

**PERANCANGAN MESIN *PLASTIC INJECTION MOLDING*
VERTICAL MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK
DENGAN VOLUME CETAKAN 300 CM³**

SKRIPSI

OLEH :

**DICKE JOSHUA
228130007**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/5/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)2/5/24

HALAMAN JUDUL

PERANCANGAN MESIN *PLASTIC INJECTION MOLDING* *VERTICAL* MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK DENGAN VOLUME CETAKAN 300 CM³

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

DICKE JOSHUA
228130007

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/5/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/5/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume Cetakan 300 cm³
Nama Mahasiswa : Dicke Joshua
NIM : 228130007
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.
Pembimbing



Dr. Eric Satriano, S.T., M.T.
Dekan

Dr. Iswandi, S.T., M.T.
PRODI. TEKNIK Prodi

Tanggal Lulus: 01 April 2024

HALAMAN PERNYATAAN

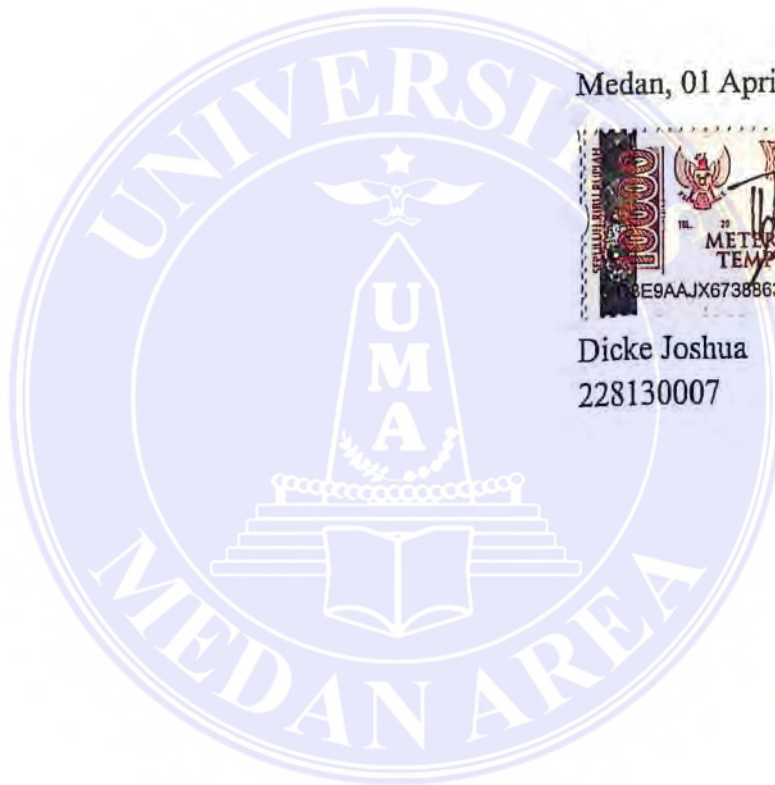
Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 01 April 2024



Dicke Joshua
228130007



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dicke Joshua
NPM : 228130007
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul : Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume Cetakan 300 cm³.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 01 April 2024
Yang menyatakan



(Dicke Joshua)

ABSTRAK

Mesin *plastic injection molding vertical* berperan dalam proses pemanasan dan penyuntikan material plastik menuju cetakan. Mesin ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan yang ditimbulkan akibat limbah plastik yaitu dengan cara mengolah limbah plastik menjadi produk yang lebih bermanfaat. Mesin ini memiliki keunggulan yaitu dapat mempercepat proses produksi karena lebih efektif jika dibandingkan dengan penggunaan tenaga manusia atau dengan proses produksi manual. Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan mesin yang meliputi pemilihan komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* serta desain atau gambar dari mesin yang akan dibuat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif melalui survei dan pengamatan secara langsung kelapangan pada subjek penelitian. Beberapa hal yang diamati dalam perancangan ini yaitu komponen pneumatik, sistem pemanas, dan dimensi bagian-bagian mesin. Hasil yang diperoleh dalam perancangan ini berupa data-data spesifikasi komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin serta gambar teknik atau desain dari mesin. Pemilihan spesifikasi komponen dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan dapat membantu mesin beroperasi dengan baik, serta penggunaan *solidworks software* yang sangat membantu untuk membuat gambar teknik dan memberikan gambaran detail dari mesin yang akan dibuat.

Kata kunci: *Mesin Injection Molding, Pneumatik, Perancangan, Solidworks Software*

ABSTRACT

Dicke Joshua. 228130007. "The Design of a Vertical Plastic Injection Molding Machine Using a Pneumatic System with a 300 cm³ Mold Volume". Supervised by Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.

The vertical plastic injection molding machine plays a role in the process of heating and injecting plastic material into the mold. This machine can be used as an alternative to overcome problems caused by plastic waste, namely by processing plastic waste into more useful products. This machine has the advantage of being able to speed up the production process because it is more effective compared to using human power or manual production processes. In this research, the machine design was carried out, which included the selection of components and materials that would be used in the vertical plastic injection molding machine, as well as the design or drawing of the machine that would be made. The research method used was a quantitative method through surveys and direct observation of the research subjects. Several things that were observed in this design were pneumatic components, heating systems, and dimensions of machine parts. The results obtained in this design were in the form of component and material specification data to be used in the machine as well as technical drawings or designs of the machine. The selection of components and material specifications according to the needs could help the machine work well, as well as the use of Solidworks software, which was very helpful in making technical drawings and providing a detailed picture of the machine to be manufactured.

Keywords: *Injection Molding Machine, Pneumatics, Design, Solidworks Software*

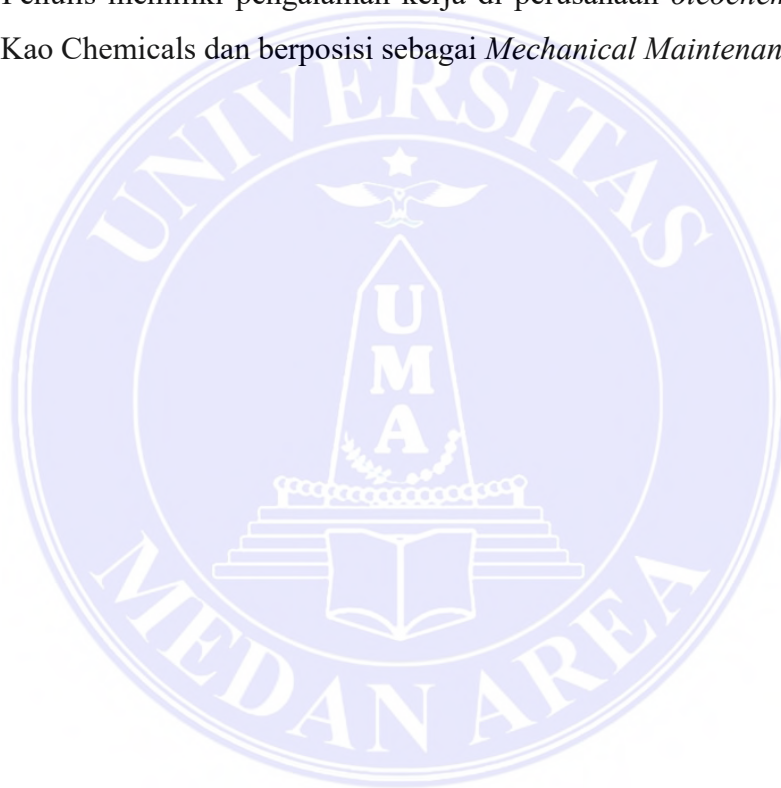


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dumai Pada Tanggal 08 Mei 1998 dari ayah Idra Sariman dan ibu Danny Wanty.

Tahun 2016 Penulis lulus dari SMA Negeri Binaan Khusus Kota Dumai kemudian pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan dan pada tahun 2022 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Penulis memiliki pengalaman kerja di perusahaan *oleochemical* yaitu PT Apical Kao Chemicals dan berposisi sebagai *Mechanical Maintenance Technician*.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Material Maju dengan judul Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume Cetakan 300 cm³.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan satu tim dan teman-teman satu angkatan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Dicke Joshua)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perancangan	7
2.2 Jenis-Jenis Pengecoran Plastik.....	8
2.3 Mesin <i>Injection Molding Vertical</i>	11
2.4 Sistem Pneumatik	22
2.5 Plastik.....	24
2.6 Plastik PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	26
2.7 Sifat Termal Plastik	27
2.8 Dasar Perhitungan dan Perancangan Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	29
2.9 Pemilihan dan Perhitungan Komponen Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	33
2.10 Pemilihan dan Perhitungan Bahan Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	53
2.11 Perhitungan Dimensi pada Bagian Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	74
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	80
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	80
3.2 Bahan dan Alat.....	81
3.3 Metode Penelitian	103
3.4 Populasi dan Sampel	104
3.5 Prosedur Kerja	105
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	107
4.1 Hasil	107
4.2 Pembahasan	125
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	202
5.1 Simpulan	202
5.2 Saran	204

DAFTAR PUSTAKA206
LAMPIRAN208



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Plastik dan Penggunaannya	26
Tabel 2.2. Titik Leleh dan Titik Transisi Plastik	28
Tabel 2.3. Gaya Piston	41
Tabel 2.4. Modulus Geser Pegas	50
Tabel 2.5. Kekuatan Tarik Bahan	73
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	80
Tabel 3.2. Spesifikasi Pelat Baja	82
Tabel 3.3. Spesifikasi Silinder Baja Pejal	82
Tabel 3.4. Spesifikasi Silinder <i>Stainless Steel</i> Pejal	83
Tabel 3.5. Spesifikasi Silinder Kuningan Pejal	84
Tabel 3.6. Spesifikasi Pipa Baja Karbon	85
Tabel 3.7. Spesifikasi Besi CNP	85
Tabel 3.8. Spesifikasi Baut	86
Tabel 3.9. Spesifikasi Silinder Pneumatik	88
Tabel 3.10. Spesifikasi Kompresor	88
Tabel 3.11. Spesifikasi <i>Solenoid Valve</i>	89
Tabel 3.12. Spesifikasi <i>Filter Regulator Lubricator</i>	90
Tabel 3.13. Spesifikasi Pegas	91
Tabel 3.14. Spesifikasi <i>Band Heater Element</i>	92
Tabel 3.15. Spesifikasi Panel Listrik	93
Tabel 3.16. Spesifikasi Selang Angin	94
Tabel 3.17. Spesifikasi <i>Pneumatic Fittings</i>	95
Tabel 3.18. Spesifikasi <i>Speed Controller</i>	95
Tabel 3.19. Spesifikasi <i>Silencer</i>	96
Tabel 3.20. Spesifikasi <i>Thermocouple</i>	97
Tabel 3.21. Spesifikasi <i>Thermostat</i>	98
Tabel 3.22. Spesifikasi <i>Solid State Relay</i>	99
Tabel 3.23. Spesifikasi Kabel Listrik	100
Tabel 3.24. Spesifikasi Steker	101
Tabel 3.25. Spesifikasi <i>Push Button Switch</i>	102
Tabel 3.26. Spesifikasi <i>Miniature Circuit Breaker</i>	103
Tabel 3.27. Populasi dan Sampel	104
Tabel 4.1. Spesifikasi Bahan dan Alat	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Injection Molding</i>	9
Gambar 2.2. Proses Ekstrusi	10
Gambar 2.3. Proses <i>Blow Molding</i>	10
Gambar 2.4. Proses <i>Thermoforming</i>	11
Gambar 2.5. Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	14
Gambar 2.6. Silinder Pneumatik	14
Gambar 2.7. Kompresor	15
Gambar 2.8. <i>Hopper</i>	15
Gambar 2.9. <i>Barrel</i>	16
Gambar 2.10. <i>Nozzle</i>	16
Gambar 2.11. <i>Band Heater Element</i>	17
Gambar 2.12. <i>Solenoid Valve</i>	17
Gambar 2.13. <i>Filter Regulator Lubricator (FRL)</i>	19
Gambar 2.14. Panel Listrik	19
Gambar 2.15. <i>Air Hose</i>	20
Gambar 2.16. <i>Pneumatic Fittings</i>	20
Gambar 2.17. <i>Thermocouple</i>	21
Gambar 2.18. <i>Thermostat</i>	21
Gambar 2.19. <i>Solid State Relay (SSR)</i>	22
Gambar 2.20. Sistem Pneumatik	24
Gambar 2.21. Nomor Kode dan Jenis Termoplastik	25
Gambar 2.22. Hukum <i>Bernoulli</i> pada <i>Barrel</i> dan <i>Nozzle</i>	31
Gambar 2.23. Persamaan Kontinuitas	32
Gambar 2.24. Konstruksi Silinder Kerja Tunggal	35
Gambar 2.25. Konstruksi Silinder Kerja Ganda	37
Gambar 2.26. Silinder Kerja Ganda	39
Gambar 2.27. Kompresor Torak Resiprokal	47
Gambar 2.28. Pembebanan pada Pegas	49
Gambar 2.29. Defleksi pada Pegas Tekan	49
Gambar 2.30. Katup 2/2	52
Gambar 2.31. Katup 3/2	52
Gambar 2.32. Katup 4/2	52
Gambar 2.33. Katup 5/2	53
Gambar 2.34. Tegangan <i>Bending</i> pada Pelat Baja	64
Gambar 2.35. Bentuk Penampang Silinder Pejal	69
Gambar 2.36. Beban Tarik pada Baut	71
Gambar 2.37. Terminologi pada Baut dan Mur	72
Gambar 2.38. <i>Barrel</i> Bentuk Tabung	76
Gambar 2.39. <i>Barrel</i> Bentuk Kerucut Terpancung	76
Gambar 2.40. <i>Hopper</i>	77
Gambar 2.41. Volume 1 <i>Injector</i>	78
Gambar 2.42. Volume 2 <i>Injector</i>	79
Gambar 2.43. <i>Injector</i>	79
Gambar 3.1. Plastik Jenis PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	81
Gambar 3.2. Pelat Baja	81
Gambar 3.3. Silinder Baja Pejal	82

Gambar 3.4. Silinder <i>Stainless Steel</i> Pejal	83
Gambar 3.5. Silinder Kuningan Pejal	84
Gambar 3.6. Pipa Baja Karbon	84
Gambar 3.7. Besi CNP	85
Gambar 3.8. Baut	86
Gambar 3.9. <i>Software Solidworks</i>	87
Gambar 3.10. Silinder Pneumatik	87
Gambar 3.11. Kompresor	88
Gambar 3.12. <i>Solenoid Valve</i>	89
Gambar 3.13. <i>Filter Regulator Lubricator (FRL)</i>	90
Gambar 3.14. Pegas pada <i>Barrel</i>	91
Gambar 3.15. Pegas pada Pelat Cetakan	91
Gambar 3.16. <i>Band Heater Element</i>	92
Gambar 3.17. Panel Listrik	93
Gambar 3.18. <i>Air Hose</i> (Selang Angin)	93
Gambar 3.19. <i>Elbow Fittings</i>	94
Gambar 3.20. <i>Straight Fittings</i>	94
Gambar 3.21. <i>Speed Controller</i>	95
Gambar 3.22. <i>Silencer</i>	96
Gambar 3.23. <i>Thermocouple</i>	97
Gambar 3.24. <i>Thermostat</i>	98
Gambar 3.25. <i>Solid State Relay</i>	99
Gambar 3.26. Kabel Listrik <i>Multi Core</i>	100
Gambar 3.27. Kabel Listrik <i>Single Core</i>	100
Gambar 3.28. Steker	101
Gambar 3.29. <i>Push Button Switch</i>	102
Gambar 3.30. <i>Miniature Circuit Breaker</i>	102
Gambar 3.31. Diagram Alir Perancangan Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	106
Gambar 4.1. Desain Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	107
Gambar 4.2. Komponen Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	108
Gambar 4.3. Pelat Dudukan Silinder Pneumatik	117
Gambar 4.4. Pelat Dudukan <i>Barrel</i>	117
Gambar 4.5. Pelat Dudukan Cetakan	118
Gambar 4.6. Tiang Penyangga Mesin	119
Gambar 4.7. Tiang Penyangga <i>Barrel</i>	119
Gambar 4.8. <i>Barrel</i>	121
Gambar 4.9. Pelat Dudukan Silinder Pneumatik	153
Gambar 4.10. Pelat Dudukan <i>Hopper</i>	155
Gambar 4.11. Pelat Dudukan <i>Barrel</i>	157
Gambar 4.12. Pelat Dudukan Cetakan	159
Gambar 4.13. Pelat <i>Base Frame</i> Mesin	161
Gambar 4.14. Tiang Penyangga Mesin	163
Gambar 4.15. Tiang Penyangga <i>Barrel</i>	165
Gambar 4.16. <i>Injector</i>	166
Gambar 4.17. <i>Hopper</i>	168
Gambar 4.18. <i>Mold Clamp</i>	170
Gambar 4.19. <i>Barrel</i>	172

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Silinder Pneumatik	208
Lampiran 2.	<i>Solenoid Valve</i>	212
Lampiran 3.	<i>Filter Regulator Lubricator</i>	214
Lampiran 4.	Massa Bagian-Bagian Mesin	216
Lampiran 5.	Gambar Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	222
Lampiran 6.	Gambar Komponen Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	223
Lampiran 7.	Gambar Posisi Las Mesin <i>Plastic Injection Molding Vertical</i>	224
Lampiran 8.	Gambar Pelat Dudukan Silinder Pneumatik	225
Lampiran 9.	Gambar Tiang Penyangga Mesin	226
Lampiran 10.	Gambar <i>Hopper</i>	227
Lampiran 11.	Gambar <i>Frame</i> Panel Listrik	228
Lampiran 12.	Gambar <i>Injector</i>	229
Lampiran 13.	Gambar Pelat Dudukan <i>Hopper</i>	230
Lampiran 14.	Gambar Pelat Dudukan <i>Barrel</i>	231
Lampiran 15.	Gambar <i>Barrel</i>	232
Lampiran 16.	Gambar <i>Nozzle</i>	233
Lampiran 17.	Gambar Pelat Dudukan Cetakan	234
Lampiran 18.	Gambar Pelat <i>Base Frame</i> Mesin	235
Lampiran 19.	Gambar Tiang Penyangga <i>Barrel</i>	236
Lampiran 20.	Gambar Corong Saluran Plastik (<i>Feed</i>)	237
Lampiran 21.	Gambar <i>Bushing Rail</i>	238
Lampiran 22.	Gambar <i>Bushing Stopper</i>	239
Lampiran 23.	Gambar <i>Mold Clamp</i>	240
Lampiran 24.	Gambar <i>Bushing Stopper</i> pada Pelat Cetakan	241
Lampiran 25.	Gambar Kaki Penopang	242

DAFTAR NOTASI

$\bar{\sigma}_b$	= Tegangan <i>bending</i> yang diizinkan (N/cm ²)
$\bar{\sigma}_t$	= Tegangan tarik yang diizinkan (N/cm ²)
A	= Luas penampang (cm ²)
C_{barrel}	= Kalor jenis <i>barrel</i> (J/g°C)
d_{baut}	= Diameter baut (cm)
d_{pegas}	= Diameter kawat pegas (cm)
D_{pegas}	= Diameter pegas (cm)
d_{piston}	= Diameter batang piston (cm)
D_{piston}	= Diameter piston (cm)
d_{tiang}	= Diameter tiang (cm)
F_d	= Gaya tekan (N)
F_{maju}	= Gaya piston langkah maju (N)
F_{mundur}	= Gaya piston langkah mundur (N)
f_{pegas}	= Defleksi pada pegas (cm)
h_1	= Ketinggian titik acuan 1 dari datum (cm)
h_2	= Ketinggian titik acuan 2 dari datum (cm)
M_b	= Momen <i>bending</i> (Ncm)
$m_{plastik}$	= Massa plastik (g)
m_{barrel}	= Massa <i>barrel</i> (g)
n_{kerja}	= Siklus kerja
n_{pegas}	= Jumlah lilitan pegas
P_1	= Tekanan pada titik acuan 1 (<i>barrel</i>) (N/cm ²)
P_2	= Tekanan pada titik acuan 2 (<i>nozzle</i>) (N/cm ²)
P_{atm}	= Tekanan udara luar (N/cm ²)
P_e	= Tekanan udara kerja (N/cm ²)
P_{heater}	= Daya <i>heater</i> (watt)
$P_{kompresor}$	= Daya kompresor (watt)
Q_1	= Debit pada penampang besar (<i>barrel</i>) (cm ³ /s)
Q_2	= Debit pada penampang kecil (<i>nozzle</i>) (cm ³ /s)
$Q_{injeksi}$	= Kapasitas injeksi mesin (cm ³ /s)
Q_{v1}	= Kapasitas udara langkah maju (cm ³ /s)
Q_{v2}	= Kapasitas udara langkah mundur (cm ³ /s)
Q_{ve}	= Kapasitas udara yang dibutuhkan (cm ³ /s)
R_{hopper}	= Jari-jari penampang besar <i>hopper</i> (cm)
r_{hopper}	= Jari-jari penampang kecil <i>hopper</i> (cm)
$R_{injector}$	= Jari-jari penampang besar <i>injector</i> (cm)
$r_{injector}$	= Jari-jari penampang kecil <i>injector</i> (cm)
R_{barrel}	= Jari-jari penampang besar <i>barrel</i> (cm)
r_{barrel}	= Jari-jari penampang kecil <i>barrel</i> (cm)
t_1	= Waktu langkah maju piston (s)
t_2	= Waktu langkah mundur piston (s)
t_{hopper}	= Tinggi <i>hopper</i> (cm)
$t_{injeksi}$	= Waktu injeksi (s)

$t_{pemanasan}$	= Waktu pemanasan (s)
T_s	= Temperatur lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)
t_{barrel}	= Tinggi <i>barrel</i> (cm)
$t_{injector}$	= Tinggi <i>injector</i> (cm)
v_1	= Kecepatan piston langkah maju (cm/s)
v_2	= Kecepatan piston langkah mundur (cm/s)
V_{hopper}	= Volume <i>hopper</i> (cm^3)
$V_{injeksi}$	= Volume injeksi (cm^3)
$V_{plastik}$	= Volume plastik (cm^3)
V_{barrel}	= Volume <i>barrel</i> (cm^3)
W_b	= Momen tahanan <i>bending</i> (cm^3)
η_{heater}	= Efisiensi <i>heater</i> : 0,1-0,5
σ_b	= Tegangan <i>bending</i> yang terjadi (N/cm^2)
σ_{bbahan}	= Kekuatan <i>bending</i> bahan (N/cm^2)
σ_t	= Tegangan tarik yang terjadi (N/cm^2)
σ_{tbahan}	= Kekuatan tarik bahan (N/cm^2)
ΔT	= Perubahan temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Δx	= Perubahan panjang pegas (cm)
A	= Luas penampang (cm^2)
a	= Percepatan gravitasi (cm/s^2)
b	= Lebar pelat (cm)
d	= Diameter penampang (cm)
e	= Lengan gaya (cm)
F	= Gaya (N)
g	= Percepatan gravitasi (cm/s^2)
G	= Modulus geser pegas (N/cm^2)
h	= Tebal pelat (cm)
k	= Konstanta pegas (N/cm)
m	= Massa (g)
P	= Tekanan (N/cm^2)
R	= Jari-jari penampang besar (cm)
r	= Jari-jari penampang kecil (cm)
s	= Jarak (cm)
S	= Panjang langkah piston (<i>stroke</i>) (cm)
sf	= Faktor keamanan
T	= Temperatur yang diinginkan ($^{\circ}\text{C}$)
t	= Tinggi (cm)
t	= Waktu (s)
v	= Kecepatan (cm/s)
V	= Volume (cm^3)
μ	= Koefisien tekanan beban dorong : 0,85
π	= pi : 3,14
ρ	= Massa jenis (g/cm^3)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan merupakan suatu perubahan yang tidak diinginkan yang dapat terjadi di lingkungan sekitar dan dapat mempengaruhi kegiatan, kesehatan serta keselamatan makhluk hidup yang berada di sekitar lingkungan tersebut. Hal ini disebabkan oleh suatu zat pencemar yang disebut dengan polutan, suatu zat dikatakan sebagai polutan apabila jumlah bahan atau zat tersebut melebihi dari jumlah normal dan berada pada tempat yang tidak semestinya. Lingkungan yang tercemar dapat mengakibatkan keadaan ekosistem menjadi tidak seimbang bahkan dapat merusak ekosistem tersebut (Sultan dkk, 2021).

Salah satu jenis pencemar yang banyak ditemui di dalam kehidupan sehari-hari adalah sampah plastik. Pembuangan sampah plastik ke dalam air dan tanah telah menambah tingkat kerusakan alam. Sampah plastik terbuat dari bahan anorganik dan hal tersebut membuat plastik sangat sulit untuk terurai secara alami oleh bakteri pengurai dalam jangka waktu yang singkat dan apabila ditimbun dalam tanah, maka membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menguraikannya. Hal tersebut akan berdampak negatif bagi lingkungan, seperti dapat menyebabkan pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah, dan yang paling berbahaya dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global (Syarifudin, 2017).

