilakukan pemotongan plat 5 mm sepanjang 716 mm, lebar 145 mm dan plat 5 mm sepanjang 386 mm, lebar 145 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.37.



Gambar 4.37. Pemotongan Besi Plat 5 mm.

3. Lalu hubungkan besi *hollow* tersebut dengan metode pengelasan. Pada saat pengelasan besar arus tidak direkomendasikan lebih dari 100 V, karena dapat menyebabkan besi *hollow* meleleh. Dapat dilihat pada gambar 4.38.



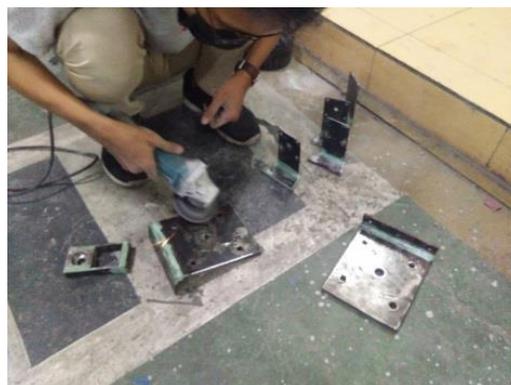
Gambar 4.38. Pengelasan Meja.

4.2.1 Pendempulan.

Pendempulan dilakukan agar permukaan komponen terlihat rapi dan rata dibandingkan sebelum terjadi pendempulan, serta juga dapat memperkuat cat dan mengurangi korosi. Dapat dilihat pada gambar 4.39 dan 4.40.



Gambar 4.39. Proses Pendempulan Meja.



Gambar 4.40. Proses Pendempulan Komponen.

4.2.2 Pengecatan

Pengecatan dilakukan agar komponen tidak mengalami korosi atau kerusakan.

1. Sebelum proses pengecatan dilakukan, pada bagian-bagian yang ingin di cat harus di amplas terlebih dahulu, setelah di amplas komponen tersebut di beri epoxy agar menguatkan cat dan cat tersebut bisa menempel secara sempurna. Dapat dilihat pada gambar 4.41.



Gambar 4.41. Proses Epoxy.

2. Kemudian melakukan pewarnaan pada komponen *injection molding* plastik. Dalam prosesnya dilakukan pengecatan dasar terlebih dahulu, setelah 20 menit cat kembali secara keseluruhan, hal dilakukan agar hasil pengecatan tebal dan merata. Dapat dilihat pada gambar 4.42.



Gambar 4.42. Proses Pengecatan.

4.3 Perakitan.

Perakitan merupakan tahapan dimana suatu komponen - komponen disatukan sehingga menghasilkan suatu alat atau mesin.

1. Pasangkan rumah *noozle* pada ujung silinder yang sudah di buat ulir. Pada proses pemasangannya harus di perhatikan kerataan antara ulir pada rumah *noozle* dan ulir pada pipa *stainless*, hal ini bertujuan untuk tidak merusak ulir. Dapat dilihat pada gambar 4.43.



Gambar 4.43. Pemasangan Rumah *Noozle*.

2. Kemudian pasang juga *noozle* pada rumah *noozle*. Hal yang sama juga dilakukan pada proses pemasangan *noozle* pada rumah *noozle* yang bertujuan agar tidak merusak ulir. Dapat dilihat pada gambar 4.44.



Gambar 4.44. Pemasangan *Noozle*.

3. Pemasangan hopper dilakukan dengan mencocokkan antara lubang *hopper* dan lubang pada kupingan silinder, dengan merekatkannya menggunakan baut M2. Dapat dilihat pada gambar 4.45.



Gambar 4.45. Pemasangan *Hopper*.

4. Pemasangan *heater* sebanyak 3 unit pada pipa *stainless*, dan dudukan *injection unit*. Pada saat pemasangan harus di perhatikan kabel kabel yang terdapat pada *hetaer*, pastikan tidak ada kabel yang terbelit. Dan juga dilakukan pemasangan dudukan *injection unit* pada pipa *stainless*. Dapat dilihat pada gambar 4.46.



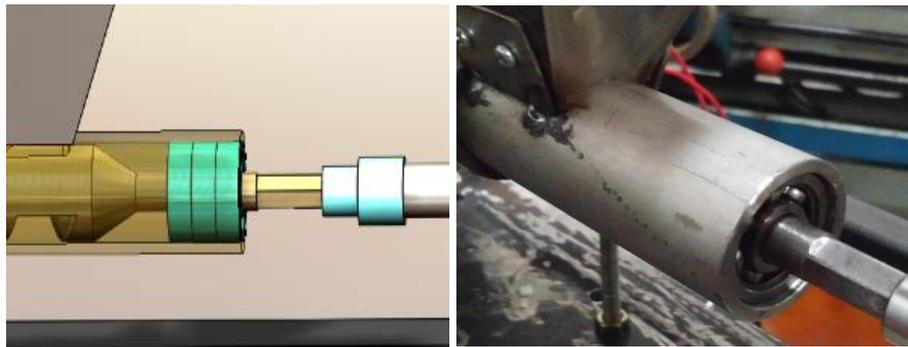
Gambar 4.46. Pemasangan *Heater* dan Dudukan *Injection Unit*.