Banyaknya limbah plastik ini tidak terlepas dari penggunaan plastik sebagai bahan baku akibat penggunaan produk berbahan plastik. Limbah plastik berasal dari sampah plastik yang dibuang sembarangan setelah selesai digunakan. Salah satu

produk berbahan plastik yang paling banyak digunakan adalah botol plastik. Botol plastik ini sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk pembungkus minuman atau air mineral. Hal ini mengakibatkan meningkatnya penggunaan plastik untuk kebutuhan sehari-hari baik itu dari penggunaan pribadi, toko ataupun perusahaan (Wijaya, 2022).

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan akibat limbah plastik tersebut yaitu dengan membuat sebuah mesin atau alat daur ulang limbah plastik. Salah satu teknik yang cukup efektif dan banyak digunakan untuk pengolahan limbah plastik adalah *injection molding*. Teknik ini banyak dipilih karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya memiliki kapasitas produksi yang tinggi, sisa penggunaan material yang sedikit serta tenaga kerja minimal (Firdausi dan Fikri, 2020).

Injection molding merupakan proses seperti jarum suntik di mana plastik dilelehkan di dalam *barrel* dan kemudian disuntikkan ke dalam cetakan, plastik cair tersebut akan memenuhi ruang pada cetakan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses siklus pada *injection molding* terdiri dari empat tahapan, pertama *clamping* sebelum injeksi plastik ke dalam cetakan, dua bagian cetakan harus tertutup rapat pada mesin, tahap kedua injeksi plastik cair yang disuntikkan ke dalam cetakan dan akan memenuhi ruang *cavity* sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Tahap ketiga *cooling* yang merupakan proses pendinginan plastik setelah proses injeksi, proses pendinginan terjadi secara langsung di dalam cetakan dengan sistem sirkulasi fluida di dalam cetakan, tahap keempat pelepasan produk dari cetakan (Gusniar, 2018).

Mesin ini memiliki keunggulan yaitu dapat mempercepat proses produksi karena lebih efektif jika dibandingkan dengan penggunaan tenaga manusia atau dengan proses produksi manual (Wijaya, 2022). Mesin ini menggunakan sistem pneumatik, di mana mesin ini menggunakan tenaga yang berasal dari kompresor. Kompresor digunakan untuk menggerakkan silinder pneumatik yang selanjutnya piston pada silinder pneumatik yang telah dihubungkan dengan *injector* akan mendorong material atau bahan plastik yang terdapat di dalam *barrel* menuju *mold* atau cetakan. Dengan adanya mesin ini dapat membantu proses daur ulang atau *recycle* limbah plastik dan dapat mengurangi efek negatif yang ditimbulkan akibat pencemaran limbah plastik terhadap lingkungan.

Salah satu mesin yang pernah dibuat sebelumnya adalah mesin *plastic injection molding horizontal* yang menggunakan sistem pneumatik, di mana mesin ini memiliki kekurangan yaitu konstruksi mesin yang tersusun secara *horizontal* mengakibatkan mesin menempati ruang yang lebih banyak, selain itu untuk mesin *plastic injection molding horizontal* yang menggunakan sistem pneumatik material plastik yang dimasukkan ke dalam *hopper* tidak langsung otomatis semuanya masuk ke dalam *barrel*, material plastik akan tertahan pada *hopper* dan di dalam *barrel* yang posisinya tegak lurus dengan *hopper*, sehingga hal tersebut memungkinkan adanya material plastik yang tidak ikut terdorong masuk ke dalam *barrel* pada saat silinder pneumatik mulai mendorong plastik tersebut. Hal inilah yang menjadi dasar penulis mengambil judul ini, dan diharapkan mesin ini dapat mengatasi kekurangan pada mesin *plastic injection molding horizontal*.

Mesin *plastic injection molding vertical* memiliki beberapa kelebihan seperti konstruksi mesin yang tersusun secara *vertical* akan meminimalisir

penggunaan ruang, sehingga dapat dikatakan mesin *injection molding vertical* ini lebih hemat tempat dibandingkan dengan mesin *injection molding horizontal*, selain itu pada mesin *injection molding vertical* material plastik yang dimasukkan ke dalam *hopper* akan otomatis masuk ke dalam *barrel* karena adanya gaya gravitasi bumi, mesin ini juga lebih mudah dalam perawatan karena mesin ini memiliki konstruksi yang lebih sederhana dan mudah diakses untuk melakukan perawatan maupun perbaikan, selain itu untuk produk plastik yang lebih kecil dan sederhana maka akan lebih efektif menggunakan mesin *plastic injection molding vertical* ini.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan mesin *plastic injection molding vertical* yang meliputi pemilihan komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* serta desain atau gambar dari mesin yang akan dibuat. Nantinya hasil dari perancangan mesin ini akan digunakan oleh teknisi pembuat mesin untuk mempermudah dalam proses pembuatan mesin *plastic injection molding vertical*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka dalam perancangan mesin *plastic injection molding vertical* ini diperoleh beberapa perumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana perancangan dari mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik agar dapat digunakan untuk proses daur ulang limbah plastik?

- b. Bagaimana menentukan komponen-komponen yang sesuai untuk digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik agar mesin dapat beroperasi dengan baik?
- c. Bagaimana menentukan bahan yang sesuai untuk digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik?
- d. Bagaimana menentukan dimensi bagian mesin yaitu *barrel* dan *hopper*, agar dapat digunakan untuk menampung material plastik sesuai dengan kebutuhan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan yang ingin dicapai dari perancangan mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah untuk:

- a. Merancang mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik agar dapat digunakan untuk proses daur ulang limbah plastik.
- b. Menentukan komponen-komponen yang sesuai untuk digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik agar mesin dapat beroperasi dengan baik.
- c. Menentukan bahan yang sesuai untuk digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik.
- d. Menentukan dimensi bagian mesin yaitu *barrel* dan *hopper*, agar dapat digunakan untuk menampung material plastik sesuai dengan kebutuhan pada mesin *plastic injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dipaparkan, adapun hipotesis penelitian dalam perancangan mesin *plastic injection molding vertical* menggunakan sistem pneumatik dengan volume cetakan 300 cm³ yaitu dengan pemilihan komponen dan bahan yang sesuai pada mesin, diharapkan dapat membantu mesin agar beroperasi dengan baik dan dengan menggunakan *software Solidworks* diharapkan dapat membantu dan mempermudah proses perancangan mesin.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perancangan mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah sebagai berikut:

- a. Menambah wawasan mengenai perancangan mesin *plastic injection molding vertical* dengan sistem pneumatik dan kegunaannya dalam dunia industri pemesinan.
- b. Merupakan proses belajar secara nyata dalam merancang, mengembangkan, dan menciptakan suatu mesin yang dapat bermanfaat untuk diri sendiri maupun masyarakat secara luas.
- c. Sebagai suatu sarana untuk menerapkan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dalam bidang pengolahan limbah plastik, dengan cara mengolah limbah plastik tersebut menjadi sebuah produk yang bermanfaat.
- d. Dapat memberikan dampak positif terhadap pengembangan sarana Laboratorium Universitas Medan Area.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

Perancangan adalah proses penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi sebagai perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (*system flowchart*), yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem (Arjun, 2021). Terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan yaitu:

- a. Aktivitas dengan maksud tertentu.
- b. Sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia.
- c. Berdasarkan pada pertimbangan teknologi.

Karakteristik perancang merupakan karakteristik yang harus dimiliki oleh seorang perancang antara lain (Arjun, 2021):

- a. Mempunyai kemampuan untuk mengidentifikasi masalah.
- b. Memiliki imajinasi untuk memprediksi masalah yang mungkin akan timbul.
- c. Berdaya cipta.
- d. Mempunyai kemampuan untuk menyederhanakan persoalan.
- e. Mempunyai keahlian dalam bidang Matematika, Fisika atau Kimia tergantung dari jenis rancangan yang akan dibuat.
- f. Dapat mengambil keputusan terbaik berdasarkan analisa dan prosedur yang benar.

g. Mempunyai sifat yang terbuka (*open minded*) terhadap kritik dan saran dari orang lain.

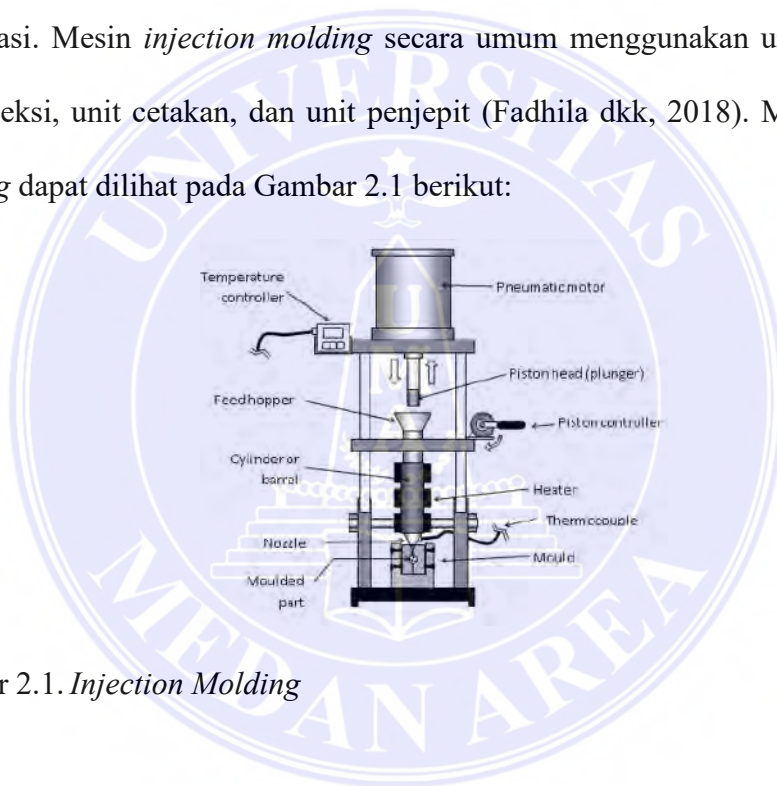
Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan NIDA, yang merupakan kepanjangan dari *Need, Idea, Decision, dan Action*. Artinya tahap pertama seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan (*need*). Sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide (*idea*) yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (*decision*) suatu alternatif yang terbaik dan pada akhirnya dilakukan suatu proses pembuatan (*action*) (Arjun, 2021).

2.2 Jenis-Jenis Pengecoran Plastik

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan material cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan dan dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin. Pengecoran digunakan untuk membuat bagian mesin dengan bentuk yang kompleks. Pengecoran dapat berupa material logam cair atau plastik yang bisa meleleh (termoplastik), material yang larut air misalnya beton atau *gips*, dan material lain yang dapat menjadi cair atau pasta ketika dalam kondisi basah, seperti tanah liat yang jika dalam kondisi kering akan berubah menjadi keras dalam cetakan dan terbakar dalam perapian (Alfara dkk, 2020). Ada banyak cara yang bisa digunakan dalam memperoleh plastik, dengan menggunakan metode dan alat yang berbeda-beda pula. Adapun cara memperolehnya adalah sebagai berikut:

a. Proses *Injection Molding*

Proses *injection molding* merupakan suatu proses pencetakan material *thermoplastic* yang dipanaskan, kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan dan didinginkan, sehingga terbentuklah suatu produk sesuai dengan bentuk cetakannya. Beberapa alasan mengapa *injection molding* dipilih karena dapat membuat produk dengan dimensi yang kecil, dalam sekali proses pencetakan bisa membuat banyak produk, kepresisian produk dapat dicapai, serta bentuk dan detail produk yang bervariasi. Mesin *injection molding* secara umum menggunakan unit penggerak, unit injeksi, unit cetakan, dan unit penjepit (Fadhila dkk, 2018). Mesin *injection molding* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



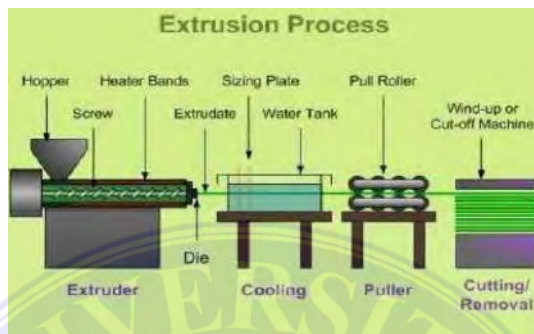
Gambar 2.1. *Injection Molding*

b. Proses Ekstrusi

Ekstrusi merupakan proses membuat benda dengan bentuk penampang yang tetap. Kelebihan proses ini adalah dapat membuat benda dengan bentuk penampang yang rumit, dapat memproses bahan yang rapuh karena pada proses ekstrusi hanya bekerja tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja, dan plastik adalah contoh bahan yang paling banyak digunakan dengan proses ekstrusi, salah satu contoh benda dari baja yang

dibuat dengan proses ekstrusi adalah rel kereta api. Khusus untuk ekstrusi plastik proses pemanasan dan pelunakan bahan baku terjadi di dalam *barrel* akibat adanya pemanas dan gesekan antar material akibat putaran dari *screw* (Alfara dkk, 2020).

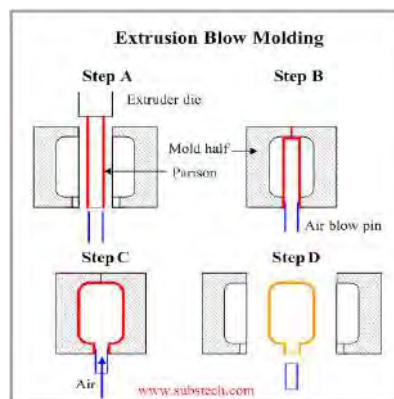
Proses ekstrusi dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2. Proses Ekstrusi (Alfara dkk, 2020)

c. Proses *Blow Molding*

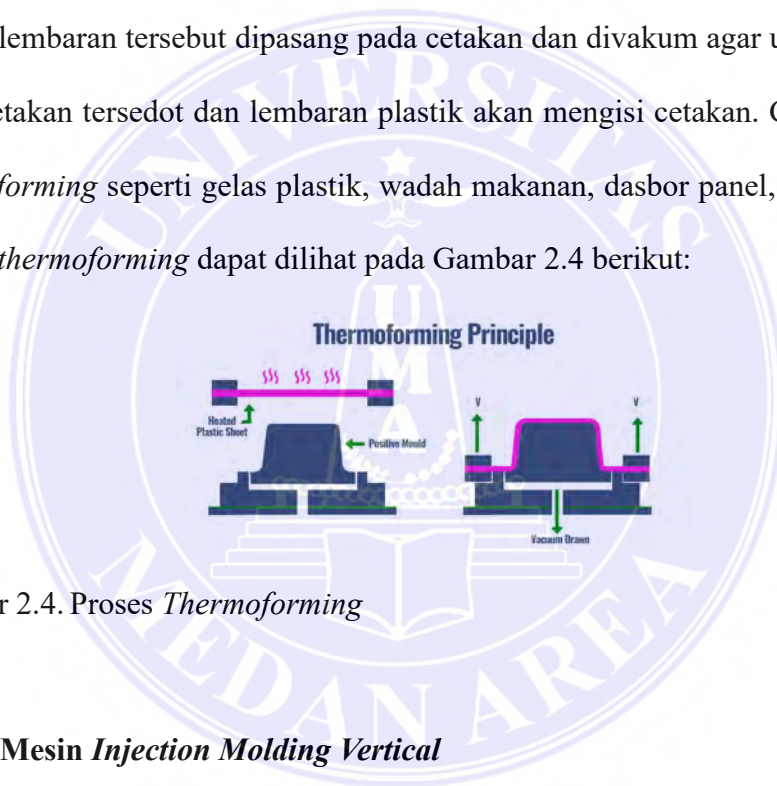
Blow molding adalah proses manufaktur plastik untuk membuat produk-produk berongga (botol) di mana *parison* yang dihasilkan dari proses ekstrusi dikembangkan dalam cetakan oleh tekanan gas. Pada dasarnya *blow molding* adalah pengembangan dari proses ekstrusi pipa dengan penambahan mekanisme cetakan dan peniupan (Alfara dkk, 2020). Proses *blow molding* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3. Proses *Blow Molding* (Alfara dkk, 2020)

d. Proses *Thermoforming*

Thermoforming adalah proses siklus untuk membuat produk lembaran plastik dengan pemanasan kemudian diikuti pembentukan dengan cara pengisapan atau penekanan ke rongga *mold*. Ada banyak perbedaan jenis proses *thermoforming* termasuk vakum pembentukan, pembentukan tekanan, *plug* pembantu pembentukan, dan yang lainnya (Arjun, 2021). Proses awal adalah pemanasan lembaran plastik menggunakan *oven*. Setelah lembaran plastik cukup memenuhi syarat, lembaran tersebut dipasang pada cetakan dan divakum agar udara yang ada pada cetakan tersedot dan lembaran plastik akan mengisi cetakan. Contoh produk *thermoforming* seperti gelas plastik, wadah makanan, dasbor panel, dan lain- lain. Proses *thermoforming* dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4. Proses *Thermoforming*

2.3 Mesin *Injection Molding Vertical*

Mesin *injection molding vertical* berperan dalam proses pemanasan dan penyuntikan material plastik menuju cetakan. Salah satu komponen pada unit injeksi adalah *hopper* yang berfungsi sebagai wadah untuk menampung material plastik. *Hopper* juga berfungsi sebagai tempat memasukkan material plastik ke dalam *barrel*. *Barrel* memiliki fungsi sebagai tempat untuk memanaskan material hingga menjadi lelehan dan selanjutnya plastik yang telah meleleh diinjeksikan masuk ke dalam cetakan. Untuk melakukan proses injeksi plastik cair dari *barrel*

dibantu oleh sebuah silinder pneumatik. Material plastik akan meleleh karena disebabkan oleh *heater* yang terdapat pada *barrel*. Plastik cair diinjeksi ke dalam cetakan secara cepat melalui *nozzle* kemudian menuju cetakan (Wijaya, 2022).

Mesin *injection molding vertical* ini memiliki konstruksi mesin yang tersusun secara vertikal. Komponen-komponen pada mesin *injection molding* ini disusun secara vertikal. Pada umumnya mesin *plastic injection molding vertical* ini digunakan untuk kapasitas yang tidak terlalu besar.

Cara kerja mesin *injection molding vertical* ini dimulai dengan memasukkan biji plastik atau plastik yang telah dicacah melalui *hopper* dan kemudian plastik akan masuk ke dalam *barrel*, di dalam *barrel* plastik akan dicairkan dengan memanfaatkan panas yang berasal dari *heater* yang dipasang pada *barrel* tersebut. Kemudian plastik cair akan didorong keluar oleh *injector* yang telah dihubungkan ke silinder pneumatik. Silinder pneumatik beroperasi dengan memanfaatkan udara bertekanan yang berasal dari kompresor. Untuk mengontrol gerakan keluar dan masuk silinder pneumatik digunakan katup pengontrol arah yaitu *solenoid valve*. Plastik cair akan didorong atau diinjeksikan secara cepat melalui *nozzle* dan selanjutnya akan masuk ke dalam *mold* atau cetakan.

Mesin tipe ini pada umumnya menggunakan sistem penggerak fluida bertekanan baik itu menggunakan sistem pneumatik ataupun hidrolis. Namun mengingat kapasitas mesin yang tidak terlalu besar, maka akan lebih efisien jika menggunakan sistem pneumatik. Penggunaan mesin *plastic injection molding vertical* ini memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

- a. Konstruksi mesin yang tersusun secara *vertical* akan meminimalisir penggunaan ruang, sehingga dapat dikatakan mesin *injection molding vertical* ini lebih hemat

tempat dibandingkan dengan mesin *injection molding horizontal*.

- b. Khusus untuk mesin *injection molding* yang menggunakan silinder pneumatik untuk mendorong material plastik, maka mesin tipe *vertical* memiliki keuntungan jika dibandingkan dengan tipe *horizontal*. Pada mesin *injection molding vertical* material plastik yang dimasukkan ke dalam *hopper*, akan otomatis masuk ke dalam *barrel* karena adanya gaya gravitasi bumi, sementara pada mesin *injection molding horizontal*, material plastik yang dimasukkan ke dalam *hopper* tidak langsung otomatis semuanya masuk ke dalam *barrel*, material plastik akan tertahan pada *hopper* dan di dalam *barrel* yang posisinya tegak lurus dengan *hopper*, sehingga hal tersebut memungkinkan adanya material plastik yang tidak ikut terdorong masuk ke dalam *barrel*.
- c. Mesin *plastic injection molding vertical* memungkinkan pencetakan komponen gabungan sisipan atau plastik-logam.
- d. Pada mesin *plastic injection molding vertical* mekanisme injeksi biasanya terletak di bagian atas cetakan. Gaya gravitasi berperan besar dalam proses mengisi rongga cetakan, bersamaan dengan tekanan injeksi. Hal ini dapat membantu waktu pengisian dan konsistensi.

Selain memiliki beberapa keuntungan, mesin *injection molding vertical* ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti mesin dengan tipe ini jarang digunakan untuk kapasitas yang besar, kemudian untuk mesin *injection molding vertical* yang menggunakan sistem pneumatik, apabila pada bagian bawah *barrel* terdapat ruang yang tidak terjangkau oleh *injector* maka akan menyisahkan plastik cair di dalam ruang tersebut dan mengakibatkan plastik cair tersebut akan jatuh secara otomatis karena adanya gaya gravitasi bumi, oleh karena itu ruang kosong tersebut harus

sangat diantisipasi agar plastik cair yang terdapat di dalam *barrel* sepenuhnya dapat didorong atau diinjeksikan keluar. Mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5. Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Bagian dan komponen mesin *plastic injection molding vertical* secara umum adalah sebagai berikut:

a. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik merupakan aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan udara bertekanan atau terkompresi untuk menghasilkan gerakan linier secara berulang-ulang yaitu gerakan keluar-masuk (Panca, 2018). Silinder pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6. Silinder Pneumatik

b. Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki

udara bertekanan untuk disuplai menuju komponen lainnya. Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan (Arif dan Faiq, 2018). Kompresor dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7. Kompresor

c. *Hopper*

Hopper merupakan wadah awal yang digunakan sebagai tempat untuk menampung material plastik yang akan dialirkan menuju *barrel* untuk dipanaskan dan dicairkan (Welta, 2022). *Hopper* dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8. *Hopper*

d. *Barrel*

Barrel merupakan bagian dari mesin yang mengalirkan plastik dari *hopper* menuju *nozzle*. Pada *barrel* terjadi proses pemanasan dan pencairan material plastik sebelum didorong keluar menuju *nozzle*. Pada *barrel* terdapat *band heater element* yang berfungsi sebagai elemen pemanas (Welta, 2022). *Barrel* dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9. *Barrel*

e. *Nozzle*

Nozzle merupakan bagian yang paling ujung yang terletak setelah *barrel*. *Nozzle* adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Pada mesin *plastic injection molding vertical*, plastik cair akan mengalir melalui *nozzle* dan kemudian akan dialirkan menuju *mold* atau cetakan (Welta, 2022). *Nozzle* dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut:



Gambar 2.10. *Nozzle*

f. *Band Heater Element*

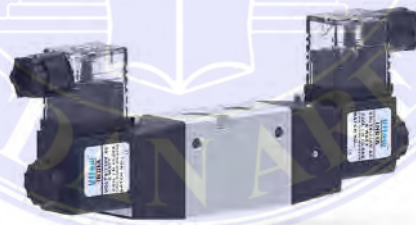
Band heater element merupakan jenis *heater* tabung yang banyak digunakan pada mesin pengolahan plastik dan sejenisnya. *Band heater element* berbentuk seperti tabung yang berfungsi untuk memanaskan silinder dengan dimensi tertentu. Ukurannya bisa disesuaikan dengan silinder yang akan dipanaskan (Okatama, 2016). *Band heater element* digunakan untuk melelehkan material plastik, sebelum material plastik tersebut didorong atau diinjeksikan keluar melalui *nozzle*. *Band heater element* dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11. *Band Heater Element*

g. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis (Wibowo, 2017). *Solenoid valve* dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut:



Gambar 2.12. *Solenoid Valve*

h. *Filter Regulator Lubricator (FRL)*

FRL adalah salah satu alat dari sistem pneumatik yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel seperti debu, minyak, dan partikel lainnya yang terdapat di udara. Udara yang dihisap oleh kompresor tidak sepenuhnya bersih, karena terdapat banyak jenis pencemar atau pengotor di atmosfer. Untuk

menghasilkan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, maka udara yang keluar harus disaring terlebih dahulu. Tiga elemen yang terdapat di dalam FRL adalah sebagai berikut (Arif dan Faiq, 2018):

1. *Air Filter* (Saringan Udara)

Penyaring udara digunakan untuk menyaring semua bentuk pengotor yang terkandung dalam udara, sehingga diperoleh udara yang bersih sebelum didistribusikan keperalatan pneumatik lainnya.

2. *Pressure Regulator* (Pengatur Tekanan)

Tekanan udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan yang didapat pada bagian-bagian kontrol atau bagian kerjanya. Untuk mengatur tekanan udara yang didistribusikan kebagian kontrol dan kerja digunakan *pressure regulator* yang biasanya dipasang secara bersatu dengan penyaring udara. Suatu sistem yang menggunakan tekanan harus mempunyai alat yang bisa mengukur tekanan yang dipakai untuk menjalankan sistem tersebut, *pressure gauge* pada sistem pneumatik digunakan untuk mengukur tekanan yang digunakan, baik tekanan dari kompresor ataupun tekanan sistem.