5. Kemudian pasang dudukan *injection unit* dan rumah *bearing aksial* pada meja *prototype injection molding* plastik menggunakan baut M6. Dalam pemasangan dudukan *injection unit* harus memperhatikan kesetaraan dengan rumah *bearing aksial*, dengan cara mengatur mur pada dudukan *injection unit*. Dapat dilihat pada gambar 4.47.



Gambar 4.47. Pemasangan Dudukan *Injection* dan Rumah *Bearing*.

- Masukkan *auger bit* ke dalam silinder dan 3 unit *bearing*. Dalam pemasangannya 3 unit *bearing* dan *auger bit* dimasukkan secara bersamaan ke dalam pipa *stainless* dan kemudian rapatkan ketiga *bearing* tersebut dengan menekan permukaan *bearing* terluar hingga sama rata dengan ujung pipa *stainless*, pemasangan 3 unit *bearing* bertujuan agar *auger bit* lurus dan tidak menyentuh bagian dinding dalam pipa *stainless*. Dapat dilihat pada gambar 4.48.



Gambar 4.48. Pemasangan *Bearing* dan *Auger Bit*

- Pasangkan kunci *shock* ke batang *auger bit* kemudian sambungkan kunci *shock* tersebut ke poros aksial dan pasang pada rumah *bearing aksial*. Harus diperhatikan kesejajaran pada saat perakitan komponen ini dilakukan. Dapat dilihat pada gambar 4.49.



Gambar 4.49. Pemasangan Kunci *Shock* dan Poros *Aksial*

- Sambungkan poros *aksial* yang sudah terhubung dengan *bearing aksial* tersebut ke motor *stepper* 1 melalui *shaft flexible* dan mengunci murnya dengan kunci L. dapat dilihat pada gambar 4.50.

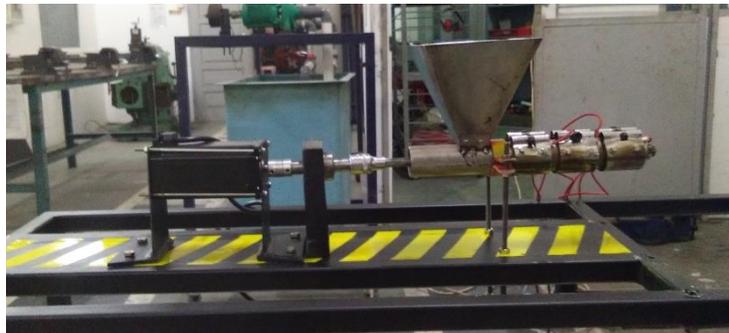


Gambar 4.50. Pemasangan *Shaft flexible*.

9. Kemudian pasang dan dudukkan motor *stepper* 1 tersebut ke meja dengan menguncinya menggunakan mur M6. Dapat dilihat pada gambar 4.51.



Gambar 4.51. Pemasangan Dudukan Motor *Stepper* 1 pada Meja.



Gambar 4.52. Hasil Pemasangan *Injection Unit*

10. Perakitan *clamping unit* dilakukan dengan menghubungkan *stationary platen* dan *moving platen* pada *tie road*.
11. Pada bagian *tie road* yang sudah di *facing*, pasang terlebih dahulu plat *ejector pin*, lalu *moving platen* kemudian memasang mur M12 sebelum *stationary platen* dipasang dan kunci kembali menggunakan mur M12. Dapat dilihat pada gambar 4.53.



Gambar 4.53. Perakitan *Stationary* dan *Moving Platen*.

12. Hal yang sama juga dilakukan saat pemasangan *stationary platen* bagian penggerak *moving platen*, rekatkan dengan mur M12. dilihat pada gambar 4.54.



Gambar 4.54. Pemasangan *Stationary Platen*.

13. Lalu pasangakan *screw* dan *nut* pada plat penggerak *moving platen*. Dapat dilihat pada gambar 4.55.



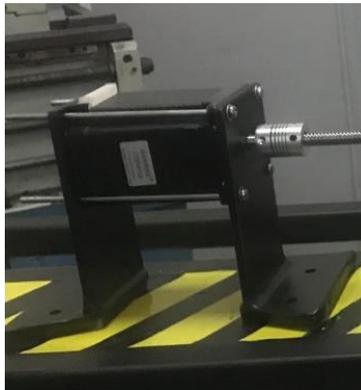
Gambar 4.55. Pemasangan *Screw* dan *Nut*.

14. Kemudian pasangkan *clamping unit* pada meja *prototype injection molding* plastik beserta motor *steper 2*. Menggunakan baur M6. Dapat dilihat pada gambar 4.56.



Gambar 4.56. Pemasangan *Clamping Unit* dan Motor pada Meja.

15. Kemudian sambungkan *screw* penggerak *moving platen* ke motor *stepper 2*, melalui *shaft flexible* dan di pasangkan pada motor *stepper 2*, serta mengencangkan *shaft flexible* menggunakan kunci L.
16. Kemudian pasangkan dudukan motor *stepper 2* ke *meja prototype injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 4.57.