3. *Lubricator* (Pelumas)

Bagian-bagian yang bergerak dan menimbulkan gesekan memerlukan pelumas. Bagian yang bergerak meluncur termasuk di dalamnya peralatan pneumatik (silinder dan katup). Untuk menjamin supaya bagian-bagian yang bergesekan pada perlengkapan tersebut dapat bekerja dan dipakai secara terus-menerus, maka harus diberikan pelumas yang cukup. Jumlah tertentu dari minyak

pelumas ditambahkan ke dalam udara bertekanan dengan menggunakan perangkat pelumasan. Keuntungan menggunakan pelumas yaitu terjadinya penurunan gesekan, perlindungan terhadap korosi, dan umur pemakaian lebih lama. RFL dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut:



Gambar 2.13. *Filter Regulator Lubricator (FRL)*

i. Panel Listrik

Panel listrik digunakan sebagai tempat perangkat elektronik yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur dan disusun sedemikian rupa yang berfungsi untuk membagi, menyalurkan, dan mendistribusikan energi listrik dari sumbernya (pusat) menuju komponen elektronik lainnya. Panel listrik juga memiliki fungsi untuk menata rangkaian atau komponen listrik agar terlihat rapi dan aman. Panel listrik dapat dilihat pada Gambar 2.14 berikut:



Gambar 2.14. Panel Listrik

j. *Air Hose (Selang Angin)*

Selang angin ini berhubungan dengan sistem pendistribusian udara dalam sistem pneumatik. Untuk mendistribusikan udara bertekanan dari kompresor ke

peralatan pneumatik lainnya maka diperlukan selang yang berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan. Dengan tekstur yang fleksibel, *air hose* atau selang angin lebih sering digunakan sebagai pengganti pipa (Ashar dan Adi, 2018). *Air hose* dapat dilihat pada Gambar 2.15 berikut:



Gambar 2.15. *Air Hose*

k. *Pneumatic Fittings*

Pneumatic fittings digunakan untuk menghubungkan berbagai elemen atau *part* dalam sistem pneumatik, seperti pipa, selang, aktuator, dan elemen lainnya.

Pneumatic fittings dapat dilihat pada Gambar 2.16 berikut:



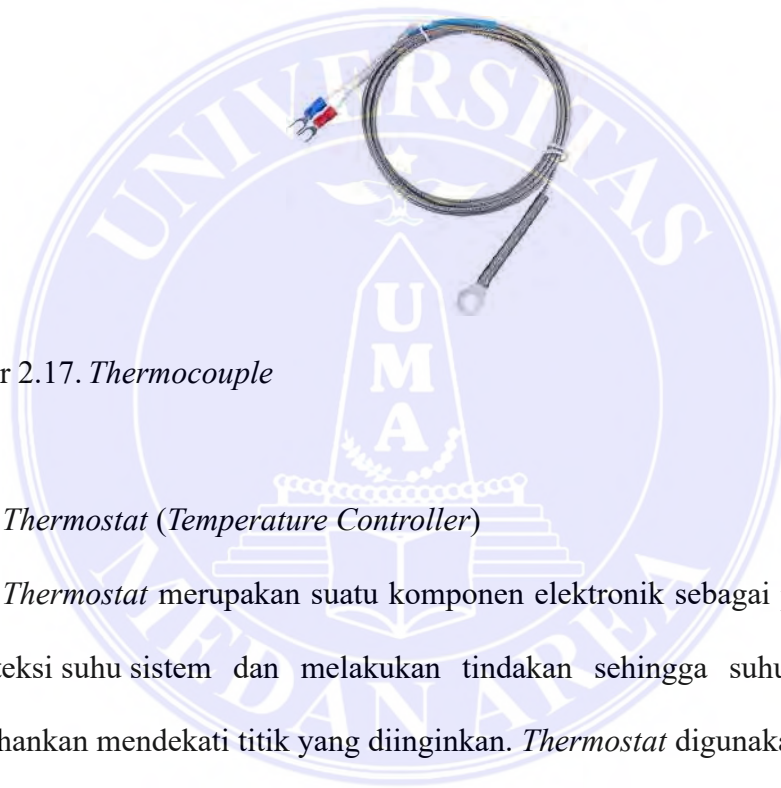
Gambar 2.16. *Pneumatic Fittings*

l. Sistem Kontrol Suhu

Sistem kontrol suhu digunakan untuk mengontrol bagian pemanas mesin yaitu *band heater element* yang terdapat pada bagian *barrel*, sehingga diperoleh temperatur yang diinginkan untuk melelehkan material plastik. Secara umum sistem kontrol suhu pada mesin *plastic injection molding vertical* terdiri dari beberapa komponen berikut:

1. *Thermocouple*

Thermocouple merupakan alat ukur yang memanfaatkan tegangan *thermo-electric* untuk dapat mendeteksi terjadinya perubahan suhu pada sebuah sistem (Welta, 2022). Pada mesin ini *thermocouple* berfungsi untuk mengukur suhu, kemudian hasil pembacaan suhu tersebut akan diproses oleh *thermostat*, agar diperoleh suhu sesuai dengan kebutuhan. *Thermocouple* dapat dilihat pada Gambar 2.17 berikut:



Gambar 2.17. *Thermocouple*

2. *Thermostat (Temperature Controller)*

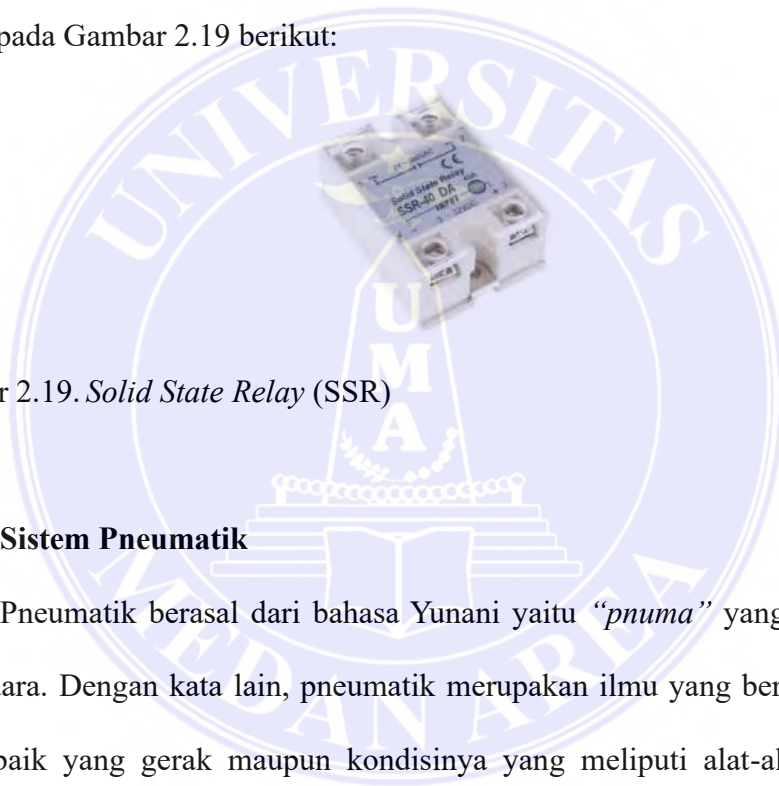
Thermostat merupakan suatu komponen elektronik sebagai pengatur yang mendeteksi suhu sistem dan melakukan tindakan sehingga suhu sistem bisa dipertahankan mendekati titik yang diinginkan. *Thermostat* digunakan pada sistem yang memanaskan atau mendinginkan hingga titik suhu yang diatur (Simamora dan Kolombus, 2023). *Thermostat* dapat dilihat pada Gambar 2.18 berikut:



Gambar 2.18. *Thermostat*

3. *Solid State Relay (SSR)*

Solid state relay digunakan sebagai sakelar elektronik yang biasa digunakan atau diaplikasikan di industri-industri sebagai *device* pengendali (Kustiawan, 2018). SSR merupakan jenis pengalih elektronik yang menggunakan komponen elektronika aktif untuk mengendalikan pengalihan arus dan tegangan listrik. SSR berfungsi untuk mengatur aliran listrik menuju *band heater element*, untuk melakukan kerja SSR menerima sinyal atau perintah dari *thermostat*. SSR dapat dilihat pada Gambar 2.19 berikut:



Gambar 2.19. *Solid State Relay (SSR)*

2.4 Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yaitu "*pnuma*" yang berarti angin atau udara. Dengan kata lain, pneumatik merupakan ilmu yang berkaitan dengan udara baik yang gerak maupun kondisinya yang meliputi alat-alat penggerak, pengukuran, pengaturan, pengendalian, perhubungan, dan perentangan yang mengambil gaya dan penggeraknya dari udara mampat. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi. Terdapat beberapa kelebihan penggunaan sistem pneumatik sebagai berikut (Alfara dkk, 2020):

- a. Fluida kerja mudah di dapat dan ditransfer.
- b. Penurunan tekanan relatif lebih kecil dibandingkan dengan sistem hidrolirik.
- c. Aman terhadap kebakaran.

- d. Media kontrol (udara) tak terbatas.
- e. Cepat atau responsif dibandingkan dengan hidrolik.
- f. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan-keadaan kerja tertentu.
- g. Memiliki beberapa tekanan kerja sesuai dengan kebutuhan pemakaian.

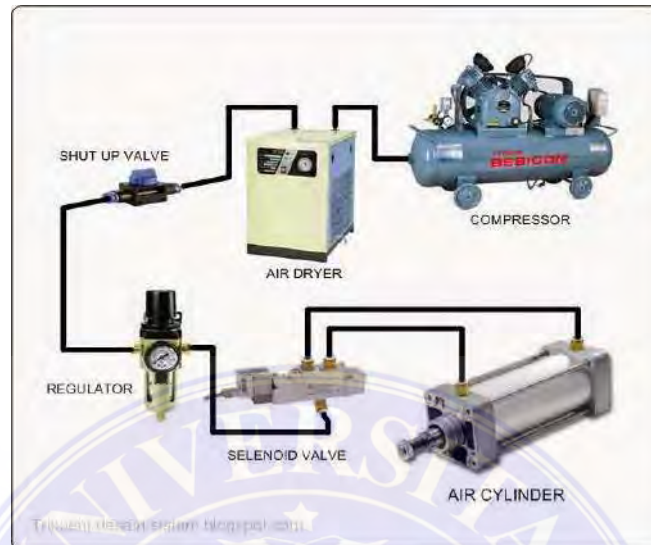
Selain memiliki kelebihan, terdapat juga kerugian dalam penggunaan sistem pneumatik antara lain (Alfara dkk, 2020):

- a. Gangguan suara yang bising.
- b. Gaya yang ditransfer terbatas.
- c. Dapat terjadi pengembunan.

Penggunaan udara bertekanan dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti menggeser, mendorong, mengangkat, menekan, dan sebagainya. Gerakan mekanik ini dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik, motor pneumatik, robot pneumatik translasi, rotasi maupun gabungan keduanya. Gabungan dari gerakan mekanik oleh aktuator pneumatik dapat dipadu menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus-menerus dan *flexible* (Alfara dkk, 2020).

Secara umum udara yang dihisap oleh kompresor, akan disimpan dalam tabung penampung. Sebelum digunakan udara dari kompresor diolah agar menjadi kering dan mengandung sedikit pelumas. Setelah melalui regulator udara dapat digunakan untuk menggerakkan katup penggerak, baik berupa silinder atau setang torak yang bergerak translasi, maupun motor pneumatik yang bergerak rotasi. Gerakan bolak-balik dan berputar pada aktuator selanjutnya digunakan untuk

berbagai keperluan gerakan yang selama ini dilakukan oleh manusia atau peralatan lain (Alfara dkk, 2020). Sistem pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2.20 berikut:



Gambar 2.20. Sistem Pneumatik

2.5 Plastik

Plastik merupakan bahan anorganik yang mempunyai kemampuan untuk dibentuk menjadi berbagai bentuk lainnya, apabila terpapar panas dan tekanan. Plastik dapat berbentuk batangan, lembaran atau blok, bila dalam bentuk produk dapat berupa botol, pembungkus makanan, pipa, peralatan makan, dan lain-lain. Komposisi dan material plastik adalah polimer dan zat *additive* lainnya. Polimer tersusun dari monomer-monomer yang terikat oleh rantai ikatan kimia (Arjun, 2021). Sifat-sifat plastik pada umumnya sebagai berikut (Alfara dkk, 2020):

- a. Tahan korosi oleh atmosfer ataupun oleh beberapa zat kimia.
- b. Berat jenisnya cukup rendah, sebagian mengapung dalam air, tetapi umumnya lebih berat.
- c. Beberapa cukup ulet dan kuat, tetapi kekuatannya dibawah logam dan berat jenis plastik lebih rendah.

Plastik memiliki sifat mekanik yang penting yaitu tidak mudah pecah karena pukulan (tidak rapuh). Beberapa bahan plastik koefisien geseknya sangat rendah sehingga sering digunakan sebagai bantalan kering (Alfara dkk, 2020). Plastik dikelompokkan menjadi dua macam yaitu:

a. Termoplastik

Termoplastik adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Jenis plastik ini dapat melebur atau meleleh pada temperatur tertentu, melekat mengikuti perubahan temperatur, bersifat dapat kembali menjadi ke bentuk asal atau menjadi keras apabila didinginkan (*reversible*). Contoh material dari termoplastik yaitu, PET (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), dan PS (*Polystyrene*). Jenis plastik lainnya (*other*) yang tergolong ke dalam termosplastik seperti PC (*Polycarbonate*) (Okatama, 2016). Jenis-jenis termoplastik dapat dilihat pada Gambar 2.21 berikut:



Gambar 2.21. Nomor Kode dan Jenis Termoplastik

b. Termoset

Termoset adalah plastik yang akan mengeras jika dipanaskan dan tidak bisa didaur ulang. Plastik ini tidak bisa mengikuti perubahan temperatur (*irreversible*) sehingga apabila jenis plastik ini telah mengeras maka bahan tidak bisa kembali

dilunakkan. Proses pemanasan dengan temperatur tinggi tidak dapat membuat jenis plastik ini menjadi lunak melainkan akan membentuk arang dan terurai. Contoh material dari termoset yaitu, PU (*Polyurethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), PS (*Polyester*), epoksi, dan lain-lain (Okatama, 2016).

Jenis-jenis plastik beserta dengan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Jenis Plastik dan Penggunaannya (Fadhila dkk, 2018)

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1.	PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, botol 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 air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol sampo, 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 <i>cup margarine</i> .
6.	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, tempat makanan dari <i>styrofoam</i> , dan tempat makan plastik transparan.
7.	<i>Other (O)</i> , jenis plastik lainnya selain dari nomor 1 hingga nomor 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego.

2.6 Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)

PET (*polyethylene terephthalate*) biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih atau transparan seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Botol jenis PET ini direkomendasikan hanya sekali pakai, bila terlalu sering dipakai apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas,

akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan akan mengeluarkan zat karsinogenik (salah satu penyebab kanker) dalam jangka panjang (Alfara dkk, 2020). Plastik PET memiliki massa jenis sebesar 750 kg/m^3 pada temperatur 250°C dan massa jenis sebesar 730 kg/m^3 pada temperatur 300°C (Istiqlaliyah dkk, 2018), kedua massa jenis ini merupakan massa jenis plastik PET pada saat berbentuk cair, sementara pada suhu ruangan atau pada saat berbentuk padat, plastik PET memiliki massa jenis sebesar $1,37 \text{ g/cm}^3$ (Miskah dkk, 2016). Pada mesin *plastic injection molding vertical* ini digunakan material plastik jenis PET (*polyethylene terephthalate*) sebagai bahan untuk uji coba mesin.

PET pada umumnya memiliki karakter yang sangat fleksibel dan tembus pandang. Bergantung pada proses pembuatannya, plastik PET bisa dibuat menjadi produk dengan sifat kaku maupun semi-kaku. Karakteristik dari plastik PET adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki sifat keras dan ringan sehingga mudah dan efisien untuk dijadikan kemasan dan aman digunakan untuk kemasan pangan.
- b. Memiliki resistansi yang cukup baik terhadap udara (oksigen dan karbondioksida) serta kelembapan.
- c. Plastik PET cocok untuk diaplikasikan pada produk yang transparan.
- d. Menunjukkan sifat isolasi listrik yang baik.

2.7 Sifat Termal Plastik

Beberapa sifat termal yang penting adalah titik leleh (T_m), suhu transisi (T_g), dan suhu dekomposisi. Suhu transisi adalah suhu di mana plastik mengalami struktur regangan dan terjadi transisi dari keadaan kaku menjadi keadaan yang lebih

fleksibel. Pada saat diatas titik leleh, volume plastik meningkat dan memungkinkan molekul bergerak lebih bebas, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan fleksibilitas. Titik leleh adalah suhu di mana plastik mulai melunak dan menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses likuifaksi. Ketika suhu melebihi suhu leleh, plastik cenderung mengalir dan strukturnya memburuk. Penguraian terjadi karena energi panas melebihi energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum, polimer terurai pada suhu di atas 1,5 kali suhu transisi (Wijaya, 2022). Sifat termal plastik ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Titik Leleh dan Titik Transisi Plastik (Surono, 2013)

No.	Jenis Bahan	Tm (Titik Leleh) (°C)	Tg (Titik Transisi) (°C)	Temperatur Kerja Maksimum (°C)
1.	PP	168	5	80
2.	HDPE	134	-110	82
3.	LDPE	330	-110	260
4.	PA	260	50	100
5.	PET	250	70	100
6.	ABS	-	110	85
7.	PS	-	90	70
8.	PMMA	-	100	85
9.	PC	-	150	246
10.	PVC	-	90	71

Temperatur injeksi adalah temperatur leleh plastik saat diinjeksikan ke dalam cetakan melalui *nozzle*. Penentuannya ditentukan menurut zona temperatur pemanas pada *barrel* yang disesuaikan menurut spesifikasi jenis material. Temperatur leleh material harus dijaga sepanjang aliran yang dimulai dari silinder pemanas atau *barrel* (Faradini, 2018).

2.8 Dasar Perhitungan dan Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Dalam perancangan mesin *plastic injection molding vertical* terdapat beberapa hal yang menjadi dasar perhitungan seperti volume plastik dalam bentuk cair dan padat, gaya untuk mendorong plastik cair, dan lainnya. Di mana beberapa hal tersebut nantinya akan dijadikan sebagai dasar baik dalam pemilihan komponen, bahan, serta dimensi pada bagian tertentu pada mesin, yang menjadi dasar perhitungan pada mesin adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Volume Plastik Cair

Volume merupakan perhitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam satu objek. Massa jenis (densitas atau kerapatan) adalah pengukuran massa tiap satuan volume benda atau perbandingan antara massa dengan volume benda. Jika semakin tinggi massa jenis suatu benda maka semakin besar massa setiap volumenya. Secara teoritis untuk menentukan volume benda dapat ditentukan jika massa benda dan massa jenis benda telah diketahui, untuk menentukan volume plastik cair di dalam *barrel* atau tabung pemanas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Secara umum rumus untuk menentukan massa jenis adalah sebagai berikut (Mott dkk, 2018):

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

$$\rho = \text{Massa jenis} \quad (\text{g/cm}^3)$$

$$m = \text{Massa} \quad (\text{g})$$

$$V = \text{Volume} \quad (\text{cm}^3)$$

Berdasarkan persamaan 2.1 maka secara teoritis untuk mencari massa dan volume plastik dapat menggunakan persamaan berikut:

Menentukan massa plastik:

$$m_{\text{plastik}} = V_{\text{plastik}} \times \rho_{\text{plastik}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Menentukan volume plastik:

$$V_{\text{plastik}} = \frac{m_{\text{plastik}}}{\rho_{\text{plastik}}} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

- V_{plastik} = Volume plastik (cm³)
- m_{plastik} = Massa plastik (g)
- ρ_{plastik} = Massa jenis plastik (g/cm³)

Tujuan dari menghitung volume plastik cair ini agar nantinya dapat ditentukan volume minimum ataupun dimensi dari beberapa bagian mesin seperti *hopper* dan *barrel*, sehingga dapat menampung plastik sesuai dengan kebutuhan mesin yaitu sebesar 300 cm³.

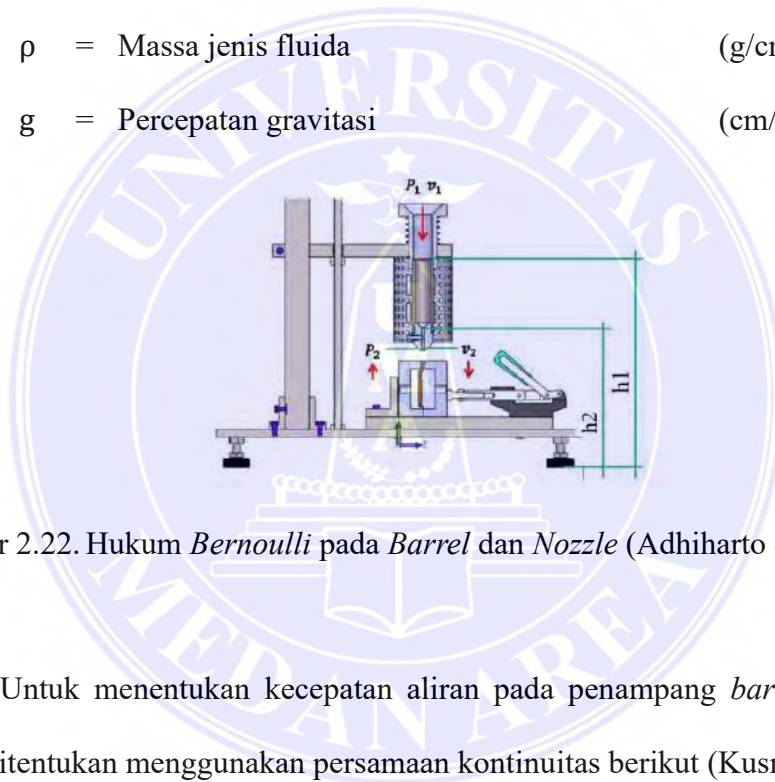
b. Gaya yang Dibutuhkan Untuk Mendorong Plastik Cair

Untuk menentukan gaya yang diperlukan, terlebih dahulu harus diketahui tekanan injeksi pada penampang *barrel* yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *Bernoulli* berikut (Kusrini, 2020):

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

- P_1 = Tekanan pada titik acuan 1 (*barrel*) (N/cm²)
- P_2 = Tekanan pada titik acuan 2 (*nozzle*) (N/cm²)
- v_1 = Kecepatan aliran pada titik acuan 1 (*barrel*) (cm/s)
- v_2 = Kecepatan aliran pada titik acuan 2 (*nozzle*) (cm/s)
- h_1 = Ketinggian titik acuan 1 dari datum (cm)
- h_2 = Ketinggian titik acuan 2 dari datum (cm)
- ρ = Massa jenis fluida (g/cm³)
- g = Percepatan gravitasi (cm/s²)



Gambar 2.22. Hukum *Bernoulli* pada *Barrel* dan *Nozzle* (Adhiharto ddk, 2017)

Untuk menentukan kecepatan aliran pada penampang *barrel* dan *nozzle* dapat ditentukan menggunakan persamaan kontinuitas berikut (Kusrini, 2020):

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots(2.5)$$

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2 \dots\dots\dots(2.6)$$

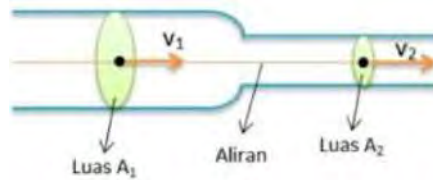
dimana:

- Q_1 = Debit pada penampang besar (*barrel*) (cm³/s)
- Q_2 = Debit pada penampang kecil (*nozzle*) (cm³/s)
- v_1 = Kecepatan aliran pada penampang besar (*barrel*) (cm/s)

v_2 = Kecepatan aliran pada penampang kecil (*nozzle*) (cm/s)

A_1 = Luas penampang besar (*barrel*) (cm²)

A_2 = Luas penampang kecil (*nozzle*) (cm²)



Gambar 2.23. Persamaan Kontinuitas (Kusrini, 2020)

Untuk menentukan luas penampang *barrel* dan *nozzle* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$A = \frac{\pi}{4} \times d^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana:

A = Luas penampang (cm²)

d = Diameter penampang (cm)

π = pi : 3,14

Setelah diperoleh tekanan pada titik acuan 1 (*barrel*), maka untuk menentukan gaya yang dibutuhkan untuk mendorong atau menekan material plastik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Adhiharto ddk, 2017):

$$F = P_1 \times A_{barrel} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana:

F = Gaya (N)

P_1 = Tekanan pada titik acuan 1 (N/cm²)

A_{barrel} = Luas penampang *barrel* (cm²)

c. Kapasitas Injeksi Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Kapasitas injeksi mesin mengacu kepada jumlah volume plastik yang diinjeksi per satuan waktu. Untuk menentukan kapasitas injeksi mesin *plastic injection molding vertical* dapat menggunakan persamaan berikut (Kusrini, 2020):

$$Q_{injeksi} = \frac{V_{injeksi}}{t_{injeksi}} \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana:

$$Q_{injeksi} = \text{Kapasitas injeksi mesin} \quad (\text{cm}^3/\text{s})$$

$$V_{injeksi} = \text{Volume injeksi} \quad (\text{cm}^3)$$

$$t_{injeksi} = \text{Waktu injeksi} \quad (\text{s})$$

d. Temperatur Injeksi

Temperatur injeksi merupakan temperatur leleh plastik saat akan diinjeksikan ke dalam cetakan melalui *nozzle*. Umumnya temperatur ini disesuaikan menurut spesifikasi jenis plastik yang telah ditetapkan industri pengolahan material plastik (Faradini, 2018). Dengan mengetahui temperatur injeksi selanjutnya dapat ditentukan pemilihan *heater* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical*, serta dapat menentukan temperatur kerja yang akan digunakan untuk melelehkan material plastik yang terdapat di dalam *barrel*.