Gambar 4.57. Pemasangan Motor 2.



Gambar 4.58. Hasil Pemasangan *Clamping Unit*

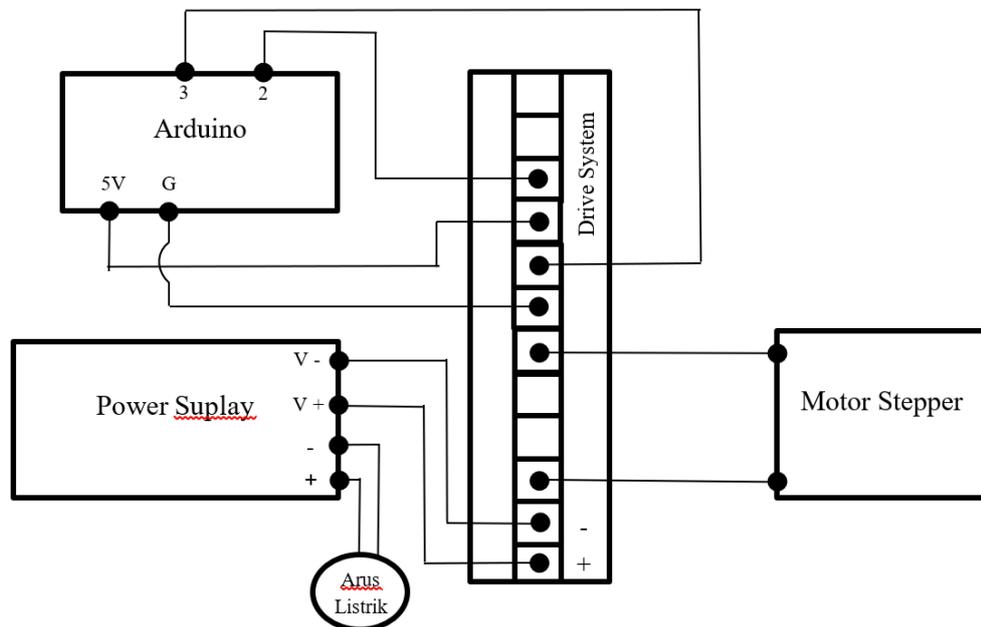
17. Pemasangan *box panel* sebagai tempat perakitan komponen kelistrikan, dan juga sebagai pusat informasi dari sistem kerja *prototype injection molding* plastik. Dapat dilihat pada gambar 4.59.



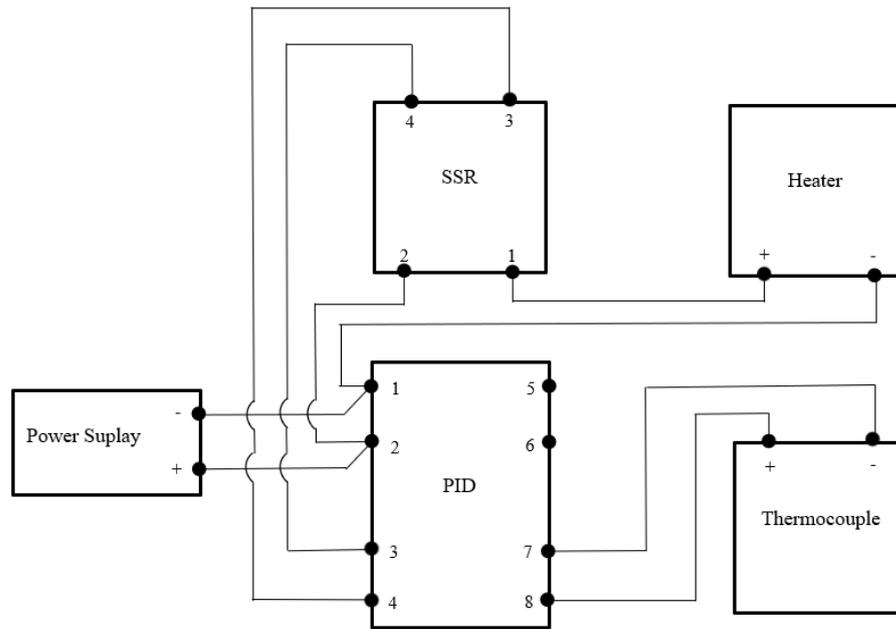
Gambar 4.59. Pemasangan *Box Panel*

4.4 Kelistrikan *Prototype Mesin Injection Molding*

Kelistrikan digunakan untuk mengoperasikan *prototype mesin injection molding* plastik tersebut, serta berfungsi menhidupkan panel panel pengoperasiannya sehingga *prototype mesin injection molding* plastik dapat beroperasi. Dapat dilihat pada gambar 4.60.