2.9 Pemilihan dan Perhitungan Komponen Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Pada mesin *plastic injection molding vertical* ini menggunakan komponen-komponen untuk membantu kinerja dari mesin. Pemilihan komponen yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan, agar nantinya mesin dapat bekerja

dengan baik sesuai dengan kebutuhan. Berikut dasar dalam pemilihan komponen pada mesin *plastic injection molding vertical*:

a. Silinder Pneumatik

Dalam melakukan pemilihan silinder pneumatik dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengertian dan Konsep Dasar Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak-balik piston secara linier (gerakan keluar-masuk). Silinder pneumatik umumnya digunakan sebagai dua jenis silinder pneumatik yaitu, silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda. Perbedaan desain utama antara kedua silinder adalah jumlah *port*. Silinder kerja tunggal memiliki satu *port* tempat masuknya udara bertekanan, sedangkan silinder kerja ganda menggunakan dua *port* untuk beroperasi (Panca, 2018).

Meskipun kedua sistem menggunakan udara terkompresi sebagai sumber energi utama mereka, desain *port* mereka memungkinkan mereka untuk bekerja dengan sangat berbeda. Silinder kerja tunggal terutama digunakan dalam aplikasi industri di mana gaya diperlukan dalam satu arah, misalnya, mengeluarkan suku cadang atau barang dari ban berjalan. Silinder kerja ganda, disisi lain, dikenal luas dibanyak industri karena lebih cepat, lebih kuat, dan lebih efisien daripada silinder kerja tunggal. Aplikasi yang membutuhkan kecepatan dan kekuatan akan membutuhkan bantuan silinder kerja ganda sedangkan pekerjaan perakitan ringan dapat digunakan oleh silinder kerja tunggal. Dalam pengoperasiannya, silinder

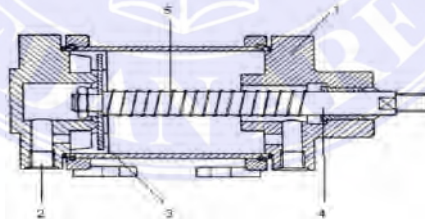
pneumatik di kontrol oleh katup pengontrol. Katup pengontrol ini berfungsi mengontrol arah udara yang masuk ke tabung silinder pneumatik (Panca, 2018).

2. Jenis Silinder Pneumatik

Pada umumnya terdapat dua jenis silinder pneumatik yang paling umum atau sering digunakan di industri yaitu:

a) Silinder Kerja Tunggal (*Single Acting Cylinder*)

Silinder kerja tunggal merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu *port* untuk masuknya udara bertekanan. Silinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston dalam satu arah saja (umumnya keluar) dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula. Silinder kerja tunggal, digunakan untuk *fail safe to close or open*, maksudnya saat sistem terjadi *blackout* (mati listrik) ataupun *emergency system*, maka silinder ini diminta untuk berada di posisi normal atau aman (Panca, 2018). Konstruksi silinder kerja tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.24 berikut:



Gambar 2.24. Konstruksi Silinder Kerja Tunggal (Panca, 2018)

dimana:

1. Rumah silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston

4. Batang piston
5. Pegas pengendali

Pada silinder kerja tunggal dengan pegas, langkah silinder dibatasi oleh panjangnya pegas. Oleh karena itu silinder kerja tunggal dibuat maksimum langkahnya sampai sekitar 80 mm (Panca, 2018). Silinder kerja tunggal (*single acting cylinder*) memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Desain sederhana dan mudah dipasang.
2. Biaya rendah untuk pembelian awal.
3. Dapat mengurangi biaya katup dan selang angin dibandingkan dengan silinder kerja ganda.

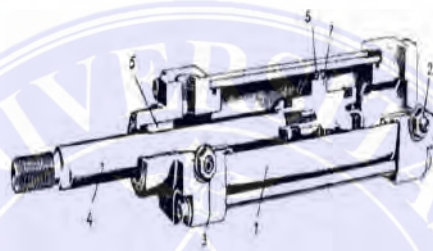
Selain kelebihan diatas silinder kerja tunggal (*single acting cylinder*) juga memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut:

1. Udara terkompresi membutuhkan persiapan yang tepat.
2. Pengurangan daya dorong karena gaya pegas yang berlawanan.
3. Dengan penggunaan pegas yang berkepanjangan langkah piston bisa menjadi tidak konsisten.
4. Seiring waktu pegas akan meregang dan menyebabkan presisi yang tidak akurat.

b) Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinder*)

Silinder kerja ganda merupakan silinder yang memiliki dua *port* untuk *instroke* dan *outstroke*. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali ke posisi awal

(menarik ke dalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal. Pada silinder kerja ganda, saat sistem terjadi *blackout* (mati listrik) ataupun *emergency system*, silinder boleh untuk tidak kembali ke posisi normal. Konstruksi silinder kerja ganda sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali (Panca, 2018). Konstruksi silinder kerja ganda dapat dilihat pada Gambar 2.25 berikut:



Gambar 2.25. Konstruksi Silinder Kerja Ganda (Panca, 2018)

dimana:

1. Batang atau rumah silinder
2. Saluran masuk udara
3. Saluran keluar udara
4. Batang piston
5. *Seal*
6. *Bearing*
7. Piston

Silinder kerja ganda dapat dibebani pada kedua arah gerakan pistonnya. Hal ini memungkinkan pemasangan yang lebih fleksibel. Gaya yang diberikan pada batang piston gerakan keluar lebih besar dari pada gerakan masuk. Karena efektif

permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston. Silinder aktif adalah dibawah kontrol suplai udara pada kedua arah gerakannya (Panca, 2018). Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Lebih banyak kontrol atas gerakan karena udara bertekanan bergerak dua arah.
2. Lebih cepat dan lebih kuat.
3. Menawarkan lebih banyak variasi desain seperti diameter piston dan panjang langkah (*stroke*) dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.

Selain kelebihan diatas silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut:

1. Harga lebih mahal dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.
2. Memerlukan ukuran *housing* yang lebih besar dan jika digunakan sebagai *feed cylinder* perlu digabungkan dengan sistem mesin lain.
3. Dalam situasi tertentu, konsumsi udara harus dihitung pada tingkat yang berbeda.

3. Karakteristik Silinder Pneumatik

Karakteristik dan spesifikasi silinder dapat ditentukan secara teori atau dengan data-data dari pabriknya. Kedua metode ini dapat dilaksanakan, tetapi biasanya untuk pelaksanaan dan penggunaan tertentu, data-data dari pabriknya adalah lebih akurat karena telah melalui proses pengujian. Berikut karakteristik yang dimiliki oleh silinder pneumatik:

a) Gaya Piston

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. Gaya piston secara teoritis dihitung menurut persamaan berikut:

Secara umum rumus mencari tekanan adalah sebagai berikut (Setiawan dan Rasma, 2019):

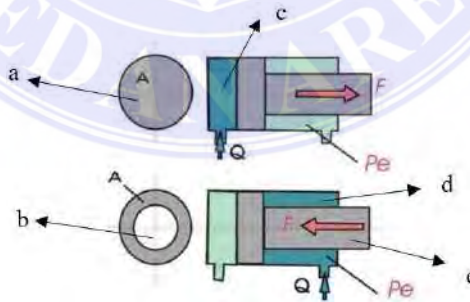
$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.10)$$

Berdasarkan persamaan 2.10 maka untuk menentukan gaya dapat menggunakan persamaan berikut:

$$F = P \times A \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana:

- P = Tekanan (N/cm²)
- F = Gaya (N)
- A = Luas penampang (cm²)



Gambar 2.26. Silinder Kerja Ganda

dimana:

- a. Diameter piston
- b. Diameter batang piston

- c. Udara bertekanan saat piston maju
- d. Udara bertekanan saat piston mundur
- e. Batang piston

Untuk menghitung gaya pada silinder kerja ganda dapat menggunakan persamaan berikut (Setiawan dan Rasma, 2019):

Langkah maju:

$$F_{\text{maju}} = D_{\text{piston}}^2 \times \frac{\pi}{4} \times P_e \times \mu \dots\dots\dots(2.12)$$

Langkah mundur:

$$F_{\text{mundur}} = (D_{\text{piston}}^2 - d_{\text{piston}}^2) \times \frac{\pi}{4} \times P_e \times \mu \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana:

- F_{maju} = Gaya piston langkah maju (N)
- F_{mundur} = Gaya piston langkah mundur (N)
- D_{piston} = Diameter piston (cm)
- d_{piston} = Diameter batang piston (cm)
- P_e = Tekanan udara kerja (N/cm²)
- μ = Koefisien tekanan beban dorong : 0,85
- π = pi : 3,14

Pada silinder kerja ganda, gaya piston mundur lebih kecil dibandingkan dengan gaya piston maju karena adanya diameter batang piston akan mengurangi luas penampang piston. Dalam sistem pneumatik, untuk tekanan kerja yang umum digunakan adalah 6-12 bar (Arif dan Faiq, 2018). Berdasarkan ukuran diameter piston, maka gaya piston dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3. Gaya Piston (Panca, 2018)

Diameter Piston (mm)	Tekanan Kerja (Bar)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Gaya Piston (kgf)									
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	2	5	6	8	10	12	14	16	18	20
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332

b) Menentukan Diameter Minimal Piston Silinder Pneumatik

Untuk menghitung berapa besar diameter minimal piston silinder pneumatik yang akan digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 yang kemudian diperoleh persamaan berikut (Setiawan dan Rasma, 2019):

$$D_{piston}^2 = \frac{F_{maju} \times 4}{\pi \times P_e \times \mu} \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana:

- D_{piston} = Diameter piston (cm)
- F_{maju} = Gaya piston langkah maju (N)
- P_e = Tekanan udara kerja (N/cm²)
- μ = Koefisien tekanan beban dorong : 0,85
- π = pi : 3,14

Penggunaan gaya piston langkah maju dikarenakan pada langkah maju piston menghasilkan gaya yang lebih besar dibandingkan langkah mundur.

c) Kapasitas Udara yang Diperlukan

Pada tekanan kerja, diameter piston, dan langkah tertentu, maka untuk menentukan berapa kapasitas udara yang diperlukan untuk menggerakkan piston untuk langkah maju dan langkah mundur dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Darto, 2015):

Langkah maju:

$$Q_{v1} = A_1 \times S \times n_{kerja} \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}} \times 2 \dots\dots\dots(2.15)$$

Langkah mundur:

$$Q_{v2} = A_2 \times S \times n_{kerja} \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}} \times 2 \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana:

- Q_{v1} = Kapasitas udara langkah maju (cm³/s)
- Q_{v2} = Kapasitas udara langkah mundur (cm³/s)
- A_1 = Luas penampang piston (cm²)
- A_2 = Luas penampang (piston-batang piston) (cm²)
- S = Panjang langkah piston (*stroke*) (cm)
- P_e = Tekanan udara kerja (N/cm²)
- P_{atm} = Tekanan udara luar (N/cm²)
- n_{kerja} = Siklus kerja

Untuk menentukan luas penampang piston dan luas penampang (piston-batang piston) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

Luas penampang piston:

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \times D_{\text{piston}}^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

Luas penampang (piston-batang piston):

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \times (D_{\text{piston}}^2 - d_{\text{piston}}^2) \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana:

- A_1 = Luas penampang piston (cm²)
- A_2 = Luas penampang (piston-batang piston) (cm²)
- D_{piston} = Diameter piston (cm)
- d_{piston} = Diameter batang piston (cm)
- π = pi : 3,14

d) Kecepatan Langkah Piston

Kecepatan langkah piston dapat diatur dengan katup pengontrol aliran udara. Waktu operasi silinder tergantung pada beban dan ukuran dari beban masuk.

Persamaan antara kebutuhan udara dengan kecepatan silinder dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Darto, 2015):

Langkah maju:

$$v_1 = \frac{Qv_1}{A_1} \dots\dots\dots(2.19)$$

Langkah mundur:

$$v_2 = \frac{Q_{v2}}{A_2} \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana:

v_1 = Kecepatan piston langkah maju (cm/s)

v_2 = Kecepatan piston langkah mundur (cm/s)

Q_{v1} = Kapasitas udara langkah maju (cm³/s)

Q_{v2} = Kapasitas udara langkah mundur (cm³/s)

A_1 = Luas penampang piston (cm²)

A_2 = Luas penampang (piston-batang piston) (cm²)

e) Waktu Langkah Piston

Waktu langkah piston merupakan waktu yang dibutuhkan piston untuk melakukan langkah maju dan mundur. Waktu langkah piston dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Darto, 2015):

Rumus menentukan kecepatan:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana:

v = Kecepatan (cm/s)

s = Jarak (cm)

t = Waktu (s)

Berdasarkan persamaan 2.21 maka diperoleh rumus untuk mencari waktu langkah piston sebagai berikut (Darto, 2015):

Langkah maju:

$$t_1 = \frac{S}{v_1} \dots\dots\dots(2.22)$$

Langkah mundur:

$$t_2 = \frac{S}{v_2} \dots\dots\dots(2.23)$$

dimana:

t_1 = Waktu langkah maju piston (s)

t_2 = Waktu langkah mundur piston (s)

S = Panjang langkah piston (*stroke*) (cm)

v_1 = Kecepatan piston langkah maju (cm/s)

v_2 = Kecepatan piston langkah mundur (cm/s)

b. Kompresor

Dalam melakukan pemilihan kompresor dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengertian dan Konsep Dasar Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki udara bertekanan untuk disuplai menuju komponen lainnya. Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Pemilihan jenis kompresor yang digunakan tergantung dari syarat-syarat pemakaian yang harus dipenuhi misalnya dengan tekanan kerja dan volume udara yang akan diperlukan dalam sistem peralatan (katup dan silinder pneumatik) (Arif dan Faiq, 2018).

Dengan mengambil contoh kompresor sederhana, yaitu pompa ban sepeda, prinsip kerja pompa ban sepeda secara sederhana yaitu ketika torak pompa ditarik ke atas, tekanan di bawah silinder akan turun sampai di bawah tekanan atmosfer sehingga udara akan masuk melalui celah katup hisap. Setelah udara masuk pompa, kemudian torak turun ke bawah dan menekan udara, sehingga volumenya menjadi kecil tetapi tekanannya akan meningkat.

2. Jenis Kompresor

Secara umum kompresor dibagi ke dalam dua jenis kompresor sebagai berikut:

a) Kompresor Dinamik (*Dynamic Compressor*)

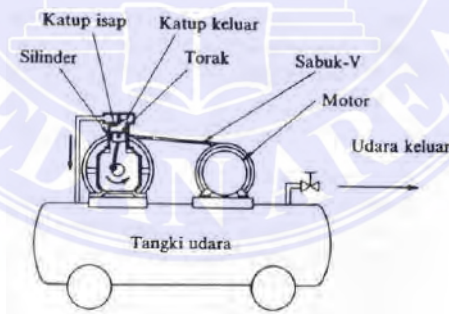
Kompresor dinamik merupakan mesin alir udara yang berputar secara kontinu, dengan menggunakan suatu elemen yang berputar dengan cepat sehingga menghasilkan gaya sentrifugal yang arahnya keluar, membuat udara tersebut akan termampatkan sehingga tekanannya akan naik. Kompresor dinamik dibagi menjadi dua jenis yaitu, kompresor sentrifugal (*centrifugal compressor*) dan kompresor aksial (*axial compressor*). Contoh aplikasi dari kompresor dinamik ini adalah kompresor yang digunakan pada mesin jet pesawat (Andalucia, 2023).

b) Kompresor Perpindahan Positif (*Positive Displacement Compressor*)

Pada kompresor perpindahan positif ini menaikkan tekanan udara dengan cara mengompres udara tersebut pada ruang tertutup sehingga menyebabkan kenaikan tekanan. Aplikasi dari kompresor ini sering digunakan pada kehidupan sehari-hari yang banyak digunakan di bengkel-bengkel sepeda motor dan mobil

untuk menghasilkan udara bertekanan. Kompresor perpindahan positif dibagi menjadi dua jenis yaitu, kompresor torak resiprokal (*reciprocating compressor*) dan kompresor putar (*rotary compressor*).

Salah satu jenis dari kompresor perpindahan positif adalah kompresor torak resiprokal (*reciprocating compressor*). Kompresor ini bekerja dengan cara mengkompres udara dengan menggunakan sistem piston atau torak yang bergerak secara maju-mundur di dalam silinder. Kompresor torak resiprokal memiliki prinsip kerja di mana piston bergerak maju atau mundur. Saat piston mundur berarti volume ruang piston besar dan tekanan kecil sehingga udara dari luar dapat masuk dan saat piston bergerak maju maka volume ruang piston mengecil sehingga tekanan naik dan udara terdorong keruang penampung. Dalam ruang penampung terdapat suatu *valve* di mana udara dalam ruang penampung tidak dapat kembali keruang piston (Syamsuri dan Ade, 2023). Kompresor torak resiprokal dapat dilihat pada Gambar 2.27 berikut:



Gambar 2.27. Kompresor Torak Resiprokal

3. Perhitungan Daya Kompresor

Untuk menentukan daya kompresor dapat menggunakan persamaan berikut (Darto, 2015):

$$P_{\text{kompresor}} = Q_v \cdot x P_e \dots\dots\dots(2.24)$$

dimana:

$$P_{\text{kompresor}} = \text{Daya kompresor} \quad (\text{watt})$$

$$Q_{\text{ve}} = \text{Kapasitas udara yang dibutuhkan} \quad (\text{cm}^3/\text{s})$$

$$P_e = \text{Tekanan udara kerja} \quad (\text{N/cm}^2)$$

c. *Band Heater Element*

Band heater element merupakan bagian dari komponen mesin yang digunakan untuk memanaskan dan melelehkan material plastik yang terdapat di dalam *barrel*. Untuk menentukan *band heater element* yang sesuai dengan kebutuhan mesin, maka perlu diketahui daya yang diperlukan untuk memanaskan material plastik yang terdapat di dalam *barrel*. Untuk menentukan daya yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut (Rinanto, 2012):

$$P_{\text{heater}} = \frac{m_{\text{barrel}} \times C_{\text{barrel}} \times \Delta T}{t_{\text{pemanasan}} \times \eta_{\text{heater}}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Perubahan suhu:

$$\Delta T = T - T_s \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana:

$$P_{\text{heater}} = \text{Daya heater} \quad (\text{watt})$$

$$m_{\text{barrel}} = \text{Massa barrel} \quad (\text{g})$$

$$C_{\text{barrel}} = \text{Kalor jenis barrel} \quad (\text{J/g}^\circ\text{C})$$

$$\Delta T = \text{Perubahan temperatur} \quad (^\circ\text{C})$$

$$T = \text{Temperatur yang diinginkan} \quad (^\circ\text{C})$$

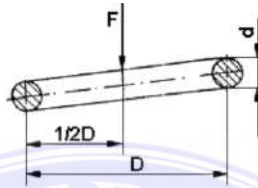
$$T_s = \text{Temperatur lingkungan} \quad (^\circ\text{C})$$

$$t_{\text{pemanasan}} = \text{Waktu pemanasan} \quad (\text{s})$$

$$\eta_{\text{heater}} = \text{Efisiensi heater : } 0,1-0,5$$

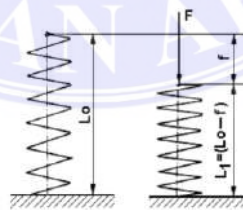
d. Pegas

Pegas atau per adalah benda yang bersifat elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanis. Pegas biasanya terbuat dari berbagai macam logam, namun umumnya terbuat dari baja. Pembebanan atau pemberian gaya pada pegas dapat dilihat pada Gambar 2.28 berikut:



Gambar 2.28. Pembebanan pada Pegas

Jika pegas ditekan oleh suatu gaya F maka pegas tersebut akan memendek sebesar f dan panjangnya berkurang menjadi $l_1 = (l_0 - f)$. Pengurangan panjang ini sesuai dengan gaya yang diberikan pada pegas dan reaksi dari pegas itu sendiri, yang mana gaya perlawanan (gaya reaksi) dari pegas adalah tergantung pada bahan pegas, ukuran diameter pegas, ukuran diameter kawat-pegas, dan jumlah lilitannya. Defleksi pada pegas dapat dilihat pada Gambar 2.29 berikut:



Gambar 2.29. Defleksi pada Pegas Tekan (Yogaswara, 2014)

Untuk menentukan defleksi pada pegas dapat menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$f_{\text{pegas}} = \frac{8 \times F \times D_{\text{pegas}}^3 \times n_{\text{pegas}}}{d_{\text{pegas}}^4 \times G} \dots\dots\dots(2.27)$$

dimana:

- f_{pegas} = Defleksi pada pegas (cm)
- F = Gaya tekan (N)
- D_{pegas} = Diameter pegas (cm)
- d_{pegas} = Diameter kawat pegas (cm)
- G = Modulus geser pegas (N/cm^2)
- n_{pegas} = Jumlah lilitan pegas

Berdasarkan bahan atau material pegas, maka nilai modulus geser pegas dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Modulus Geser Pegas (Yogaswara, 2014)

No.	Bahan	Modulus Geser (N/mm^2)
1.	Baja	80.000 s/d 84.000
2.	Baja tahan karat	70.000 s/d 72.000
3.	Perunggu	43.000

Konstanta pegas merupakan besarnya gaya yang diperlukan sehingga terjadi perubahan panjang pada pegas. Untuk menentukan konstanta pegas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Refiantoro dan Kurniawanti, 2022):

$$k = F \cdot \Delta x \dots\dots\dots(2.28)$$

dimana:

- k = Konstanta pegas (N/cm)
- F = Gaya tekan (N)
- Δx = Perubahan panjang pegas (cm)

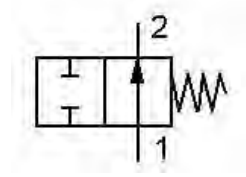
e. *Direction Control Valve* (Katup Pengontrol Arah)

Direction control valve digunakan untuk mengontrol aliran udara dan mengaturnya dalam arah yang diinginkan. Katup ini juga digunakan untuk menghentikan atau memulai aliran fluida. Salah satu jenis *direction control valve* adalah *solenoid valve*, yang merupakan katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerakannya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC (Wibowo, 2017).

Solenoid valve dibagi menjadi kontrol listrik ganda dan kontrol listrik tunggal. Kontrol listrik ganda berarti ada dua kumparan *solenoid*. Kumparan ganda biasanya berupa katup pengarah elektromagnetik. Kumparan tunggal selalu terisi ke udara dan kumparan ganda diberi energi secara instan. Katup *spool* dari katup *solenoid* koil tunggal dikembalikan oleh pegas, dan katup *solenoid* secara otomatis diatur ulang setelah katup *solenoid* dihilangkan energinya. Katup *solenoid* kumparan ganda memerlukan sisi lain kumparan diberi energi untuk mengubah posisinya. Katup *solenoid* tunggal hanya memiliki satu kumparan *solenoid* sedangkan katup *solenoid* ganda memiliki dua kumparan *solenoid*. Katup *solenoid* tunggal umumnya digunakan untuk katup *solenoid* 2 posisi dan 3 *port* sedangkan katup *solenoid* kontrol ganda umumnya digunakan untuk katup *solenoid* 2 posisi dan 5 *port*. Jenis-jenis katup kontrol arah adalah sebagai berikut:

1. Katup 2/2

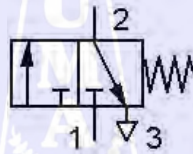
Katup yang paling umum dan paling sederhana adalah katup 2/2. Katup ini memiliki dua *port* dan dua status (terbuka dan tertutup) dan disebut katup penutup. Katup ini digunakan dalam aplikasi pneumatik di mana suplai udara harus ditutup secara berkala. Katup 2/2 dapat dilihat pada Gambar 2.30 berikut:



Gambar 2.30. Katup 2/2

2. Katup 3/2

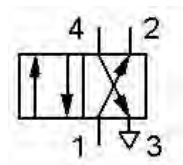
Katup 3/2 arah memiliki tiga *port* dan dua status. Katup ini digunakan untuk mengontrol silinder kerja tunggal. Katup digunakan untuk mengisi silinder, tetapi juga untuk melampiaskan silinder sesudahnya untuk mewujudkan langkah kerja baru. Oleh karena itu, katup dengan dua *port* tidak akan cukup. *Port* ketiga diperlukan untuk ventilasi. Katup 3/2 dapat dilihat pada Gambar 2.31 berikut:



Gambar 2.31. Katup 3/2

3. Katup 4/2

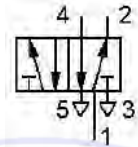
Katup 4/2 memiliki empat *port* (masukan, keluaran, dan satu pembuangan) dan 2 posisi hubungan katup. Katup 4/2 biasanya digunakan untuk mengontrol silinder kerja ganda pada sistem hidrolis. Katup 4/2 dapat dilihat pada Gambar 2.32 berikut:



Gambar 2.32. Katup 4/2

4. Katup 5/2

Katup 5/2 arah memiliki lima *port* dan dua status. Katup ini digunakan untuk mengontrol silinder kerja ganda pada sistem pneumatik. Silinder kerja ganda membutuhkan dua *port outlet* katup. Dengan katup 5/2 piston dapat dikontrol posisinya sesuai dengan kebutuhan. Katup 5/2 dapat dilihat pada Gambar 2.33 berikut:



Gambar 2.33. Katup 5/2

2.10 Pemilihan dan Perhitungan Bahan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Pada mesin *plastic injection molding vertical* pemilihan bahan perlu dilakukan hal ini bertujuan agar bahan yang akan digunakan pada mesin nantinya sesuai dan cocok untuk digunakan pada bagian-bagian tertentu pada mesin serta dapat membantu kinerja dari mesin, selain itu bagian tertentu pada mesin yang menerima beban atau gaya harus ditentukan spesifikasi yang sesuai agar nantinya tidak mengalami kerusakan atau kegagalan fungsi saat mesin beroperasi. Pemilihan bahan dan perhitungan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

2.10.1 Pemilihan Bahan

Dasar-dasar pemilihan bahan di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan

tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:

a. Fungsi Dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

b. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas, dan sebagainya.

c. Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan, dan lain sebagainya.

d. Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat di pasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada di pasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak di pasaran.

e. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

Dalam perancangan mesin *plastic injection molding vertical* terdapat beberapa jenis material yang akan digunakan sebagai berikut:

a. Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Baja adalah paduan unsur besi (Fe) dan karbon (C) dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Terdapat ribuan jenis baja yang tersedia di pasar, yang mana berbeda komposisi kimia dan proses perlakuan panasnya. Pada baja karbon, besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain

seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan (Sofyan, 2021).