Gambar 4.60. Rangkaian Kelistrikan *Motor Stepper*



Gambar 4.61. Rangkaian Kelistrikan *Heater*



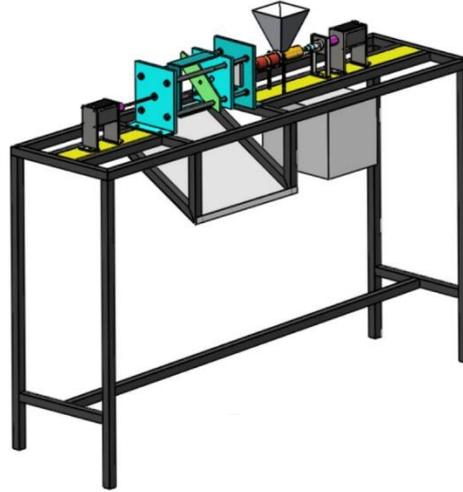
Gambar 4.62. Rangkaian Kelistrikan dalam Box



Gambar 4.63. Tampilan Monitor PID

4.5 Hasil Perakitan *Prototype Mesin Injection Molding*.

Hasil rancangan, pembuatan dan perakitan *prototype mesin injection molding* plastik dapat dilihat pada gambar 4.64.



Gambar 4.64. Rancangan *Prototype Mesin Injection Molding* Plastik.



Gambar 4.65. *Prototype Mesin Injection Molding* Plastik.

4.6 Pengoperasian *Prototype Mesin Injection Molding* Plastik.

1. Masukkan arus listrik dengan menekan *ON* pada saklar, maka *PID* dan *heater* akan menyala.
2. Tentukan *temperature* suhu panas *heater* pada *PID*, tunggu beberapa saat hingga *heater* memanans dan monitor *PID* menunjukkan angka *temperature* yang sudah diatur.
3. Kemudian tekan *ON* pada saklar di *box* untuk menghidupkan motor *stepper 1* dan motor *stepper 2* untuk memulai proses pengerjaan.

4. Pada saat *moving platen* bergerak mendekati *cavity* tetap, masukkan biji plastik tersebut.
5. Lalu perhatikan proses pencetakan pada *cavity*, pastikan *cavity* bergerak dan *cavity* tetap rapat.
6. Tunggu beberapa saat sampai *moving platen* bergerak mundur melepas *cavity*.
7. Dan hasil proses cetakan selesai.

4.7 Perawatan *Prototype Mesin Injection Molding Plastik*.

Perawatan dilakukan untuk membuat komponen *injection molding prototype* dapat berfungsi secara optimal dan memperpanjang umur pemakaian.

4.7.1. Perawatan *Bearing*

1. Memberi pelumas pada *bearing*, perawatan ini bertujuan agar *bearing* dapat berfungsi dengan lancar dan tidak berkarat serta mengakibatkan kesat.
2. Setiap 5 kali *injection molding prototype* beroperasi, cukup 1 kali melakukan pelumasan.

4.7.2. Perawatan *Noozle*

1. Membersihkan *noozle* sesudah selesai beroperasi, agar *noozle* tidak tersumbat oleh sisa dari plastik.

4.7.3. Perawatan *Cavity*

1. Membersihkan *cavity* bergerak dari sisa cairan plastik.
2. Membersihkan lubang *ejector pin*.

4.7.4. Perawatan *Tie Road*

1. Memperhatikan kehausan *tie road*.
2. Memperhatikan jalur Bergeraknya *moving platen*, dan pastikan tidak ada bagian *tie road* yang terkikis.

4.7.5. Perawatan *Nut* Penggerak *Moving Platen*.

1. Memperhatikan alur ulir pada *nut*.
2. Jika ulir sudah maka segera diganti.

4.8 Hasil Penelitian

4.8.1. Hasil Pembuatan *Prototype* Mesin *Injection Molding* Plastik.

Secara keseluruhan, dalam pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik dapat berjalan sesuai dengan perancangan, namun terdapat beberapa masalah dalam pengoperasiannya, yaitu :

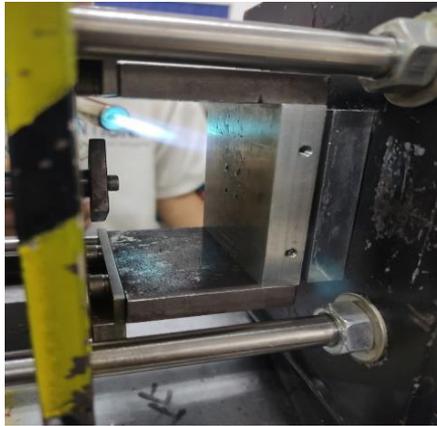
1. Dari hasil percobaan pertama, *bearing* yang terdapat pada pipa *stainless* keluar dengan perlahan akibat dorongan balik dari lelehan plastik tersebut, yang mengakibatkan *auger bit* menyentuh permukaan dinding dalam pipa *stainless* yang menyebabkan bunyi gesekan. Dan setelah dilakukan penambahan *clamp* penahan *bearing*, *bearing* tersebut tidak lagi keluar dari pipa *stainless*. Dapat dilihat pada gambar 4.66.



Gambar 4.66. *Clamp* Penahan *Bearing*

2. Percobaan kedua terjadi penyumbatan pada lubang yang ada di *cavity* tetap, penyumbatan itu terjadi karena suhu *cavity* rendah yang mengakibatkan lelehan plastik cepat kering, dan itu mengakibatkan cairan plastik tidak mengalir secara sempurna ke *cavity* bergerak. Namun setelah dilakukan beberapa kali pengujian dihasilkan bahwa, *cavity* haruslah di panaskan terdahulu menggunakan *flame gun* sebelum dilakukan pengoperasiannya. Pemanasan *cavity* tersebut

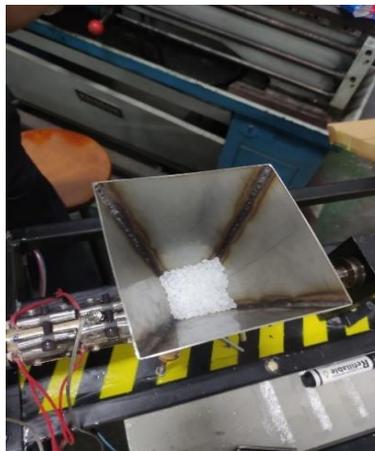
bertujuan memudahkan aliran plastik tersebut masuk dan membentuk mal kancing baju, karena jika *cavity* tidak dipanaskan maka aliran plastik akan tersumbat pada bagian *noozle* dan suhu yang baik pada *cavity* yaitu 150°C. Dapat dilihat pada gambar 4.67.



Gambar 4.67. Gambar Pemanasan *Cavity*.

4.8.2. Hasil Pengujian *Prototype* Mesin *Injection Molding* Plastik.

Percobaan dilakukan dengan memasukkan biji plastik *polyethylene terephthalate* (*PET*) dengan berat 20 gram kedalam penampung (*hopper*). Dapat dilihat pada gambar 4.63.



Gambar 4.68. Memasukkan Biji Plastik ke *Hopper*.

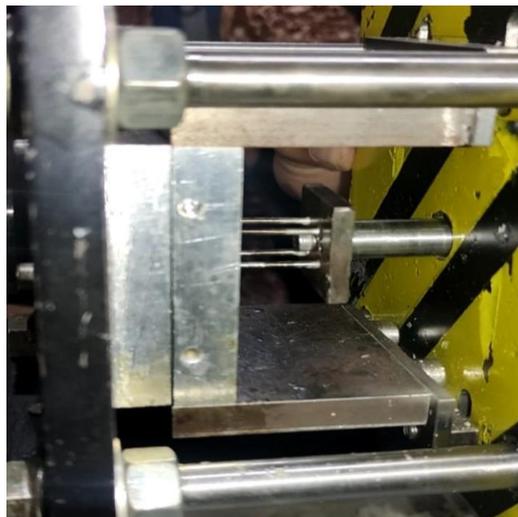
Adapun hasil dari percobaan *prototype* mesin *injection molding* plastik ini ialah :

1. Daya *prototype* mesin *injection molding* plastik : 385,2W
2. Energi *prototype* mesin *injection molding* plastik : 0,704328 kWh

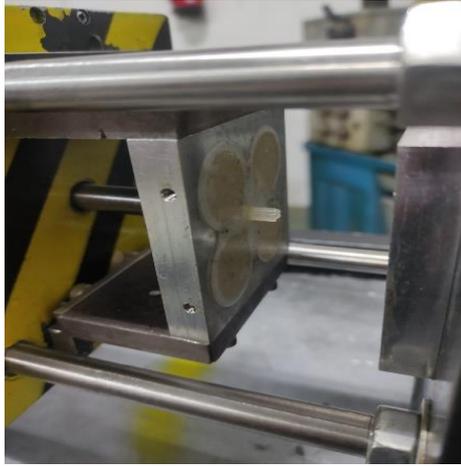
3. Tegangan *prototype* mesin *injection molding* plastik : 236 V
4. Temperatur *heater* : 180°C
5. Rpm motor *stepper* : 125 rpm
6. Biji plastik *polyethylene terephthalate (PET)* : 20 gram
7. Lama waktu pemanasan *heater* : 8 menit
8. Lama waktu pengisian *cavity* : 24 detik
9. Lama waktu pendinginan *cavity* : 6 menit



Gambar 4.69. Temperatur Panas Heater.



Gambar 4.70. Masuknya Lelehan Plastik ke *Cavity*.



Gambar 4.71. Proses Pelepasan Hasil Cetakan.



Gambar 4.72. *Ejector Pin* Melepaskan Hasil Cetakan.



Gambar 4.73. Hasil Cetakan Kancing Baju.

Dari hasil cetakan kancing baju pada gambar 4.73 terdapat *flashing* pada bagian sisi kancing, hal itu terjadi karena tidak rapatnya antara *cavity* bergerak dan *cavity* tetap. Namun bisa disempurnakan dengan pengikisan secara manual.