Pada baja paduan rendah, hanya terdapat sedikit unsur paduan selain karbon dan sedikit mangan. Sementara pada baja paduan tinggi, unsur-unsur lain sengaja dimasukkan untuk meningkatkan karakteristik tertentu dari baja tersebut. Sifat mekanik baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, di mana semakin tinggi kadar karbon, semakin tinggi kekuatan dan kekerasan baja tersebut. Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut (Sofyan, 2021):

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Dibandingkan dengan jenis baja lainnya, baja karbon rendah merupakan jenis baja yang diproduksi dalam jumlah terbesar. Kadar karbon baja ini kurang dari 0,25%, serta struktur mikronya terdiri atas ferit dan perlit, sehingga bersifat lunak, tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang sangat baik. Baja ini dapat dimesin (dibubut) dan dilas, tetapi tidak responsif terhadap perlakuan panas. Artinya, baja ini tidak membentuk struktur martensit ketika didinginkan dengan cepat. Beberapa aplikasi baja ini, seperti bodi mobil, lembaran baja untuk pipa, kaleng, dan lainnya.

Salah satu dari jenis baja karbon rendah adalah baja ST 42. Baja ini merupakan jenis baja karbon yang memiliki kadar karbon rendah (*low carbon steel*) yaitu dibawah 0,25%. Baja ST 42 memiliki kekuatan tarik sampai dengan 42 kg/mm² (Mahendra dkk, 2021). Selain itu baja karbon memiliki nilai kalor jenis sebesar $450 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ (Giancoli, 2014).

2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang mengandung karbon sebesar 0,25-0,60%. Baja ini memiliki kelebihan dari pada baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Aplikasi dari baja ini seperti rel kereta, roda gigi, *crankshaft*, dan komponen mesin lainnya.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi mengandung karbon sebesar 0,60-1,40% dan merupakan baja karbon yang paling kuat dan paling keras, serta tidak ulet. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Aplikasi dari baja karbon tinggi seperti alat potong, bantalan, cetakan, pisau, mata gergaji, dan pegas.

b. Kuningan

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Kuningan juga lebih kuat dan lebih keras,

tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam dan udara. Karena sifat-sifat tersebut kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan *casing cartridge* untuk senjata api.

Komponen utama dari kuningan adalah tembaga yang memiliki kadar berkisar 60-96%, sedangkan kandungan seng pada logam kuningan ini berkisar antara 32-39%, kadar ini akan meningkatkan kemampuan kerja material kuningan disuhu panas, namun akan menurun atau terbatas saat berada di lingkungan bersuhu dingin. Kuningan memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Tahan terhadap suhu tinggi.
2. Memiliki sifat anti karat.
3. Memiliki sifat lunak sehingga mudah untuk dibentuk.
4. Memiliki fleksibilitas dalam hal penggunaan, sehingga kuningan banyak dijumpai dalam berbagai bentuk salah satunya dalam bentuk pipa kuningan.
5. Kuningan memiliki nilai konduktivitas termal yang cenderung baik dibandingkan dengan jenis logam lainnya, sehingga hal tersebut membuat kuningan memiliki kemampuan untuk menghantarkan panas dengan baik.

Selain memiliki kelebihan, kuningan juga memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Rentan terhadap noda, kuningan dapat membentuk noda kehitaman akibat oksidasi jika tidak dirawat dengan baik.
2. Biaya tinggi, dibandingkan dengan logam biasa lainnya seperti baja, kuningan lebih mahal karena kandungan tembaganya yang tinggi.

c. *Stainless Steel*

Stainless steel adalah paduan besi dengan minimal 12% kromium. Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan. Tentunya harus dibedakan mekanisme *protective layer* ini dibandingkan baja yang dilindungi dengan *coating* (misal seng dan cadmium) ataupun cat. Meskipun seluruh kategori *stainless steel* didasarkan pada kandungan kromium (Cr), namun unsur paduan lainnya ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat *stainless steel* sesuai aplikasinya. Secara umum *stainless steel* memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Ketahanan terhadap korosi, *stainless steel* memiliki ketahanan terhadap korosi yang sangat baik dan menjadikannya pilihan yang cocok untuk digunakan di berbagai lingkungan, termasuk lingkungan kelautan.
2. Kekuatan dan daya tahan dari *stainless steel* sudah dikenal sangat luas dan menjadikannya pilihan yang cocok untuk digunakan dalam industri yang membutuhkan bahan yang kokoh dan tahan lama.
3. Salah satu sifat dari *stainless steel* yaitu sepenuhnya dapat didaur ulang sehingga menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan.
4. Perawatan untuk *stainless steel* cenderung minim dan tidak memerlukan pengecatan atau lapisan pelindung lainnya. Hal tersebut dapat menghemat waktu dan biaya dalam jangka panjang.

Selain memiliki kelebihan, *stainless steel* juga memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Umumnya *stainless steel* harganya lebih mahal dibandingkan jenis baja lainnya

seperti *carbon steel*. Hal ini membuatnya kurang ekonomis untuk diterapkan di beberapa aplikasi.

2. *Stainless steel* bersifat lebih padat dan memiliki densitas yang lebih tinggi dari pada jenis baja lainnya seperti baja karbon sehingga cenderung lebih berat. Faktor ini bisa menjadi perhatian dalam beberapa aplikasi di mana massa material menjadi faktor utama.
3. Memiliki konduktivitas termal yang rendah membuat *stainless steel* tidak dapat mentransfer panas dengan baik.

Kategori *stainless steel* tidak sama halnya seperti baja lain yang didasarkan pada persentase karbon tetapi didasarkan pada struktur metalurginya. Lima golongan utama *stainless steel* adalah sebagai berikut (Samlawi dan Rudi, 2016):

1. *Austenitic Stainless Steel*

Austenitic stainless steel mengandung sedikitnya 16% *Chrom* dan 6% *Nickel* (grade standar untuk 304), sampai ke *grade super autenitic stainless steel* seperti 904L (dengan kadar *Chrom* dan *Nickel* lebih tinggi serta unsur tambahan Mo sampai 6%). *Molybdenum* (Mo), *Titanium* (Ti) dan *Copper* (Co) berfungsi untuk meningkatkan ketahanan terhadap temperatur serta korosi. *Austenitic* cocok juga untuk aplikasi temperatur rendah disebabkan unsur *Nickel* membuat *stainless steel* tidak menjadi rapuh pada temperatur rendah.

2. *Ferritic Stainless Steel*

Stainless steel jenis ini memiliki kadar *Chrom* bervariasi antara 10,5-18% seperti *grade* 430 dan 409. Ketahanan korosi tidak begitu istimewa dan relatif lebih

sulit di fabrikasi atau *machining*. Tetapi kekurangan ini telah diperbaiki pada *grade* 434 dan 444 dan secara khusus pada *grade* 3Cr12.

3. *Martensitic Stainless Steel*

Stainless steel jenis ini memiliki unsur utama *Chrom*, masih lebih sedikit jika dibanding *ferritic stainless steel* dan kadar karbon relatif tinggi misal *grade* 410 dan 416. *Grade* 431 memiliki kadar *Chrom* sampai 16% tetapi mikrostrukturnya masih *martensitic* disebabkan hanya memiliki *Nickel* 2%. *Grade stainless steel* lain misalnya 17-4PH/630 memiliki *tensile strength* tertinggi dibanding *stainless steel* lainnya. Kelebihan dari *grade* ini, jika dibutuhkan kekuatan yang lebih tinggi maka dapat di *hardening*.

4. *Duplex Stainless Steel*

Duplex stainless steel seperti 2304 dan 2205 (dua angka pertama menyatakan persentase *Chrom* dan dua angka terakhir menyatakan persentase *Nickel*) memiliki bentuk mikrostruktur campuran *austenitic* dan *ferritic*. *Duplex ferritic-austenitic* memiliki kombinasi sifat tahan korosi dan temperatur relatif tinggi atau secara khusus tahan terhadap *stress corrosion cracking*. Meskipun kemampuan *stress corrosion cracking*-nya tidak sebaik *ferritic stainless steel* tetapi ketangguhannya jauh lebih baik dibanding *ferritic stainless steel* dan lebih buruk dibanding *austenitic stainless steel*. Sementara kekuatannya lebih baik dibanding *austenitic stainless steel* (yang di *annealing*) kira-kira dua kali lipat. Ketangguhannya *duplex stainless steel* akan menurun pada temperatur dibawah -50°C dan diatas 300°C .

5. *Precipitation Hardening Stainless Steel*

Precipitation hardening stainless steel adalah *stainless steel* yang keras dan kuat akibat dari dibentuknya suatu presipitat (endapan) dalam struktur mikro logam. Sehingga gerakan deformasi menjadi terhambat dan memperkuat material *stainless steel*. Pembentukan ini disebabkan oleh penambahan unsur tembaga (Cu), titanium (Ti), niobium (Nb), dan alumunium (Al). Proses penguatan umumnya terjadi pada saat dilakukan pengerjaan dingin (*cold working*).

2.10.2 Menentukan Spesifikasi Bahan

a. Menghitung Tegangan pada Pelat Dudukan Komponen Mesin

Pada perancangan mesin ini digunakan pelat baja yang digunakan sebagai dudukan komponen mesin. Untuk menentukan jenis material serta ketebalan pelat yang akan digunakan, maka harus dihitung tegangan yang terjadi pada pelat tersebut, hal ini bertujuan agar pelat yang digunakan dapat menahan tegangan yang terjadi dan konstruksi mesin menjadi kokoh dan kuat dalam menahan beban.

Pada pelat baja terjadi tegangan *bending*. Untuk menghitung tegangan *bending* pada pelat baja tersebut, dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots(2.29)$$

Untuk menentukan momen *bending* yang terjadi pada pelat baja dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$M_b = F \times e \dots\dots\dots(2.30)$$

Pada perancangan mesin ini pelat baja yang digunakan memiliki penampang yang berbentuk persegi, sehingga untuk menentukan momen tahanan *bending* pada pelat baja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$W_b = \frac{1}{6} \times b \times h^2 \dots\dots\dots(2.31)$$

Dengan memasukkan persamaan 2.31 ke dalam persamaan 2.29 maka untuk menentukan tegangan *bending* pada pelat baja dapat menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$\sigma_b = \frac{6 \times M_b}{b \times h^2} \dots\dots\dots(2.32)$$

Agar pelat tidak rusak saat dibebani, sebaiknya nilai tegangan *bending* yang terjadi sama atau lebih kecil dari tegangan *bending* yang diizinkan pada pelat atau dapat dituliskan sebagai $\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b$. Untuk menentukan tegangan *bending* yang diizinkan pada pelat dapat menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

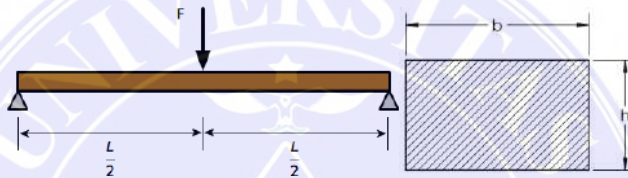
$$\bar{\sigma}_b = \frac{\sigma_{bbahan}}{sf} \dots\dots\dots(2.33)$$

dimana:

- σ_b = Tegangan *bending* yang terjadi (N/cm²)
- $\bar{\sigma}_b$ = Tegangan *bending* yang diizinkan (N/cm²)
- σ_{bbahan} = Kekuatan *bending* bahan (N/cm²)
- M_b = Momen *bending* (Ncm)
- W_b = Momen tahanan *bending* (cm³)
- F = Gaya yang terjadi (N)
- e = Lengan gaya (cm)

- b = Lebar pelat (cm)
- h = Tebal pelat (cm)
- sf = Faktor keamanan

Faktor keamanan dapat ditentukan berdasarkan jenis beban yang terjadi pada pelat, apabila pelat mengalami beban statis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 1,25 – 2 dan apabila pelat mengalami beban dinamis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 2 – 2,5 (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.34. Tegangan *Bending* pada Pelat Baja

Untuk membuat pelat dudukan komponen mesin digunakan pelat *carbon steel* ST 42. Di mana material ini memiliki kekuatan *bending* sebesar 1.819,69 N/mm² (Johan dkk, 2023). Untuk menentukan ketebalan minimal dari pelat baja yang akan digunakan dapat menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$\bar{\sigma}_b = \frac{6 \times M_b}{b \times h^2} \dots\dots\dots(2.34)$$

Berdasarkan persamaan 2.34 maka untuk menentukan ketebalan minimal dari pelat dapat menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020):

$$h = \sqrt{\frac{6 \times M_b}{\bar{\sigma}_b \times b}} \dots\dots\dots(2.35)$$

dimana:

$$\bar{\sigma}_b = \text{Tegangan } \textit{bending} \text{ yang diizinkan } \quad (\text{N/cm}^2)$$

- M_b = Momen *bending* (Ncm)
- b = Lebar pelat (cm)
- h = Tebal pelat (cm)

Untuk menentukan gaya yang berasal dari massa komponen mesin harus ditentukan massa yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2.36)$$

Berdasarkan persamaan 2.36 maka untuk menentukan massa diperoleh persamaan berikut:

$$m = \rho \times V \dots \dots \dots (2.37)$$

dimana:

- m = Massa (g)
- ρ = Massa jenis (g/cm^3)
- V = Volume (cm^3)

Untuk menentukan massa diperoleh dari hasil kali antara massa jenis dan volume, untuk massa jenis dapat diketahui berdasarkan jenis material yang digunakan sementara untuk menentukan volume dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Kristanto dkk, 2022):

Volume balok:

$$V = p \times l \times t \dots \dots \dots (2.38)$$

dimana:

- V = Volume (cm^3)

p = Panjang (cm)

l = Lebar (cm)

t = Tinggi (cm)

Volume tabung:

$$V = \pi \times r^2 \times t \dots \dots \dots (2.39)$$

dimana:

V = Volume (cm³)

r = Jari-jari (cm)

t = Tinggi (cm)

π = pi : 3,14

Volume kerucut terpancung:

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times t \times \{(R \times r) + R^2 + r^2\} \dots \dots \dots (2.40)$$

dimana:

V = Volume (cm³)

t = Tinggi (cm)

R = Jari-jari penampang besar (cm)

r = Jari-jari penampang kecil (cm)

π = pi : 3,14

Untuk menentukan gaya yang berasal dari massa bagian-bagian mesin dapat dilakukan dengan mengonversi massa yang diperoleh menjadi gaya, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Giancoli, 2014):

$$F = m \times a \dots\dots\dots(2.41)$$

dimana:

$$F = \text{Gaya} \quad (\text{N})$$

$$m = \text{Massa} \quad (\text{g})$$

$$a = \text{Percepatan gravitasi} \quad (\text{cm/s}^2)$$

Pada mesin ini jenis material yang direncanakan adalah baja karbon dan *stainless steel*. Untuk baja karbon memiliki massa jenis sebesar 7,85 g/cm³ dan *stainless steel* memiliki massa jenis sebesar 8 g/cm³ (Kutz, 2015).

b. Menghitung Tegangan dan Ukuran Tiang Penyangga Rangka Mesin

Pada perancangan tiang penyangga rangka mesin, harus dihitung tegangan yang terjadi pada tiang penyangga tersebut, kemudian berdasarkan faktor tersebut dapat ditentukan jenis material yang akan digunakan beserta dengan ukurannya, hal ini bertujuan agar tiang penyangga yang digunakan dapat menahan tegangan yang terjadi dan konstruksi mesin menjadi kuat dan kokoh.

Pada tiang penyangga rangka mesin terjadi tegangan tarik. Tegangan tarik terjadi akibat pembebanan yang ditimbulkan saat silinder pneumatik bekerja. Untuk menghitung tegangan tarik pada tiang penyangga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$\sigma_t = \frac{F}{A_{\text{tiang}}} \dots\dots\dots(2.42)$$

dimana:

$$\sigma_t = \text{Tegangan tarik} \quad (\text{N/cm}^2)$$

F = Gaya yang terjadi (N)

A_{tiang} = Luas penampang tiang (cm²)

Agar tiang tidak rusak saat dibebani, sebaiknya nilai tegangan tarik yang terjadi sama atau lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan pada tiang atau dapat dituliskan sebagai $\sigma_t \leq \bar{\sigma}_t$. Untuk menentukan tegangan tarik yang diizinkan pada tiang dapat menggunakan persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_{\text{tbahan}}}{sf} \dots\dots\dots(2.43)$$

dimana:

$\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan (N/cm²)

σ_{tbahan} = Kekuatan tarik bahan (N/cm²)

sf = Faktor keamanan

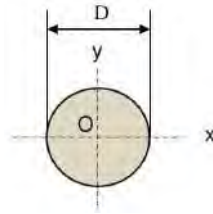
Faktor keamanan dapat ditentukan berdasarkan jenis beban yang terjadi pada tiang, apabila tiang mengalami beban statis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 1,25 – 2 dan apabila tiang mengalami beban dinamis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 2–2,5 (Mott dkk, 2018).

Untuk membuat tiang penyangga rangka mesin akan digunakan silinder baja pejal atau as pejal ST 42 dengan ukuran 1 *inch* (25,4 mm), di mana material jenis ini memiliki nilai tegangan tarik sebesar 42 kg/mm² (Mahendra dkk, 2021). Untuk menentukan diameter minimal dari silinder baja pejal atau tiang penyangga yang akan digunakan dapat menggunakan persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{A_{\text{tiang}}} \dots\dots\dots(2.44)$$

Untuk menentukan diameter silinder baja dapat ditentukan menggunakan luas penampang silinder sesuai dengan persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$A_{\text{tiang}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{tiang}}^2 \dots\dots\dots(2.45)$$



Gambar 2.35. Bentuk Penampang Silinder Pejal

Dengan memasukkan persamaan 2.45 ke dalam persamaan 2.44 maka diperoleh persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{4 \times F}{\pi \times d_{\text{tiang}}^2} \dots\dots\dots(2.46)$$

Berdasarkan persamaan 2.46 maka untuk menentukan diameter minimal dari tiang penyangga dapat menggunakan persamaan berikut (Irawan, 2009):

$$d_{\text{tiang}} = \sqrt{\frac{4 \times F}{\bar{\sigma}_d \times \pi}} \dots\dots\dots(2.47)$$

dimana:

- $\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan (N/cm²)
- F = Gaya yang terjadi (N)
- A_{tiang} = Luas penampang tiang (cm)
- d_{tiang} = Diameter tiang (cm)
- π = pi : 3,14

c. Baut dan Mur

Suatu konstruksi mesin terdiri atas elemen mesin yang dirakit dan disatukan satu sama lainnya dengan cara disambung dan tersusun menjadi suatu mesin yang utuh. Salah satu bentuk sambungan elemen mesin tersebut adalah sambungan ulir. Sambungan ulir pada elemen mesin berfungsi sebagai sambungan sementara yaitu sambungan yang dapat dibuka dan dipasang kembali tanpa merusak elemen mesin itu sendiri atau alat penyambungannya (Yogaswara, 2014).

Sambungan ulir disebut juga dengan sambungan baut dan mur. Baut dan mur adalah pengikat yang penting untuk menyambungkan dua benda atau lebih agar dapat mencegah kerusakan pada mesin. Sambungan baut dan mur banyak digunakan pada sambungan konstruksi mesin, konstruksi jembatan, konstruksi bangunan rangka baja, mesin otomotif, dan elemen mesin lainnya. Sebagian besar sambungan dari suatu mesin disambung dengan menggunakan ulir yaitu dengan menggunakan baut, sekrup, dan mur. Sambungan dengan menggunakan ulir ini sangat praktis dengan pertimbangan (Yogaswara, 2014):

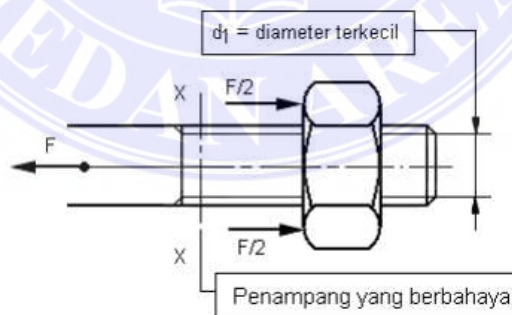
1. Mudah dalam proses pemasangan.
2. Penggantian suku cadang praktis.
3. Untuk pembongkaran dan pemasangan kembali memerlukan alat yang sederhana yaitu berupa kunci-kunci yang dapat dibawa .
4. Dalam keadaan darurat pembongkaran dan pemasangan kembali dapat dilakukan di mana saja. Contoh melepas roda kendaraan yang bocor untuk ditambal.
5. Tidak merusak bagian-bagian komponen yang disambung maupun alat penyambungannya.

6. Sambungan dengan ulir bersifat sambungan sementara.
7. Sambungan dapat dilaksanakan pada komponen mesin yang bergerak maupun yang tidak dapat bergerak. Sambungan bergerak misalnya sambungan antara poros engkol dengan batang penggerak, sambungan poros dengan bantalan, dan sebagainya. Sambungan yang tidak dapat bergerak yaitu sambungan pada konstruksi jembatan, konstruksi bangunan, angker, dan sebagainya.

Spesifikasi pada baut dapat ditentukan dengan menentukan tegangan yang akan bekerja pada baut sebagai berikut:

1. Tegangan Tarik Pada Baut

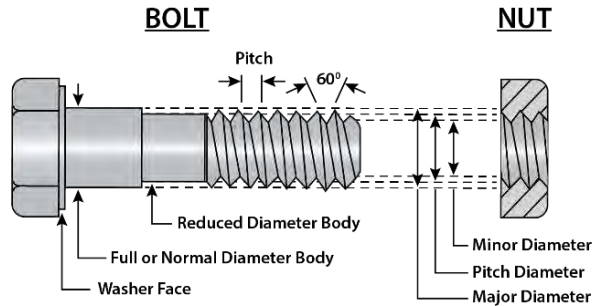
Baut yang digunakan untuk sambungan dengan beban tarik atau beban aksial, di mana arah gayanya searah dengan sumbu baut dan daerah yang berbahaya yaitu kemungkinan baut itu putus adalah pada penampang yang mempunyai ukuran diameter terkecil yaitu pada penampang x-x seperti terlihat pada Gambar 2.36 berikut (Yogaswara, 2014):



Gambar 2.36. Beban Tarik pada Baut (Yogaswara, 2014)

Salah satu jenis baut yang umum digunakan adalah baut dengan material baja karbon *grade* 8.8 di mana baut jenis ini memiliki tegangan tarik mencapai 800 Mpa (Allo dkk, 2022).

Terminologi atau istilah yang digunakan pada baut dapat dilihat pada Gambar 2.37 berikut:



Gambar 2.37. Terminologi pada Baut dan Mur

Jika suatu baut mempunyai ukuran diameter d mendapatkan gaya tarik akibat dari gaya aksial sebesar F maka tegangan tarik pada baut dapat dihitung dengan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$\sigma_t = \frac{F}{A_{\text{baut}}} \dots\dots\dots(2.48)$$

Agar baut tidak patah atau rusak saat dibebani, sebaiknya nilai tegangan tarik yang terjadi sama atau lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan pada baut atau dapat dituliskan sebagai $\sigma_t \leq \bar{\sigma}_t$. Untuk menentukan tegangan tarik yang diizinkan pada baut dapat menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_{t_{\text{bahan}}}}{sf} \dots\dots\dots(2.49)$$

dimana:

- σ_t = Tegangan tarik yang terjadi (N/cm²)
- $\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan (N/cm²)
- $\sigma_{t_{\text{bahan}}}$ = Tegangan tarik bahan (N/cm²)
- F = Beban yang diterima (N)

$$A_{\text{baut}} = \text{Luas penampang baut} \quad (\text{cm}^2)$$

$$sf = \text{Faktor keamanan}$$

Faktor keamanan dapat ditentukan berdasarkan jenis beban yang terjadi pada baut, apabila baut mengalami beban statis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 1,25 – 2 dan apabila baut mengalami beban dinamis maka faktor keamanan yang digunakan berkisar 2 – 2,5 (Mott dkk, 2018). Kekuatan tarik bahan yang akan digunakan pada baut dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5. Kekuatan Tarik Bahan (Yogaswara, 2014)

No.	Bahan	Lambang	Kekuatan Tarik (N/mm ²)
1.	Baja karbon konstruksi biasa JIS G 3102	S20C	391-400
		S35C	490-500
		S40C	589-600
		S45C	687-700
2.	Baja konstruksi biasa JIS G 3011	S41B	392-400
		S50B	490-500
3.	Baja batangan difinis dingin JIS 3123	S20C-D	490-500
		S35C-D	589-600

Untuk menentukan luas penampang baut dapat menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{baut}}^2 \dots\dots\dots(2.50)$$

dimana:

$$A_{\text{baut}} = \text{Luas penampang baut} \quad (\text{cm}^2)$$

$$d_{\text{baut}} = \text{Diameter baut} \quad (\text{cm})$$

$$\pi = \text{pi} : 3,14$$

Untuk menentukan diameter minimal dari baut yang akan digunakan dapat diturunkan berdasarkan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{A_{\text{baut}}} \dots\dots\dots(2.51)$$

Dengan memasukkan persamaan 2.50 ke dalam persamaan 2.51, maka diperoleh persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$\bar{\sigma}_t = \frac{4 \times F}{\pi \times d_{\text{baut}}^2} \dots\dots\dots(2.52)$$

Berdasarkan persamaan 2.52 maka untuk menentukan diameter minimal dari baut dapat menggunakan persamaan berikut (Yogaswara, 2014):

$$d_{\text{baut}} = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times \bar{\sigma}_t}} \dots\dots\dots(2.53)$$

dimana:

- $\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan (N/cm²)
- F = Beban yang diterima (N)
- A_{baut} = Luas penampang baut (cm²)
- d_{baut} = Diameter baut (cm)
- π = pi : 3,14

2.11 Perhitungan Dimensi pada Bagian Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

Pada mesin *plastic injection molding vertical* beberapa bagian pada mesin yang berfungsi untuk menampung plastik baik itu dalam bentuk cair maupun dalam bentuk padat harus ditentukan dimensinya, hal ini bertujuan agar nantinya bagian

tersebut dapat digunakan untuk menampung plastik sesuai dengan kebutuhan pada mesin, perhitungan dimensi bagian mesin adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Ukuran *Barrel*

Barrel merupakan bagian dari mesin yang berfungsi sebagai tempat menampung material plastik dan di dalam *barrel* ini plastik dilelehkan sebelum diinjeksikan keluar melalui *nozzle*. Setelah volume plastik cair diketahui dengan menggunakan persamaan 2.3 selanjutnya dapat ditentukan ukuran ataupun volume minimal dari *barrel* yang akan digunakan pada mesin. Tujuan dari menentukan ukuran *barrel* ini agar nantinya *barrel* dapat digunakan untuk menampung material plastik sesuai dengan kebutuhan yaitu sebesar 300 cm³. Karena *barrel* memiliki bentuk silinder dan kerucut terpancung sehingga untuk menentukan ukuran *barrel* menggunakan persamaan berikut (Kristanto dkk, 2022):

Volume *barrel* bentuk tabung:

$$V_{\text{barrel}} = \pi \times r_{\text{barrel}}^2 \times t_{\text{barrel}} \dots\dots\dots(2.54)$$

Volume *barrel* bentuk kerucut terpancung:

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times t_{\text{barrel}} \times \{(R_{\text{barrel}} \times r_{\text{barrel}}) + R_{\text{barrel}}^2 + r_{\text{barrel}}^2\} \dots\dots(2.55)$$

Berdasarkan persamaan 2.54 untuk menentukan tinggi minimal dari *barrel* yang berbentuk tabung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t_{\text{barrel}} = \frac{V_{\text{barrel}}}{\pi \times r_{\text{barrel}}^2} \dots\dots\dots(2.56)$$

dimana:

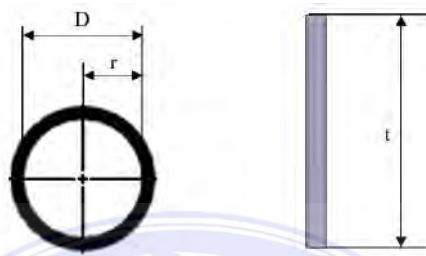
$$V_{\text{barrel}} = \text{Volume } \textit{barrel} \quad (\text{cm}^3)$$

$$R_{\text{barrel}} = \text{Jari-jari penampang besar } \textit{barrel} \quad (\text{cm})$$

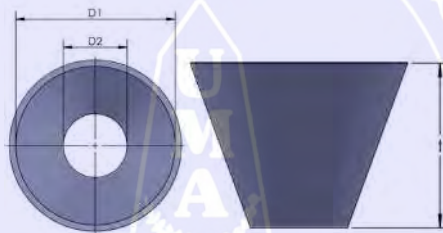
$$r_{barrel} = \text{Jari-jari penampang kecil } barrel \quad (\text{cm})$$

$$t_{barrel} = \text{Tinggi } barrel \quad (\text{cm})$$

$$\pi = \text{pi} : 3,14$$



Gambar 2.38. *Barrel* Bentuk Tabung



Gambar 2.39. *Barrel* Bentuk Kerucut Terpancing

b. Menentukan Ukuran *Hopper*

Hopper merupakan bagian dari mesin yang berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk menampung bahan plastik sebelum dilelehkan di dalam *barrel*. Tujuan dari menentukan ukuran *hopper* ini agar nantinya *hopper* dapat digunakan untuk menampung material plastik sesuai dengan kebutuhan volume produk yaitu sebesar 300 cm³. Ukuran *hopper* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Kristanto dkk, 2022):

Volume *hopper*:

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times t_{hopper} \times \{(R_{hopper} \times r_{hopper}) + R_{hopper}^2 + r_{hopper}^2\} \dots(2.57)$$

Berdasarkan persamaan 2.57 untuk menentukan tinggi minimal dari *hopper* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t_{hopper} = \frac{V_{hopper} \times 3}{\pi \times \{(R_{hopper} \times r_{hopper}) + R_{hopper}^2 + r_{hopper}^2\}} \dots \dots \dots (2.58)$$

dimana:

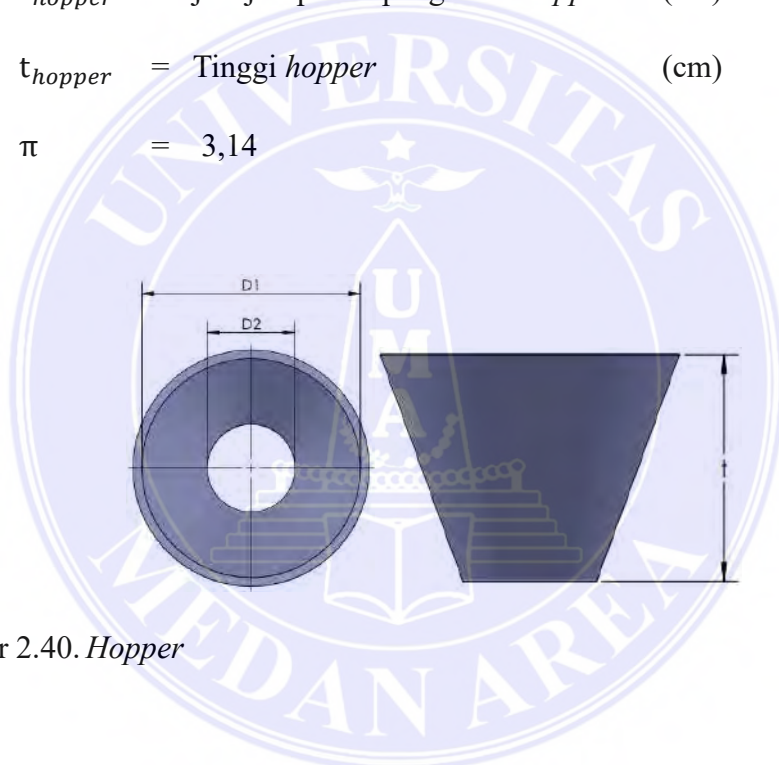
$$V_{hopper} = \text{Volume } hopper \quad (\text{cm}^3)$$

$$R_{hopper} = \text{Jari-jari penampang besar } hopper \quad (\text{cm})$$

$$r_{hopper} = \text{jari-jari penampang kecil } hopper \quad (\text{cm})$$

$$t_{hopper} = \text{Tinggi } hopper \quad (\text{cm})$$

$$\pi = 3,14$$



Gambar 2.40. *Hopper*

c. Menentukan Ukuran *Injector*

Injector merupakan bagian dari mesin yang berfungsi untuk mendorong plastik cair yang terdapat di dalam *barrel* keluar melalui *nozzle*. *Injector* akan dipasangkan pada batang piston silinder pneumatik, sementara untuk ukuran dari *injector* akan menyesuaikan dengan ukuran *barrel*, sehingga untuk menentukan ukuran ataupun volume dari *injector* dapat menggunakan volume tabung dan

volume kerucut terpancung. Untuk menentukan volume *injector* yang berbentuk tabung dapat menggunakan persamaan berikut (Kristanto dkk, 2022):

$$V1_{injector} = \pi \times r_{injector}^2 \times t_{injector} \dots\dots\dots(2.59)$$

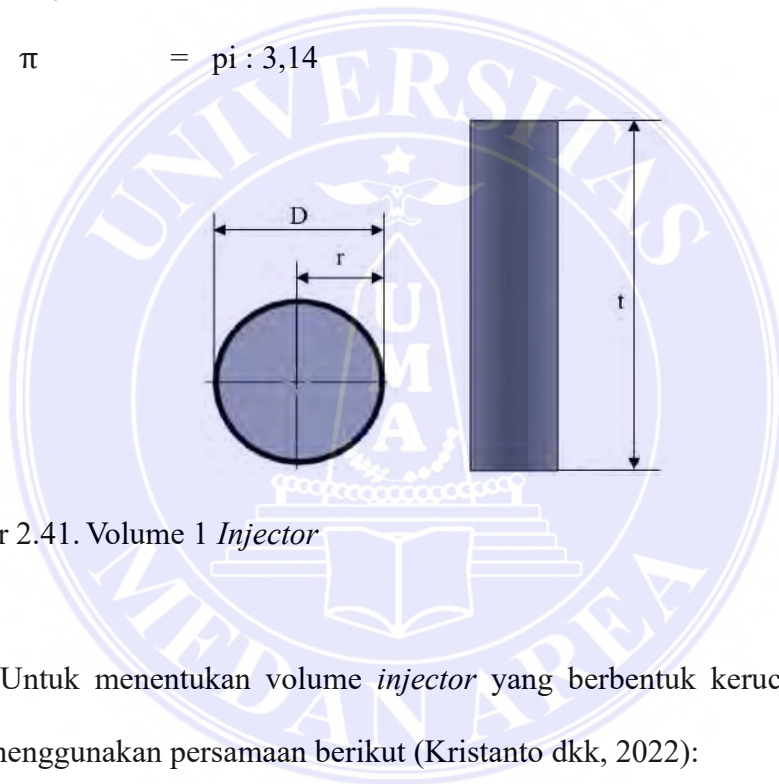
dimana:

$$V1_{injector} = \text{Volume 1 injector} \quad (\text{cm}^3)$$

$$r_{injector} = \text{Jari-jari penampang injector} \quad (\text{cm})$$

$$t_{injector} = \text{Tinggi injector} \quad (\text{cm})$$

$$\pi = \text{pi} : 3,14$$



Gambar 2.41. Volume 1 *Injector*

Untuk menentukan volume *injector* yang berbentuk kerucut terpancung dapat menggunakan persamaan berikut (Kristanto dkk, 2022):

$$V2_{injc} = \frac{1}{3} \times \pi \times t_{injc} \times \{(R_{injc} \times r_{injc}) + R_{injc}^2 + r_{injc}^2\} \dots\dots(2.60)$$

dimana:

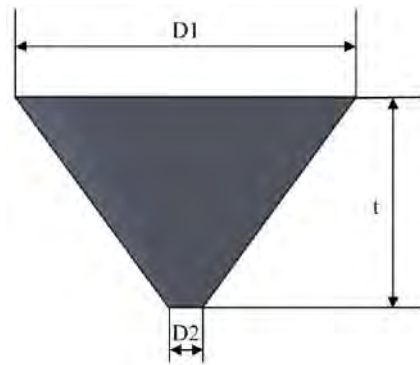
$$V2_{injector} = \text{Volume 2 injector} \quad (\text{cm}^3)$$

$$R_{injector} = \text{Jari-jari penampang besar injector} \quad (\text{cm})$$

$$r_{injector} = \text{Jari-jari penampang kecil injector} \quad (\text{cm})$$

$$t_{injector} = \text{Tinggi injector} \quad (\text{cm})$$

$$\pi = \text{pi} : 3,14$$



Gambar 2.42. Volume 2 *Injector*

Untuk menentukan volume keseluruhan dari *injector* diperoleh dengan menambahkan persamaan 2.59 dengan persamaan 2.60 sebagai berikut:

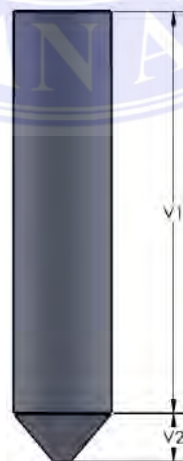
$$V_{total\ injector} = V1_{injector} + V2_{injector} \dots\dots\dots(2.61)$$

dimana:

$$V_{total\ injector} = \text{Volume total } injector \quad (cm^3)$$

$$V1_{injector} = \text{Volume 1 } injector \quad (cm^3)$$

$$V2_{injector} = \text{Volume 2 } injector \quad (cm^3)$$



Gambar 2.43. *Injector*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Waktu yang direncanakan untuk perancangan mesin *plastic injection molding vertical* menggunakan sistem pneumatik dengan volume cetakan 300 cm³ ini kurang lebih 5 bulan seperti terlihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2023				Tahun 2024
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan
		1234	1234	1234	1234	12
1.	Membuat desain awal mesin dan menentukan komponen serta bahan yang akan digunakan pada mesin.					
2.	Menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan pada mesin <i>plastic injection molding vertical</i> .					
3.	Menentukan spesifikasi bahan yang sesuai untuk digunakan pada mesin <i>plastic injection molding vertical</i> .					
4.	Membuat desain mesin <i>plastic injection molding vertical</i> dengan menggunakan <i>software solidworks</i> .					

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat perancangan mesin dilaksanakan di bengkel bubut dan las Sudarman Jl. Mangan VIII Pasar III, Kel. Mabar Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah sebagai berikut:

a. Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Bahan yang akan digunakan sebagai bahan baku (*raw material*) pada mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang diperoleh dari botol air mineral yang telah dicacah. Plastik PET dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1. Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*)

b. Pelat Baja

Pelat baja merupakan baja dengan bentuk lembaran yang memiliki permukaan rata. Pelat baja digunakan sebagai dudukan berbagai komponen mesin seperti dudukan silinder pneumatik, dudukan *hopper*, dudukan *barrel*, dudukan cetakan, *base frame* mesin, dan *frame* panel listrik. Pelat baja yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2. Pelat Baja

Spesifikasi pelat baja yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi Pelat Baja

No.	Spesifikasi	Item	
		Pelat Dudukan Komponen Mesin	Frame Panel Listrik
1.	Material	Carbon Steel ST 42	Carbon Steel ST 42
2.	Tebal	1 cm	0,4 cm

c. Silinder Baja Pejal (As Baja)

Silinder baja pejal merupakan sebuah logam yang berbentuk silinder dan solid, silinder baja pejal ini tidak memiliki rongga pada bagian tengahnya. Pada mesin *plastic injection molding vertical* silinder baja pejal digunakan sebagai tiang untuk rangka mesin atau tiang penyangga mesin, tiang penyangga *barrel*, *bushing rail*, *bushing stopper*, *mold clamp*, dan kaki penopang mesin. Silinder baja pejal yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3. Silinder Baja Pejal

Spesifikasi silinder baja pejal yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3. Spesifikasi Silinder Baja Pejal

No.	Spesifikasi	Item			
		Tiang Penyangga Mesin dan <i>Barrel</i>	<i>Bushing Rail</i> dan <i>Bushing Stopper</i>	Kaki Penopang	<i>Mold Clamp</i>
1.	Material	Carbon Steel ST 42	S45C	S45C	S45C
2.	Diameter	1 inch (2,54 cm)	1 1/2 inch (3,81 cm)	1 inch (2,54 cm)	9 cm

d. Silinder *Stainless Steel* Pejal (*As Stainless Steel*)

Silinder *stainless steel* pejal merupakan sebuah logam yang berbentuk silinder dan solid, silinder *stainless steel* pejal ini tidak memiliki rongga pada bagian tengahnya. Pada mesin *plastic injection molding vertical* silinder *stainless steel* pejal digunakan untuk membuat *hopper* dan *injector*. Silinder *stainless steel* pejal yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4. Silinder *Stainless Steel* Pejal

Spesifikasi silinder *stainless steel* pejal yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4. Spesifikasi Silinder *Stainless Steel* Pejal

No.	Spesifikasi	Item	
		<i>Injector</i>	<i>Hopper</i>
1.	Material	<i>Stainless Steel 304</i>	<i>Stainless Steel 304</i>
2.	Diameter	2 1/2 inch (6,35 cm)	11 cm

e. Silinder Kuningan Pejal (*As Kuningan*)

Silinder kuningan pejal merupakan sebuah logam yang berbentuk silinder dan solid, silinder kuningan pejal ini tidak memiliki rongga pada bagian tengahnya. Pada mesin *plastic injection molding vertical* silinder kuningan pejal digunakan membuat *nozzle*. Silinder kuningan pejal yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5. Silinder Kuningan Pejal

Spesifikasi silinder kuningan pejal yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5. Spesifikasi Silinder Kuningan Pejal

No.	Spesifikasi	
1.	Material	Kuningan
2.	Diameter	$3/4$ inch (1,905 cm)

f. Pipa Baja Karbon

Pipa baja karbon memiliki bentuk pipa yang memiliki rongga pada bagian tengahnya. Pipa ini merupakan pipa yang terbuat dari material baja karbon, pipa ini umum digunakan pada industri pemesinan dan memiliki kekuatan yang baik. Pada mesin ini pipa baja karbon digunakan untuk membuat *barrel* pada mesin. Pipa baja karbon yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut:



Gambar 3.6. Pipa Baja Karbon

Spesifikasi pipa baja karbon yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6. Spesifikasi Pipa Baja Karbon

No.	Spesifikasi
1.	Material <i>Carbon Steel Schedule 40</i>
2.	Ukuran $2\frac{1}{2}$ inch (6,35 cm)
3.	Diameter luar (OD) 7,5 cm
4.	Diameter dalam (ID) 6,35 cm

g. Besi CNP

Besi CNP merupakan besi kanal yang memiliki bentuk menyerupai huruf C dan tergolong ke dalam baja ringan. Besi CNP ini biasa digunakan pada bidang konstruksi dan industri. Besi CNP ini memiliki ukuran penampang, panjang, tinggi, dan tebal yang bervariasi. Pada mesin ini, besi CNP digunakan sebagai saluran atau corong untuk masuknya plastik (*feed*) sebelum disalurkan menuju *barrel*. Besi CNP yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut:



Gambar 3.7. Besi CNP

Spesifikasi besi CNP yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.7. Spesifikasi Besi CNP

No.	Spesifikasi
1.	Material <i>Carbon Steel</i>
2.	Lebar 7 cm
3.	Tinggi 3 cm
4.	Tebal 0,2 cm

h. Baut

Sambungan ulir pada elemen mesin berfungsi sebagai sambungan sementara yaitu sambungan yang dapat dibuka dan dipasang kembali tanpa merusak bagian mesin tersebut atau alat penyambungannya (Yogaswara, 2014). Pada mesin ini baut digunakan untuk menghubungkan beberapa bagian dari mesin, misalnya untuk menghubungkan silinder pneumatik dengan dudukannya dan untuk menghubungkan bagian-bagian lainnya pada mesin. Baut yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8. Baut

Spesifikasi baut yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut:

Tabel 3.8. Spesifikasi Baut

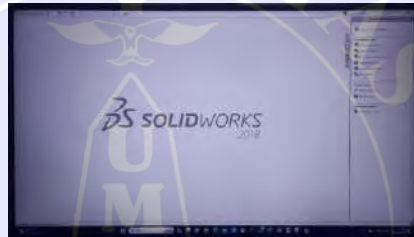
No.	Spesifikasi		
	Ukuran	Pitch	Type
1.	M18 (1,8 cm)	1,5	Hexagonal-Machine Bolt
2.	M8 (0,8 cm)	1,25	Allen Bolt
3.	M8 (0,8 cm)	1,25	Set Screw
4.	M6 (0,6 cm)	1	Hexagonal-Machine Bolt
5.	$\frac{1}{2}$ inch (1,27 cm)	12 G	Allen Bolt
6.	$\frac{3}{8}$ inch (0,95 cm)	16 G	Allen Bolt

3.2.2 Alat

Adapun alat yang akan digunakan untuk perancangan dan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah sebagai berikut:

a. *Software Solidworks*

Solidworks merupakan salah satu *software CAD (Computer Aided Design)* yang dikembangkan oleh *Dassault Systemes*. Dalam perancangan mesin ini, *software solidworks* digunakan untuk membuat desain mesin baik itu dalam bentuk 3D maupun *drawing* mesin untuk proses pemesinan dalam bentuk 2D. Tampilan dari *software solidworks* dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut:



Gambar 3.9. *Software Solidworks*

b. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik merupakan aktuator yang menggunakan udara bertekanan untuk menghasilkan gerakan linier secara berulang-ulang yaitu gerakan keluar-masuk (Panca, 2018). Silinder pneumatik digunakan untuk mendorong plastik cair dari dalam *barrel* keluar melalui *nozzle*. Silinder pneumatik yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10. Silinder Pneumatik

Spesifikasi silinder pneumatik yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut:

Tabel 3.9. Spesifikasi Silinder Pneumatik

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	EMC
2.	<i>Model</i>	TBC 100 x 300
3.	<i>Tipe</i>	<i>Double Acting Cylinder</i>
4.	<i>Diameter Piston</i>	10 cm
5.	<i>Panjang Langkah (Stroke)</i>	30 cm
6.	<i>Tekanan Kerja</i>	1-10 Bar (10-100 N/cm ²)

c. Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki udara bertekanan untuk disuplai menuju komponen lainnya (Arif dan Faiq, 2018). Kompresor digunakan untuk menggerakkan silinder pneumatik. Kompresor yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut:



Gambar 3.11. Kompresor

Spesifikasi kompresor yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut:

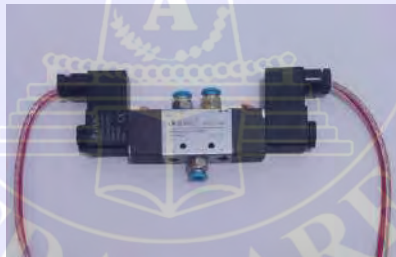
Tabel 3.10. Spesifikasi Kompresor

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	Tiger
2.	<i>Model</i>	TG-AIR 25
3.	<i>Tipe</i>	<i>Kompresor Piston (Reciprocating Compressor)</i>

No.	Spesifikasi	
4.	Daya	1 HP (746 watt)
5.	Tegangan	AC 220V
6.	Frekuensi	50 Hz
7.	Kapasitas Aliran Udara	160 liter/menit (2,67 liter/s)
8.	Jumlah Putaran Motor Listrik	2800 rpm
9.	Maksimum <i>Pressure</i>	8 Bar (80 N/cm ²)
10.	Kapasitas Tanki	21 liter

d. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, memiliki kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC dan DC (Wibowo, 2017). Pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol aliran udara bertekanan menuju aktuator, memilih jalur arah gerak aktuator, serta menghentikan dan memulai aliran fluida. *Solenoid valve* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut:



Gambar 3.12. *Solenoid Valve*

Spesifikasi *solenoid valve* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3.11. Spesifikasi *Solenoid Valve*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	EMC
2.	Model	RV5221-08Q
3.	Tipe	5/2 Way Double Coil
4.	Tegangan	AC 220V
5.	Tekanan Kerja	1,5-8 Bar (15-80 N/cm ²)

e. *Filter Regulator Lubricator (FRL)*

Filter regulator lubricator (FRL) adalah salah satu komponen dari sistem pneumatik yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel seperti debu dan kotoran lainnya yang terdapat di udara. Pada FRL terdapat tiga buah bagian yaitu *air filter*, *pressure regulator*, dan *lubricator* (Arif dan Faiq 2018).