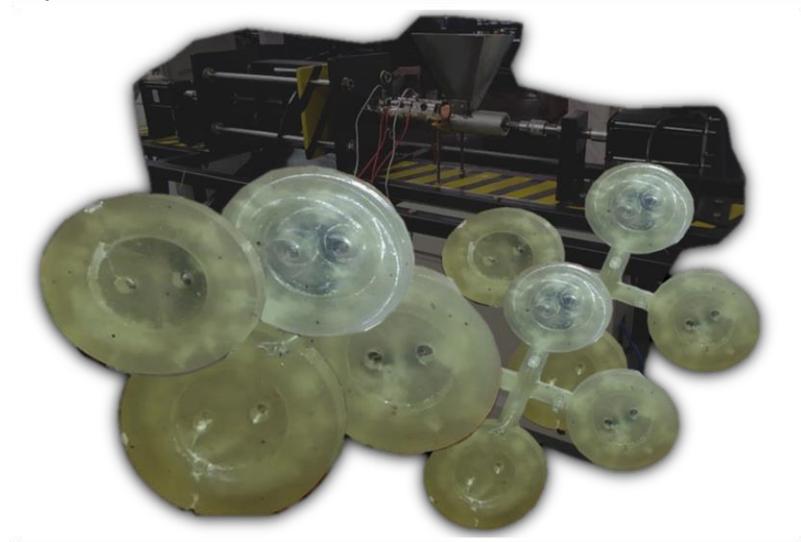
Dari percobaan *prototype* mesin *injection molding* plastik, dihasilkan kapasitas :

Waktu pengisian : 24 detik

Waktu pendinginan : 360 detik

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Produk} &= \frac{3600}{\text{Total Waktu}} \\ &= \frac{3600}{24 + 360} \\ &= \frac{3600}{384} \\ &= 9,375 \\ &= 9\end{aligned}$$

Maka dihasilkan kapasitas produk 9 spesimen/jam atau 36 kancing baju perjamnya.



Gambar 4.74. Kancing Baju Prototype Injection Molding

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

Dari pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik ini dapat disimpulkan bahwa :

- a. *Prototype* mesin *injection molding* plastik ini dibuat dengan tahap - tahap yang sesuai dari perancangan sehingga lebih mudah dan efisien dalam penggunaannya.
- b. *Prototype* mesin *injection molding* plastik ini dibuat dari bahan-bahan dan komponen yang mudah di dapat, sangat mudah jika diterapkan dalam skala rumah tangga.
- c. Rangkaian *system* kontrol *prototype* mesin *injection molding* plastik ini dirangkai dengan menghubungkan komponen *system* kontrol seperti : *Power supply*, *arduino uno r3*, *drive system*, *ssr*, *pid* dan lainnya, serta dirangkai dengan jelas agar mudah dalam memahaminya.
- d. Dimensi keseluruhan *prototype* mesin *injection molding* plastik ini berukuran 1460 mm x 350 mm menghasilkan kapasitas 9 spesimen/jam atau 36 kancing baju perjamnya.

5.2. Saran.

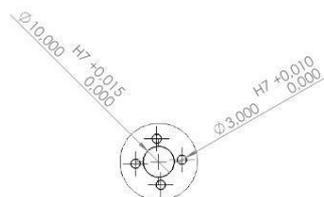
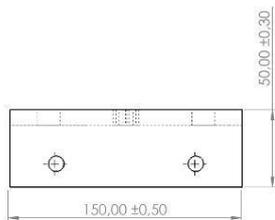
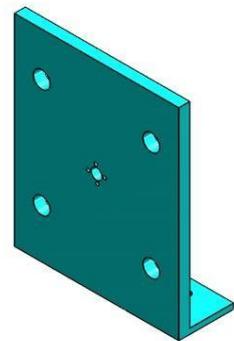
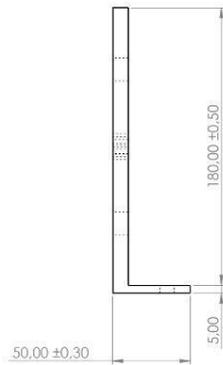
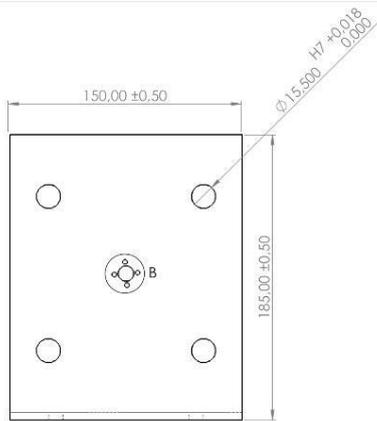
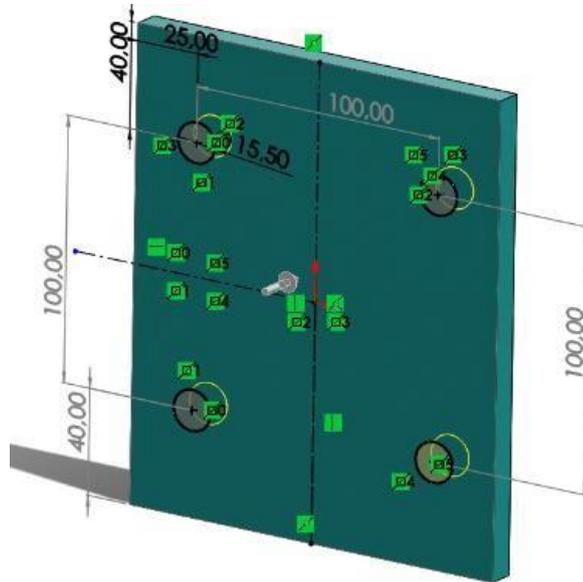
Penulis sepenuhnya menyadari bahwa pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar pembuatan *prototype* mesin *injection molding* plastik ini bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju, salah satu contohnya pada bagian *moving platen* yang pergerakannya sedikit kesat akibat gesekan pada *tie rod*, serta membuat inovasi dalam pemanasan cavity agar lebih efisien dalam pemanasannya.

DAFTAR PUSTAKA

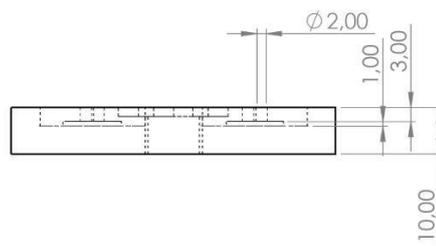
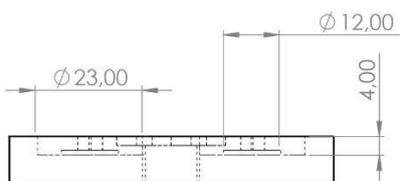
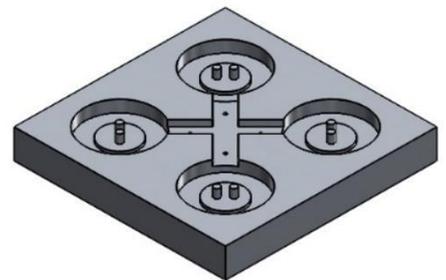
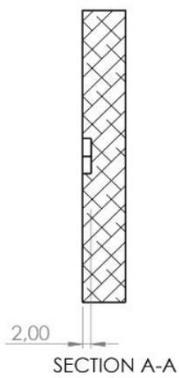
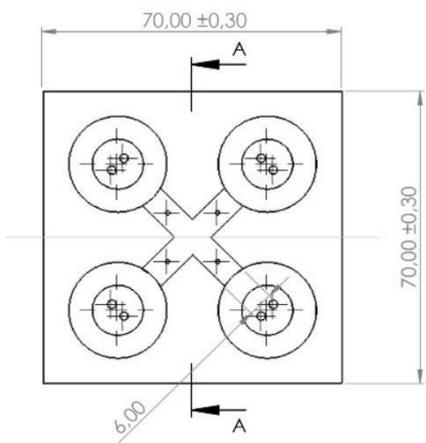
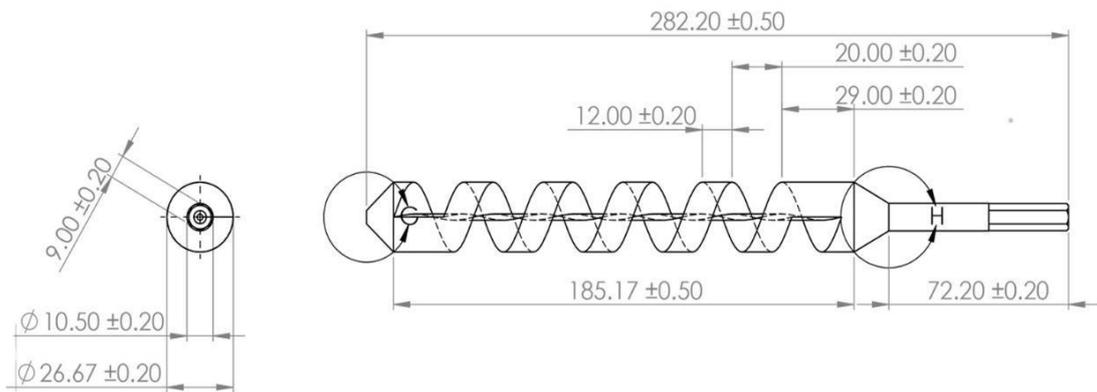
- Abdurokhman, M. (2012). *Analisis Konsumsi Energi pada Proses Injection Moulding untuk Efisiensi Energi*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Alkahla, I., & Pervaiz, S. (2017). Sustainability Assessment of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 244, 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/244/1/012001>
- Anggono, A. D. (2015). Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastic Injection. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 6(2). <https://doi.org/10.23917/mesin.v6i2.2895>
- Awalliyah, A., Ikhwan, H., Nugiasari, V., & Zainul, R. (2018). *a Review Prinsip Dasar Milling Dalam Sintesis Material*. 21. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9xsqe>
- Chobir, A., & Usrah, I. (2016). *IbM Pada UKM Daur Ulang Sampah Plastik Di Kecamatan Rajapolah Tasikmalaya Jawa Barat*. 2(1), 5.
- Irfan. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Teori Dasar Mesin Bubut Konvensional Berbasis Software Macromedia Flash Profesional 8 DI SMK NEGERI 2 PENGASIH*.
- Kurniawan A. (2012). *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak*.
- Mei, X., & Wang, F. (2017). *Research on Injection Molding Machine Drive System Based on Model Predictive sP*.
- Nugroho, P. A., Wijayanto, D. S., & Harjanto, B. (n.d.). *Analisis Produk Spon PS125 Dengan Pengaturan Parameter Mold Temperature Material Platik Polipropilene Pada Proses Injection Molding*. 14.
- Park, S. J., & Kwon, T. H. (1998). Optimal Cooling System Design for the Injection Molding Process. *Polymer Engineering and Science*, 38(9), 1450–1462. <https://doi.org/10.1002/pen.10316>
- Siregar, R. A., Khan, S. F., & Umurani, K. (2017). Design and Development of Injection Moulding Machine for Manufacturing Maboratory. *Journal of Physics: Conference Series*, 908(1), 5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/908/1/012067>