FRL adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengatur dan menyaring udara sebelum masuk ke sistem pneumatik. *FRL* dapat digunakan untuk mengurangi tekanan udara yang masuk ke sistem. Pada *FRL* terdapat *pressure gauge* yang digunakan untuk mengukur tekanan udara yang akan masuk menuju silinder pneumatik dan juga terdapat sistem pelumasan berupa oli yang dikabutkan dan digunakan untuk melumasi bagian-bagian dari silinder pneumatik. *FRL* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut:



Gambar 3.13. *Filter Regulator Lubricator (FRL)*

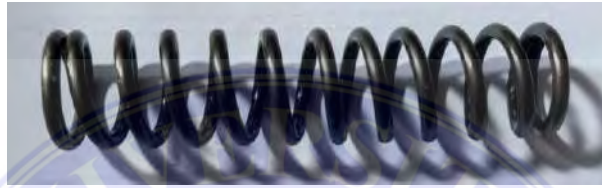
Spesifikasi FRL yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.12 berikut:

Tabel 3.12. Spesifikasi *Filter Regulator Lubricator*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	EMC
2.	<i>Model</i>	EC3010-03
3.	<i>Maksimum Pressure</i>	10 Bar (100 N/cm ²)
4.	<i>Pressure Adjustment</i>	1,5-8,5 Bar (15-85 N/cm ²)

f. Pegas

Dalam dunia teknik pegas banyak digunakan pada bagian-bagian mesin. Pegas digunakan sebagai alat peredam, menyimpan energi mekanis, untuk mengembalikan posisi suatu komponen atau *part*, dan sebagai penahan gaya tekan pada mesin (Yogaswara, 2014). Pegas yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan Gambar 3.15 berikut:

Gambar 3.14. Pegas pada *Barrel*

Gambar 3.15. Pegas pada Pelat Cetakan

Spesifikasi pegas yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.13 berikut:

Tabel 3.13. Spesifikasi Pegas

No.	Spesifikasi	Item	
		Pegas Pada <i>Barrel</i>	Pegas Pada Pelat Cetakan
1.	Material	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
2.	Diameter Dalam (ID)	2,6 cm	2,6 cm
3.	Diameter Luar (OD)	3,6 cm	3,6 cm
4.	Diameter Kawat	0,5 cm	0,5 cm
5.	Panjang	12 cm	5 cm
6.	Jumlah Lilitan	12	5

g. *Band Heater Element*

Band heater element merupakan *heater* yang berbentuk tabung yang banyak digunakan pada mesin pengolahan plastik dan sejenisnya. *Band heater element* memiliki bentuk menyerupai tabung dan berfungsi untuk memanaskan silinder yang memiliki dimensi tertentu (Okatama, 2016). *Band heater element* digunakan untuk melelehkan bahan baku plastik yang terdapat di dalam *barrel*. *Band heater element* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut:



Gambar 3.16. *Band Heater Element*

Spesifikasi *band heater element* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut:

Tabel 3.14. Spesifikasi *Band Heater Element*

No.	Spesifikasi	
1.	Diameter Dalam (ID)	7,5 cm
2.	Panjang	7 cm
3.	Daya	500 watt
4.	Tegangan	AC 220V

h. Panel Listrik

Panel listrik digunakan sebagai tempat komponen elektrik yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur serta disusun sedemikian rupa yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari sumber listrik menuju komponen elektronik lainnya. Panel listrik juga memiliki fungsi untuk

menata rangkaian atau komponen listrik agar terlihat rapi dan aman. Panel listrik yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut:



Gambar 3.17. Panel Listrik

Spesifikasi panel listrik yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut:

Tabel 3.15. Spesifikasi Panel Listrik

No.	Spesifikasi	
1.	Panjang	25 cm
2.	Lebar	15 cm
3.	Tinggi	30 cm

i. *Air Hose* (Selang Angin)

Selang angin berhubungan dengan pendistribusian udara dalam sistem pneumatik. Untuk mendistribusikan udara bertekanan dari sumber menuju peralatan pneumatik lainnya maka diperlukan selang yang berfungsi untuk menyalurkan udara tersebut. Dengan tekstur yang fleksibel selang angin sering digunakan sebagai pengganti pipa (Ashar dan Adi, 2018). *Air hose* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut:



Gambar 3.18. *Air Hose* (Selang Angin)

Spesifikasi selang angin yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.16 berikut:

Tabel 3.16. Spesifikasi Selang Angin

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	EMC
2.	<i>Model</i>	PU Tube 8 x 5
3.	<i>Diameter Luar (OD)</i>	0,8 cm
4.	<i>Diameter Dalam (ID)</i>	0,5 cm
5.	<i>Maksimum Pressure</i>	10 Bar (100 N/cm ²)
6.	<i>Material</i>	<i>Polyurethane</i>

j. *Pneumatic Fittings*

Pneumatic fittings digunakan untuk menghubungkan berbagai elemen atau *part* dalam sistem pneumatik, seperti pipa, selang, aktuator, dan elemen lainnya. *Pneumatic fittings* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.19 dan Gambar 3.20 berikut:



Gambar 3.19. *Elbow Fittings*



Gambar 3.20. *Straight Fittings*

Spesifikasi *pneumatic fittings* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.17 berikut:

Tabel 3.17. Spesifikasi *Pneumatic Fittings*

No.	Spesifikasi	Item		
		<i>Elbow Fittings</i>	<i>Straight Fittings</i>	<i>Straight Fittings</i>
1.	<i>Brand</i>	EMC	EMC	EMC
2.	<i>Model</i>	EPL08-02	ZPC08-02	ZPC08-03
3.	<i>Connector Type</i>	<i>Fitting Male</i>	<i>Fitting Male</i>	<i>Fitting Male</i>
4.	<i>Thread Size</i>	$\frac{1}{4}$ inch (0,635 cm)	$\frac{1}{4}$ inch (0,635 cm)	$\frac{3}{8}$ inch (0,95 cm)
5.	<i>Port Size</i>	0,8 cm	0,8 cm	0,8 cm

k. *Speed Controller*

Speed controller merupakan salah satu komponen pneumatik yang digunakan untuk mengatur kecepatan silinder pneumatik dengan mengubah besarnya *flow* atau aliran udara yang masuk ke silinder pneumatik. Dengan adanya *speed controller* ini gerakan maju dan mundur dari silinder pneumatik dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. *Speed controller* ini dipasang pada saluran *inlet air* silinder pneumatik baik itu untuk gerakan maju maupun gerakan mundur. *Speed controller* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.21 berikut:

Gambar 3.21. *Speed Controller*

Spesifikasi *speed controller* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.18 berikut:

Tabel 3.18. Spesifikasi *Speed Controller*

No.	Spesifikasi
1.	<i>Brand</i>
2.	<i>Model</i>
3.	<i>Thread Size</i>
4.	<i>Port Size</i>

1. *Silencer (Muffler)*

Silencer adalah salah satu komponen pneumatik yang berfungsi untuk mengurangi atau meredam suara yang dihasilkan pada sistem pneumatik, seperti udara buangan yang dikeluarkan melalui katup pengontrol arah. Fungsi utama *silencer* adalah meredam kebisingan yang dihasilkan oleh aliran udara dalam sistem pneumatik dan dapat menjadi *filter* debu agar tidak masuk ke dalam katup pengontrol arah. *Silencer* dipasang pada saluran buang udara katup pengontrol arah. *Silencer* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.22 berikut:



Gambar 3.22. *Silencer*

Spesifikasi *silencer* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.19 berikut:

Tabel 3.19. Spesifikasi *Silencer*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	EMC
2.	<i>Model</i>	A-8A
3.	<i>Thread Size</i>	$\frac{1}{4}$ inch (0,635 cm)
4.	<i>Working Pressure</i>	0-10 Bar (0-100 N/cm ²)

m. *Thermocouple*

Thermocouple merupakan alat ukur yang memanfaatkan tegangan *thermo-electric* untuk dapat mendeteksi terjadinya perubahan suhu pada sebuah sistem (Welta, 2022). Pada mesin ini *thermocouple* berfungsi untuk mengukur suhu,

kemudian hasil pembacaan suhu tersebut akan diproses oleh *thermostat*, agar diperoleh suhu sesuai dengan kebutuhan. *Thermocouple* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.23 berikut:



Gambar 3.23. *Thermocouple*

Spesifikasi *thermocouple* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.20 berikut:

Tabel 3.20. Spesifikasi *Thermocouple*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	BERM
2.	<i>Model</i>	K <i>Thermocouple Probe Cable</i>
3.	<i>Length</i>	100 cm
4.	<i>Temperature Range</i>	0-400 °C
5.	<i>Internal Insulation</i>	<i>Fiberglass</i>
6.	<i>External Shielding</i>	<i>Insulated Shielding</i>

n. *Thermostat (Temperature Controller)*

Thermostat merupakan komponen elektrik sebagai pengatur yang mendeteksi suhu sistem dan melakukan tindakan sehingga suhu pada sistem dapat diatur mendekati titik yang diinginkan (Simamora dan Kolombus, 2023). *Thermostat* memanfaatkan bantuan dari sensor suhu (*thermocouple*) yang selanjutnya hasil dari pembacaan sensor suhu tersebut akan diproses oleh *thermostat*, kemudian *thermostat* akan mengirim sinyal atau perintah menuju *solid*

state relay (SSR) untuk mengatur aliran listrik menuju *band heater element* sehingga suhu yang diinginkan dapat terpenuhi. *Thermostat* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.24 berikut:



Gambar 3.24. *Thermostat*

Spesifikasi *thermostat* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.21 berikut:

Tabel 3.21. Spesifikasi *Thermostat*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	RKG Instrument
2.	<i>Model</i>	REX-C100FK02
3.	<i>Tegangan</i>	AC 220V
4.	<i>Temperature Range</i>	0-400 °C
5.	<i>Dimensi</i>	4,8 cm x 4,8 cm x 8,5 cm

o. *Solid State Relay* (SSR)

Solid state relay digunakan sebagai sakelar elektronik yang dapat digunakan atau diaplikasikan di industri-industri sebagai *device* pengendali (Kustiawan, 2018). *Solid State Relay* merupakan jenis pengalih elektronik yang menggunakan komponen elektronika aktif untuk mengendalikan pengalihan arus dan tegangan listrik. SSR berfungsi untuk mengatur aliran listrik menuju *band heater element*,

untuk melakukan kerja SSR menerima sinyal atau perintah dari *thermostat*. SSR yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.25 berikut:



Gambar 3.25. *Solid State Relay*

Spesifikasi *solid state relay* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.22 berikut:

Tabel 3.22. Spesifikasi *Solid State Relay*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	FOTEK
2.	<i>Model</i>	SSR-40 DA
3.	<i>Tegangan</i>	AC 24-380 V
4.	<i>Output Current</i>	40 A

p. Kabel Listrik

Kabel listrik merupakan suatu bahan jenis penghantar yang digunakan untuk menghantarkan arus listrik pada instalasi listrik. Pada mesin ini kabel listrik digunakan untuk menghantarkan arus listrik dari sumber arus menuju komponen-komponen elektronik lainnya pada mesin.

Terdapat dua jenis kabel yang digunakan pada mesin ini, kabel pertama adalah kabel yang digunakan untuk menyalurkan listrik dari sumber menuju panel listrik yaitu kabel *multi core* dan kabel kedua adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen elektrik yang terdapat di dalam panel listrik

yaitu kabel *single core*. Kabel listrik yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.26 dan Gambar 3.27 berikut:



Gambar 3.26. Kabel Listrik *Multi Core*



Gambar 3.27. Kabel Listrik *Single Core*

Spesifikasi kabel listrik yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.23 berikut:

Tabel 3.23. Spesifikasi Kabel Listrik

No.	Spesifikasi	Item	
		Kabel <i>Multi Core</i>	Kabel <i>Single Core</i>
1.	<i>Brand</i>	ETERNA	WILSON CABLES
2.	Model	NYMHY	NYAF
3.	Tipe	Kabel Serabut	Kabel serabut
4.	Ukuran	2 x 1,5 mm ² (2 x 0,015 cm ²)	1 x 1,5 mm ² (1 x 0,015 cm ²)
5.	Tegangan	AC 300/500 V	AC 300/500 V

q. Steker

Steker merupakan colokan berbahan logam yang dipasang pada ujung kabel listrik yang berfungsi untuk menghubungkan peralatan listrik dengan sumber listrik

dan ditancapkan pada lubang stop kontak. Steker yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.28 berikut:



Gambar 3.28. Steker

Spesifikasi steker yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.24 berikut:

Tabel 3.24. Spesifikasi Steker

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	UTICON
3.	<i>Model</i>	S-28
4.	<i>Tegangan</i>	AC 250V
5.	<i>Arus Listrik</i>	10 A

r. *Push Button Switch* (Skalar Tombol Tekan)

Push button switch merupakan perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* berarti sakelar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan dan saat tombol tidak ditekan, maka sakelar akan kembali pada kondisi normal. Pada mesin ini *push button switch* digunakan untuk mengontrol *solenoid valve* untuk mengatur gerakan maju dan mundur silinder pneumatik, *push button switch* ini memiliki dua jalur NO dan NC. *Push button switch* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.29 berikut:

Gambar 3.29. *Push Button Switch*

Spesifikasi *push button switch* yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.25 berikut:

Tabel 3.25. Spesifikasi *Push Button Switch*

No.	Spesifikasi	
1.	<i>Brand</i>	POWELL
2.	<i>Model</i>	PB2511-4F
3.	<i>Max Input Voltage</i>	AC 600 V
4.	<i>Max Input Current</i>	6 A

s. *MCB (Miniature Circuit Breaker)*

MCB (miniature circuit breaker) adalah perangkat yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dari arus berlebih (*over current*). Terjadinya arus berlebih ini, dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti hubungan singkat (*short circuit*) dan beban berlebih (*overload*). *MCB* bekerja secara otomatis memutus arus listrik ketika arus yang melewatinya melebihi arus nominal pada *MCB* tersebut (Wibowo, 2017). *MCB* yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3.30 berikut:

Gambar 3.30. *Miniature Circuit Breaker*

Spesifikasi MCB yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* dapat dilihat pada Tabel 3.26 berikut:

Tabel 3.26. Spesifikasi *Miniature Circuit Breaker*

No.	Spesifikasi
1.	<i>Brand</i> HANNOCH
2.	<i>Model</i> C10
3.	<i>Phase</i> 1 Phase
4.	<i>Max Input Voltage</i> AC 230/400 V
5.	<i>Current</i> 10 A
6.	<i>Kapasitas Pemutus Arus</i> 4,5 kA

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam perancangan *mesin plastic injection molding vertical* menggunakan sistem pneumatik dengan volume cetakan 300 cm³ ini yaitu metode penelitian kuantitatif melalui survei dan pengamatan secara langsung kelapangan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah data selesai dikumpulkan, maka akan dapat disimpulkan langkah selanjutnya dalam proses perancangan mesin ini.

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian pada perancangan mesin *plastic injection molding vertical* menggunakan sistem pneumatik dengan volume cetakan 300 cm³ adalah sebagai berikut:

- a. Studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan data-data teori, informasi, serta acuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas. Hal ini dilakukan dengan mencari dasar teori melalui buku, karya ilmiah, dan juga internet yang berkaitan dengan mesin *plastic injection molding vertical*.

- b. Observasi lapangan atau studi lapangan merupakan teknik pengambilan data yang dilakukan dengan cara datang langsung ke lapangan untuk mendapatkan informasi dan data-data mengenai perancangan mesin *plastic injection molding vertical*, seperti data mengenai komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical*.
- c. Melakukan perhitungan terhadap komponen dan bahan untuk menentukan spesifikasi komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical*.
- d. Membuat desain atau gambar dari mesin *plastic injection molding vertical* dengan menggunakan *software Solidworks*.
- e. Menarik Kesimpulan.

3.4 Populasi dan Sampel

Pada penelitian “Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume Cetakan 300 cm³”, populasi dan sampel yang digunakan disajikan dalam Tabel 3.27 berikut:

Tabel 3.27. Populasi dan Sampel

No.	Komponen	Jumlah
1.	Silinder Pneumatik	1
2.	Kompresor	1
3.	<i>Band Heater Element</i>	3
4.	<i>Solenoid Valve</i>	1
5.	<i>Barrel</i>	1
6.	<i>Hopper</i>	1
7.	<i>Injector</i>	1
8.	<i>Nozzle</i>	1
9.	Pelat Dudukan Komponen Mesin	5
10.	Tiang Penyangga Mesin	4
11.	Tiang Penyangga <i>Barrel</i>	2
12.	Pegas	6

3.5 Prosedur Kerja

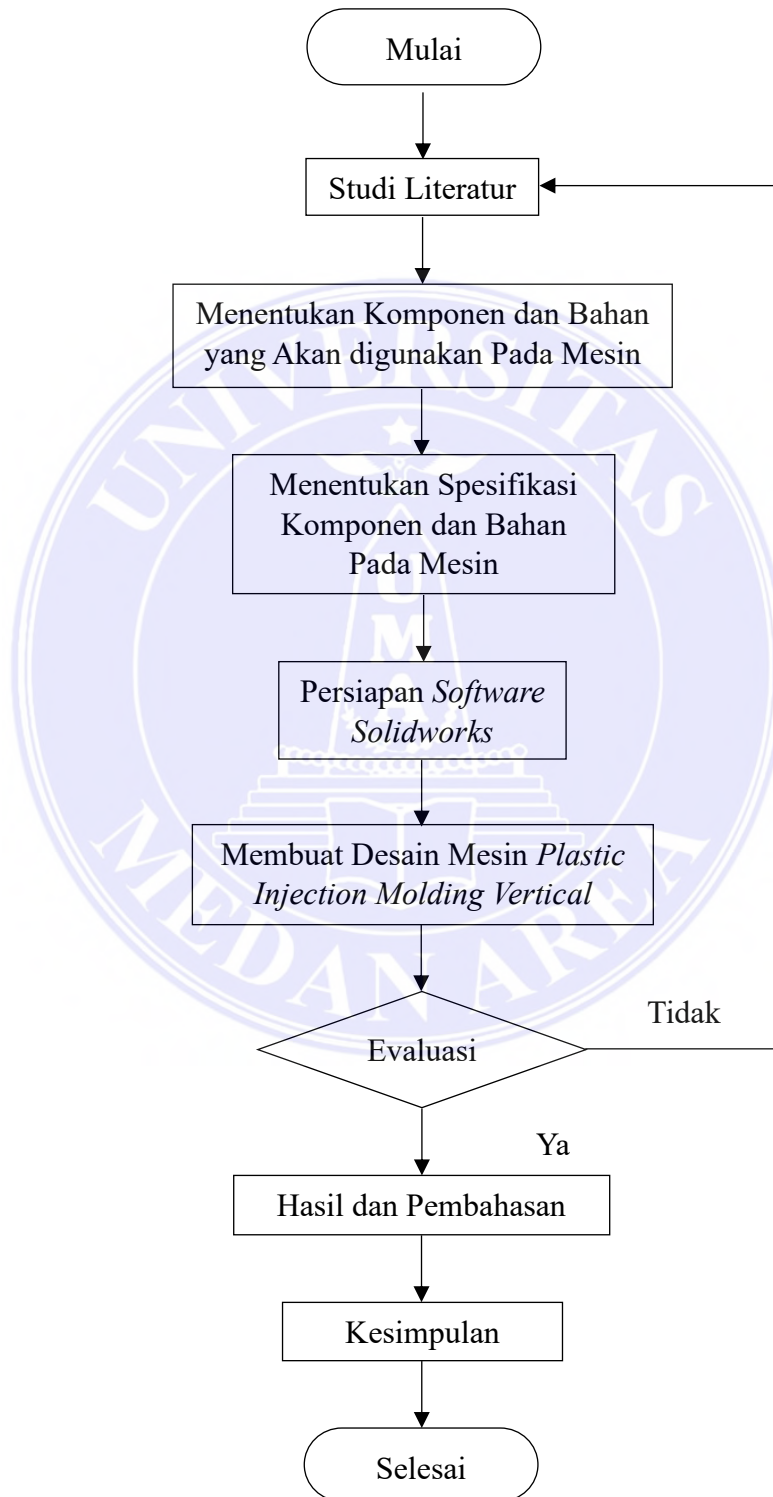
Prosedur kerja pada perancangan mesin *plastic injection molding vertical* ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan data-data maupun informasi mengenai perancangan mesin yang telah dicari sebelumnya.
- b. Menentukan komponen-komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin.
- c. Melakukan perhitungan terhadap komponen dan bahan untuk menentukan spesifikasi komponen dan bahan yang akan digunakan pada mesin.
- d. Menentukan dimensi atau ukuran pada bagian-bagian mesin seperti *barrel*, *hopper*, pelat dudukan komponen mesin, tiang penyangga mesin serta ukuran keseluruhan dari mesin agar sesuai dengan kebutuhan mesin *plastic injection molding vertical*.
- e. Menyiapkan *software solidworks* yang akan digunakan untuk membuat desain atau gambar mesin.
- f. Membuat desain atau gambar mesin dengan menggunakan *software solidworks*, lengkap dengan komponen-komponen mesin yang telah ditentukan sebelumnya.
- g. Mengamati dan memeriksa kembali hasil perancangan mesin, sehingga dapat diperoleh hasil perancangan mesin yang maksimal dan dapat membantu serta mempermudah teknisi pembuat mesin dalam proses pembuatan mesin.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan suatu tipe diagram yang mewakili urutan prosedur ataupun proses kerja, yang menunjukkan langkah-langkah dalam bentuk simbol grafis dan urutannya dihubungkan dengan tanda panah. Diagram alir membantu

menggambarkan apa yang sedang terjadi dan dengan demikian membantu untuk memahami sebuah proses. Diagram alir proses perancangan mesin *plastic injection molding vertical* diperlihatkan pada Gambar 3.31 berikut:



Gambar 3.31. Diagram Alir Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada perancangan mesin *plastic injection molding vertical*, diperoleh data untuk menghasilkan volume produk sebesar 300 cm^3 diperlukan massa cacahan plastik setiap kali proses injeksi sebesar 411 g. Pada saat proses pemanasan plastik, volume plastik cair di dalam *barrel* memiliki volume sebesar $563,0137 \text{ cm}^3$. Gaya yang dibutuhkan untuk mendorong plastik cair dari dalam *barrel* sebesar 385,7 N, dan penggunaan *software solidworks* sangat membantu dalam proses pembuatan gambar dari mesin *plastic injection molding vertical*, sehingga dapat mempermudah teknisi pembuat mesin dalam memahami detail dari mesin yang akan dibuat.
- b. Untuk spesifikasi komponen yang digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical* diperoleh data silinder pneumatik yang direncanakan pada mesin dapat menghasilkan gaya sebesar 5.338 N, sementara gaya yang dibutuhkan sebesar 385,7 N. Kompresor yang direncanakan pada mesin memiliki daya sebesar 746 *watt*, sementara daya yang dibutuhkan sebesar 558,63112 *watt*, *band heater element* yang direncanakan pada mesin memiliki daya sebesar 750 *watt*, sementara daya yang dibutuhkan sebesar 645,84 *watt*, dan digunakan katup pengontrol arah yaitu *solenoid valve 5/2 way double coil* untuk mengontrol gerakan maju dan mundur silinder pneumatik. Komponen

yang direncanakan untuk digunakan pada mesin sudah memenuhi syarat spesifikasi yang dibutuhkan agar mesin dapat beroperasi dengan baik.