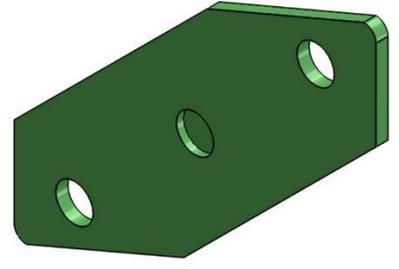
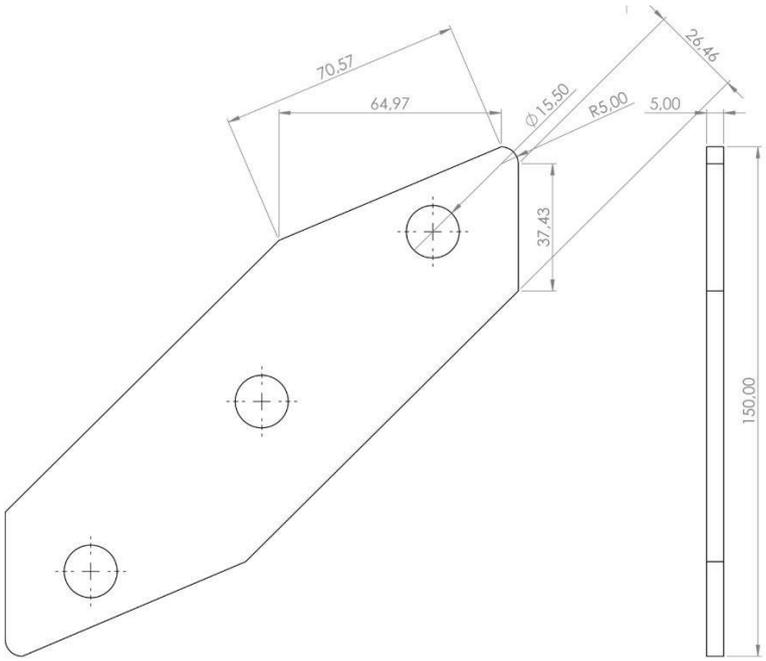
- Siregar, C.A., Siregar A.M., Affandi dan Amri, U. (2020) Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas. *Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*, Vol.1, No.1, June 2020, UMSU.
- Siregar, C.A dan Affandi (2020) Perancangan Mesin Pembuat Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahae Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan. *Jurnal Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, Medan: Volume 4 nomor 2 juni 2020, UMSU.
- Siswanto, Setiawan, A. Y., & Sugiarto. (1999). *Perancangan Mesin Molding Sebagai Alternatif Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Dasar Sangkar Burung*. 6.
- Taguchi, H., Yosioka, I., & Sasaki, H. (1970). The Constituents of Ledebourlella Seseloides Wolf. Structures of Three New Chromones. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 43, 2091.
- Widiastuti, H., Surbakti, S. E., Restu, F., Albana, M. hasan, & Saputra, I. (2019). Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan*, 1(2), 76–80.
- Wu, Y., Cheng, C., Kobayashi, M., & Yang, C. (2017). Novel design of extension nozzle and its application on real-time injection molding process diagnosed by ultrasound. In *Sensors & Actuators: A. Physical* (1st ed.). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2017.06.023>
- Yao, K., Gao, F., & Allgöwer, F. (2008). Barrel temperature control during operation transition in injection molding. *Control Engineering Practice*, 16(11), 1259–1264. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2008.02.003>
- Zhao, Y., Zhao, P., Zhang, J., Huang, J., Xia, N., & Fu, J. (2018). On-line measurement of clamping force for injection molding machine using ultrasonic technology. *Ultrasonics*, August, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2018.08.013>

LAMPIRAN - LAMPIRAN



DETAIL B
SCALE 1 : 1







DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Tedi Prabowo
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Sepadan Jaya, 06 Maret 1999
Alamat : PERUM PT. ISJ AEK NAULI, Desa Kampung Padang, Kecamatan Pangkatan. Labuhan Batu.
Agama : Islam
E-mail : tediprabowo77@gmail.com.
No. Handphone : 082370108762

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 112199 Kampung Padang	Tahun 2004 - 2010
2. SMP Negeri 1 Bilah Hulu	Tahun 2010 - 2014
3. SMK Negeri 2 Rantau Utara	Tahun 2014 - 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2017 - 2021