- c. Untuk jenis bahan yang digunakan diperoleh data pada mesin *plastic injection molding vertical* ini terdapat tiga jenis material yang digunakan, material pertama adalah *carbon steel* yang digunakan untuk membuat pelat dudukan komponen mesin, tiang penyangga mesin, tiang penyangga *barrel*, *barrel*, baut, *frame* panel listrik, *bushing rail*, dan *bushing stopper*. Material kedua adalah *stainless steel* yang digunakan untuk membuat *injector* dan *hopper*. Material ketiga adalah kuningan yang digunakan untuk membuat *nozzle*. Untuk spesifikasi material diperoleh data pelat dudukan komponen mesin digunakan material ST 42 dengan ketebalan 1 cm, di mana ketebalan ini sudah cukup untuk menahan beban yang diberikan pada pelat yang digunakan. Untuk tiang penyangga mesin digunakan material ST 42 dengan diameter 2,48 cm, di mana dengan diameter ini cukup untuk menahan beban yang diberikan pada tiang penyangga tersebut. Untuk baut yang menghubungkan pelat dudukan komponen mesin dengan tiang penyangga mesin digunakan baut material *carbon steel grade 8.8* dengan ukuran M18, di mana dengan ukuran ini cukup untuk menahan beban yang diberikan pada baut tersebut. Bahan yang direncanakan untuk digunakan pada mesin sudah memenuhi syarat spesifikasi yang dibutuhkan, sehingga bahan tidak akan mengalami kerusakan jika diberikan beban saat proses injeksi sedang berlangsung.
- d. Untuk dimensi bagian-bagian mesin *plastic injection molding vertical* diperoleh tinggi *barrel* yang digunakan sebesar 22 cm, sementara tinggi minimal yang dibutuhkan agar dapat menampung plastik cair sebesar 18,07 cm

dan diperoleh volume total dari *barrel* yang digunakan sebesar $737,4943 \text{ cm}^3$, sementara volume minimal yang dibutuhkan untuk dapat menampung plastik cair sebesar $563,0137 \text{ cm}^3$. Tinggi *hopper* yang digunakan sebesar 8 cm, sementara tinggi minimal yang dibutuhkan untuk menampung plastik sebesar 6,041 cm dan diperoleh volume dari *hopper* yang digunakan sebesar $388,3364 \text{ cm}^3$, sementara volume minimal yang diperlukan untuk dapat menampung plastik sebesar 300 cm^3 . Bagian tertentu pada mesin seperti *barrel* dan *hopper* sudah memenuhi syarat ukuran minimal yang dibutuhkan agar bagian-bagian tersebut dapat menampung material plastik sesuai dengan kebutuhan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan maka saran yang ingin disampaikan adalah:

- a. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengembangan pada material *injector*. *Injector* yang digunakan pada mesin memiliki massa yang besar, hal ini mengakibatkan silinder pneumatik akan tertarik dan akan maju apabila tidak diberikan udara bertekanan pada arah sebaliknya yaitu pada posisi mundur. Apabila akan dilakukan pengembangan pada mesin, maka dapat dilakukan pemilihan material *injector* yang memiliki massa yang lebih ringan, namun tetap memperhatikan kondisi keamanan dari jenis material tersebut untuk digunakan pada mesin *plastic injection molding vertical*.
- b. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan *clearance* antara *injector* dan *barrel*. Pada saat proses injeksi masih terdapat sedikit kebocoran akibat *clearance* antara *injector* dan *barrel*. Apabila akan dilakukan

pengembangan pada mesin, disarankan untuk melakukan perbaikan yang dapat meminimalisir kebocoran tersebut, seperti pemilihan material yang lebih tepat, tingkat kekasaran permukaan yang baik, maupun penggunaan *seal* pada *injector*. Yang pasti penggantian atau penambahan yang akan dilakukan pada *injector* harus tetap memperhatikan tingkat keamanan dan ketahanan material tersebut terhadap temperatur yang tinggi, sehingga material tidak mengalami kerusakan pada saat dioperasikan pada temperatur yang tinggi.

- c. Sebelum mengoperasikan mesin, operator harus mengetahui prinsip kerja dari mesin tersebut, hal ini bertujuan agar pada saat proses injeksi mesin dapat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kegagalan.
- d. Operator harus mengetahui batasan ataupun kemampuan dari mesin, seperti gaya maksimum yang dapat dihasilkan, volume plastik cair yang dapat ditampung, dan lainnya. Hal ini bertujuan agar operator tidak memberikan beban berlebih pada mesin yang dapat mengakibatkan kegagalan fungsi pada bagian-bagian mesin.

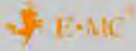
DAFTAR PUSTAKA

- Adhiharto, Riky dkk. 2017. "Studi Rancang Bangun Mesin *Benchtop Injection Molding* Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Botol Plastik". Bandung : Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- Alfara, Muh. Devo dkk. 2020. "Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik Dengan Sistem Penekan Pneumatik". Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Allo, Reno Rivaldy dkk. 2022. "Studi Eksperimental Dan Analitis Kekuatan Tarik Pada Sambungan Pelat Baja". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda Vol. 14 No. 1.
- Andalucia, Sefilra. 2023. "Operasi Dan *Trobleshooting Gas Compressor* Di Stasiun Kompresor Gas (SKG) Lembak PT Pertamina Hulu Rokan *Region 1 Zona 4*". Jurnal Cakrawala Ilmiah Vol.2, No.5.
- Arif, Mochamad Sya'roni Shobar dan Faiq Rozaano. 2018. "Rancang Bangun Mesin *Press Pet Topi* Dengan Sistem Pneumatik". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arjun, Rahmad. 2021. "Perancangan Mesin *Plastic Injection Molding Prototype* Menggunakan *Software Solidworks*". Medan : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ashar, Viwaldi Iqbal dan Adi Bayu Ramadhan. 2018. "Penyempurnaan Mesin *Press Carang Mas Apel* Kapasitas 9 Biji/Siklus Dengan Sistem Pneumatik". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Darto. 2015. "Perencanaan dan Simulasi Sistem Pneumatik Pada Mesin *Press Briket Blothong* Berbantuan Perangkat Lunak". Teknologi dan Manajemen Informatika Volume 1 Nomor 1.
- Fadhila, Rizkika dkk. 2018. "Rancang Bangun Mesin Injeksi Mini Pengolahan Limbah Cangkir Plastik". Bangka Belitung : Politeknik Manufaktur Bangka Belitung.
- Faradini, Arnanda Metrika. 2018. "Rancang Bangun Cetakan *Sole Sepatu Rotary Injection Molding*". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Firdausi, Muhammad dan Fikri Ramdani. 2020. "Cacat Produk Akibat Temperatur *Cylinder Barrel* Pada Proses Produksi Menggunakan *Injection Molding*". Presisi, Vol : 22, No.2.
- Giancoli, Douglas C. 2014. "Fisika Prinsip dan Aplikasi". Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Gusniar, Iwan Nugraha. 2018. "Metode Pembuatan *Paving Block* Segi Enam Berbahan Sampah Plastik Dengan Mesin *Injection Molding*". Barometer, Vol.3 No.2, 130-133.
- Irawan, Agustinus Purna. 2009. "Diktat Elemen Mesin". Jakarta : Universitas Tarumanagara.
- Istiqlalayah, Hetsi dkk. 2018. "*Characteristics Of Pet Plastic Pyrolysis Products With Temperature Variations*". Prosiding SNTTM XVII, Oktober 2018, hal. 078-082.
- Johan, Chendri dkk. 2023. "Analisis Kekuatan *Bending* Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja ST 42 Menggunakan Pendingin Oli SAE 20W-50 Dengan Memvariasi Kuat Arus". Jurnal Teknik Industri Vol. 9, No. 2.
- Kristanto, Dwi Yosep dkk. 2022. "Matematika untuk SMP/MTs Kelas IX". Jakarta : Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kusrini. 2020. "Modul Pembelajaran SMA Fisika". Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kustiawan, Eko. 2018. "Meningkatkan Efisiensi Peralatan Dengan Menggunakan *Solid State Relay (SSR)* Dalam Pengaturan Suhu *Pack Pre-Heating Oven (PHO)*". Jurnal STT YUPPEN TEK Vol. 9 No. 1 April 2018 : 1-6.
- Kutz, Myer. 2015. "*Mechanical Engineers Handbook Fourth Edition Materials and Engineering Mechanics*". New Jersey : John Wiley and Son, Inc.

- Mahendra, Refa Anugrah dkk. 2021. "Analisa Efektifitas Uji Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Dengan Variabel Mekanik Mesin Dengan Metode *Taguchi*". Jurnal JMMME, Volume 1, Nomor 1.
- Miskah, Siti dkk. 2016. "Pengaruh Penggunaan Katalis CU-AL203 Terhadap Pembuatan Bahan Bakar Cair Dari Bahan LDPE dan PET". Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 22.
- Mott, Robert L dkk. 2018. "*Machine Elements In Mechanical Design Sixth Edition*". New York : Pearson Education, Inc.
- Okatama, Irvan. 2016. "Analisa Peleburan Limbah Plastik *Polyethylene Terephtalate* (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik". Jurnal Teknik Mesin (JTM) : Vol. 05.
- Panca, Kiki Dwi. 2018. "Rancang Bangun Penjepit Cetakan Dengan Kapasitas 2 Silinder Pneumatik Untuk Mesin Cetak Injeksi". Medan : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Pratama, Indra Adi. 2020. "Rancang Bangun Alat Bantu Angkat Produk Atap Baja Ringan Di PT NS Bluescope Lysaght Indonesia". Surabaya : Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Refiantoro, Richo Fenda dan Kurniawanti. 2022. "Penentuan Konstanta Pegas Dalam Hukum *Hooke* Pada Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel. *Journal of Industrial Engineering* Universitas PGRI Yogyakarta Volume 1 No. 2.
- Rinanto, Andhy. 2012. "Desain Ulang Unit Pemanas dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin *Molding*". Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Samlawi, Achmad Kusairi dan Rudi Siswanto. 2016. "Material Teknik". Banjarmasin : Universitas Lambung Mangkurat.
- Setiawan, Bambang dan Rasma. 2019. "Rancang Bangun Mesin *Press* Briket Dari Bahan Serbuk Kayu Sistem Pneumatik Menggunakan 5 Tabung Percetak". Turbo Volume 8 No. 2.
- Simamora, Antonius Managam dan Kolombus Siringo-ringo. 2023. "Rancang Bangun *Switch Control Thermostat* Pada *Water Heater* Kapasitas 10 Liter Dengan Daya 300 *Watt*". Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan Vol. 11 No. 1.
- Sofyan, Bondan Tiara. 2021. "Pengantar Material Teknik". Bogor : UNHAN RI PRESS.
- Sultan, Ahmad Zubair dkk. 2021. "Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Sistem Penekan Pneumatik". Sinergi, Vol 19 (2) : 244-251.
- Surono, Untoro Budi. 2013. "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar". Jurnal Teknik Vol.3 No.1.
- Syaifudin, Muhammad. 2017. "Rancang Bangun *Plastic Injection Moulding* Pada Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Gagang Pisau". Kudus : Universitas Muria Kudus.
- Syamsuri, Heris dan Ade Herdiana. 2023. "Perancangan Simulator Kompresor Torak untuk Media Pembelajaran". Jurnal Mesin Galuh. Vol. 1, No.1.
- Welta, Zella Junia. 2022. "Rancang Bangun *Plastic Injection Molding*". Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Wibowo, Agung. 2017. "Rancang Bangun Aktuator *Solenoid Valve* Pada Pengendalian *Pressure* Reaktor OAW (*Oxygen Acetylene Welding*) Di Bengkel Las Diral Menur Surabaya". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yogaswara, Widiyanto Eka. 2014. "Elemen Mesin". Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Wijaya, Jordan Natanael. 2022. "Rancang Bangun Alat Mesin *Plastic Injection Molding*". Semarang : Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Silinder Pneumatik



TBC/XBC Series Standard Cylinder



Specifications

Bore Size (mm)	32	40	50	63	80	100	125	160
Acting type	Double Acting							
Working medium	Clean Air(40 μm filtration)							
Working pressure (VPa)	0.1-1.0							
Guaranteed pressure (MPa)	1.5							
Working temperature (C)	-20-70(No freezing)							
Speed range (mm/s)	50-800						30-500	
Cushion type	Air Cushion							
Cushion stroke (mm)	25		24		30		28	
Mounting type	LB FA FB CA GB TG							
Port size	G1/8		G1/4		G3/8		G1/2 G3/4	

PT, NPT port size is optional.

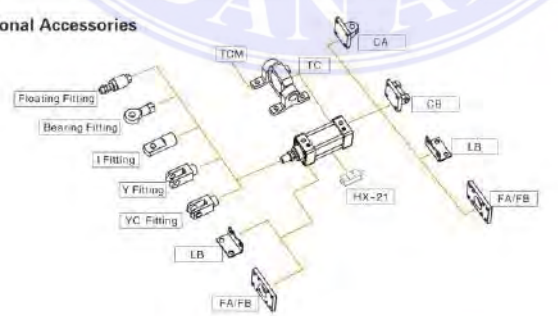
How to Order?

Series No.	Cushion Type	Type No.	Bore X	Stroke	Adjustable Stroke	Magnet No.	Seal Material	Mounting Type	Thread Type
	C: Air cushion	32	25	10		Blank: No magnet S: With magnet		Blank: No CA TCM	Blank: G P: PT T: NPT
	TB: Round type barrel	40	50	20				CB LI	
	XB: Profile barrel	50	75	30				LB YJ	
		63		40				FA YCU	
	Blank: Basic type	80		50			Blank: Standard material (NBR seal)	FB BJ	
	D: Double shaft type	100		75			V: VITON seal J: The standard is VITONT seal. If HNBR seal please apply for non-standard.	FD	
	J: Double shaft and adjustable type	125 (Only TB is optional)		100				TC	
		160 (Only TB is optional)						

Series No.	Cushion Type	Type No.	Bore X	Stroke	Adjustable Stroke	Magnet No.	Seal Material	Mounting Type	Thread Type
	C: Air cushion	32	25	25		Blank: No magnet S: With magnet			Blank: G P: PT T: NPT
	TB: Round type barrel	40	50	50					
		50	75	75					
		63							
	T: Multi-position type	80							
		100							

Order Example
TBC series, bore 40mm, stroke 50mm, with magnet, seal material is standard material, CA mounting accessory.
EPR code is: TBC40X50-S-CA
Note: If cylinder with several different mounting accessories, please use this sequential coding: CA/CB/CR/LB/FA/FB/TC/LI/YJ/BJ/FD(TC only available for TBC)

Optional Accessories



3.103
www.emc-machinery.com

TBC/XBC Series Standard Cylinder



Stroke

Bore (mm)	Standard Stroke (mm)																Max. Stroke (mm)					
32	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400	450	500	1900					
40	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	1900		
50-160	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1900

Internal Structure

NO	Part Name	Material
1	Nut	Carbon steel
2	Piston rod	S45C heat chrome carbon steel
3	Piston nut steel	TRU
4	Self-lubricating bearing	Bronze powder
5	Head cover	Aluminum alloy
6	Cushion seal	NBR
7	O-ring	NBR
8	Barrel	Aluminum alloy
9	O-ring	NBR
10	Aluminum alloy	Aluminum alloy
11	Piston seal	NBR
12	Screw	Carbon steel
13	Wear ring	PTFE
14	Magnet	Plastic
15	Tie rod	Carbon steel
16	Tie rod nut	Carbon steel
17	Rear cover	Aluminum alloy
18	Retainer ring	Spring steel
19	O-ring	NBR
20	Nut	Brass

Main Dimension

TBC Ø32-Ø160

Bore/Sign	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
32	140	47	93	26	32	15	27.5	22	17	8	M10X1.25	M6X1
40	142	49	93	32	34	15	27.5	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	150	57	93	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	153	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M8X1.25
80	162	75	107	46	51	21	33	40	28	10	M20X1.5	M10X1.5
100	188	75	113	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
125	218	88	130	52	68	20	38	54	41	13.5	M27X2.0	M12X1.75
160	254	113	141	62	88	25	38	72	55	16	M36X2.0	M16X2.0

Bore/Sign	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W
32	13	14	1.8"	3.5	7	6.5	45	33	12	10
40	13	13.5	1.4"	5	5.5	8.5	50	37	16	14
50	13	14.5	1.4"	8.5	3	11	62	47	20	17
63	13	15	3/8"	7	5	0.5	75	56	20	17
80	15.5	18.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	22
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	22
125	19	19	1/2"	15	5	15	137.5	104	32	27
160	19.5	19	3/4"	15	6	15	173.5	134	40	36

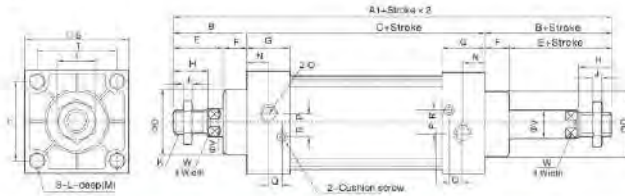
TBC/XBC

TBC/XBC Series Standard Cylinder



Main Dimension

TBCD Ø32-Ø160

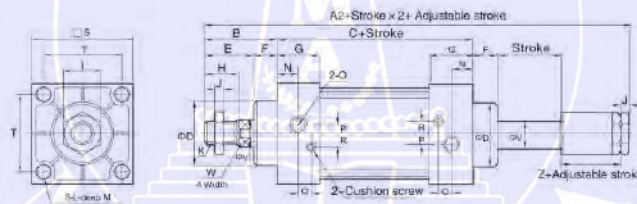


Bore/Sign	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
32	187	47	93	26	32	15	27.5	22	17	6	M10X1.25	M6X1
40	191	49	93	32	34	15	27.5	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	207	57	93	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	210	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M8X1.25
80	257	75	107	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
100	263	75	113	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
125	306	85	130	52	66	20	38	54	41	13.5	M27X2.0	M12X1.75
160	367	113	141	62	88	25	38	72	55	18	M36X2.0	M16X2.0

Bore/Sign	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W
32	13	14	1/8"	3.5	7	6.5	45	33	12	10
40	13	13.5	1/4"	5	5.5	8.5	50	37	16	14
50	13	14.5	1/4"	8.5	3	11	62	47	20	17
63	13	15	3/8"	7	5	9.5	75	56	20	17
80	15.5	16.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	22
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	22
125	19	19	1/2"	15	5	15	137.5	104	32	27
160	19.5	19	3/4"	15	6	15	173.5	134	40	36

Note: 1. With magnet and no magnet, the dimensions are same.
2. XBC series dimensions are same as TBC.

TBCJ Ø32-Ø160



Bore/Sign	A2	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
32	182	47	93	26	32	15	27.5	22	17	6	M10X1.25	M6X1
40	185	49	93	32	34	15	27.5	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	196	57	93	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	199	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M8X1.25
80	242	75	107	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
100	248	75	113	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
125	286.5	85	130	52	66	20	38	54	41	13.5	M27X2.0	M12X1.75
160	337	113	141	62	88	25	38	72	55	18	M36X2.0	M16X2.0

Bore/Sign	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W	Z
32	13	14	1/8"	3.5	7	6.5	45	33	12	10	21
40	13	13.5	1/4"	5	5.5	8.5	50	37	16	14	21
50	13	14.5	1/4"	8.5	3	11	62	47	20	17	23
63	13	15	3/8"	7	5	9.5	75	56	20	17	23
80	15.5	16.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	22	29
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	22	29
125	19	19	1/2"	15	5	15	137.5	104	32	27	35
160	19.5	19	3/4"	15	6	15	173.5	134	40	36	40

3.105

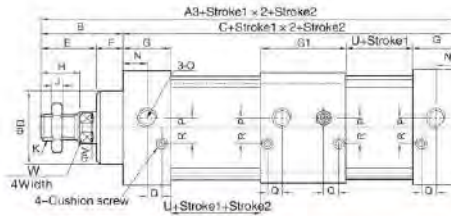
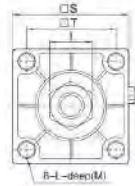
www.emc-machinery.com

TBC/XBC Series Standard Cylinder



Main Dimension

TBGT $\phi 32$ - $\phi 100$



Bore/Sign	A3	B	C	D	E	F	G	G1	H	I	J	K	L
32	233	47	186	26	32	15	27.5	56	22	17	6	M10X1.25	M6X1
40	236	49	186	32	34	15	27.5	56	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	243	57	186	38	42	15	27.5	56	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	249	57	192	38	42	15	27.5	55	32	23	8	M16X1.5	M8X1.25
80	256	75	221	46	54	21	33	73	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
100	308	75	233	48	54	21	33	73	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5

Bore/Sign	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	U	W
32	13	14	1/8"	3.5	7	5.5	45	33	12	38	10
40	13	13.5	1/4"	3	5.5	6.5	50	37	15	38	14
50	13	14.5	1/4"	8.5	3	11	62	47	20	38	17
63	13	15	3/8"	7	5	9.5	75	56	20	41	17
80	15.5	16.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	41	22
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	47	22

Note: 1. With magnet and no magnet, the dimensions are same. 2. XBC series dimensions are same as TBC.

TBC/XBC



Lampiran 2. Solenoid Valve

RV Series Standard/ Low Power Solenoid Valve (5/2,5/3 way)

How to Order?

Standard Solenoid Valve

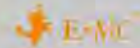
RV 5/2 way 1: Single control 2: Double control M5: M5 06: 1/8" 08: 1/4" 10: 3/8" 15: 1/2" F: 1/2" FN: 3/32" E: 1/2" FN: 3/32" E: 1/2" FN: 3/32" E: 1/2" FN: 3/32" E: 1/2" FN: 3/32" Blank: Blank (only single control) Blank: Spring Q: Air Blank: Internal pilot WB: External pilot Blank: G P: PT T: NPT Blank: Brown translucent J: Colorless and translucent B: Black (KVM connector is only available in black) Blank: Patchcord length is 0.3 meter 0.6M Patchcord length is 0.6 meter 1M Patchcord length is 1 meter (Options for "L" Plug-in type and "F" Flying lead type" Only)

Specifications

Model No.	RV5211-M5 RV5212-ME RV5312-M5	RV5211-06 RV5212-06 RV5312-06	RV5221-06 RV5222-06 RV5322-06	RV5221-08 RV5222-08 RV5322-08	RV5231-08 RV5232-08 RV5332-08	RV5201-10 RV5232-10 RV5332-10	RV5241-10 RV5242-10 RV5342-10	RV5241-15 RV5242-15 RV5342-15	
Port size	M5	G1/8	G1/8	G1/4ExG1/8	G1/4	G3/8ExG1/4	G3/8	G1/2	
Sectional area(mm ²)	92.5(CV=0.31) 93.5(CV=0.28)	92.1(CV=0.67) 93.9(CV=0.50)	92.1(CV=0.78) 93.1(CV=0.67)	92.1(CV=0.88) 93.1(CV=0.67)	92.25(CV=1.40) 93.16(CV=1.00)	92.3(CV=1.58) 93.18(CV=1.00)	92.5(CV=2.79) 93.3(CV=1.87)	92.5(CV=2.79) 93.3(CV=1.87)	
Working medium	Clean air(After 40 μm filtration)								
Acting type	Internal pilot type / External pilot type								
Reset Type	Air reset				Spring reset / Air reset				
Lubrication	Not required								
Working pressure(MPa)	0.15-0.8								
Bursting pressure(MPa)	1.2								
Working temperature(°C)	-20-70(No freezing)								
Voltage range	-15%~10%								
Power consumption	DC:2.5W , AC:3.0VA				DC:3.0W , AC:4.0VA				
Insulation class	Class F								
Protective class	IP65(DIN40050)								
Max. rating frequency	5/2: 5 Cycles/s; 5/3: 3 Cycles/s								
Activate time(S)	<0.05								
Weight(g)	RV5211: 110 RV5212: 171 RV5312: 181	RV5221: 209 RV5222: 314 RV5322: 357	RV5231: 285 RV5232: 409 RV5332: 459	RV5241: 528 RV5242: 858 RV5342: 727					

Flow Chat

RV Series Standard/ Low Power Solenoid Valve (5/2,5/3 way)



RV(5/2,5/3)

Internal Structure

Single Solenoid Valve

Double Solenoid Valve

5/3 Solenoid Valve

No.	Part Name	Material
1	Connector	Engineered plastics
2	Nut	PCM-Carbon steel
3	Coil	Cu
4	Pilot units	Engineered plastics
5	Plate	Carbon steel
6	Piston	POM
7	Pilot seat	Engineered plastics
8	Valve body	Aluminum alloy
9	Spool	Aluminum alloy
10	O-ring	HNBR
11	Rear cover	Engineered plastics
12	Filter	Synthetic material
13	Piston	POM
14	Spring	Stainless steel
15	Manual override	Engineered plastics
16	Back seat	Aluminum alloy
17	Spring seat	Aluminum alloy
18	C-type buckle	65Mn

Main Dimension

Single Solenoid Valve

DIN Type

Flying Leads Type

Model/Sign	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	W
RV5211-M5	M5	M5	30	13	16.9	18	0	24.5	14.1	3.3	3.7	24.8	14	9.5	27	55.2	33.9	17.0	27.2	31.0	103.1
RV5211-06	G1/8	G1/8	30	13	16.5	18	3	22.5	16	3.3	3.7	24.5	14	9.5	27	55.2	33.8	17.5	28	31.5	103.1
RV5221-06	G1/8	G1/8	38	17	16	20	0	26	18	3.3	4.7	25	20	10.5	35	58.7	40.2	17	36	35	120.7
RV5221-09	G1/4	G1/8	38	17	16	22	3	24.5	21	3.3	4.7	25	20	10.5	35	58.7	40.2	17	36	35	120.7
RV5231-09	G1/4	G1/4	30	20	19.1	27	0	33.1	22	4.5	4.7	32.1	24	13.5	40	69.2	40.7	21.0	35	44.1	126.7
RV5231-10	G3/8	G1/4	30	20	19.1	27	4	32.1	24	5.0	4.7	32.1	24	13.5	40	69.2	40.2	21.5	45	44.1	126.7
RV5241-10	G3/8	G3/8	30	21	34	0	32	26	5.3	5.5	4.3	28	17.5	50	74.5	45.2	25.5	63	57	68.7	168.7
RV5241-15	G1/2	G1/2	72	22	31	34	4	39	36	4.5	5.5	43	28	17.5	50	74.5	45.2	25.5	63	67	168.7

Note: The dimensions of NR series and RV series are same.

Double Solenoid Valve

DIN Type

Flying Leads Type

5/3 Solenoid Valve

DIN Type

Flying Leads Type


Model/Sign	W1
RV5212-M5	143.2
RV5212-06	143.2
RV5222-06	171.4
RV5222-08	171.4
RV5232-08	190.4
RV5232-10	190.4
RV5242-10	223.4
RV5242-15	223.4

Model/Sign	W2
RV5312-M5	156.2
RV5312-06	156.2
RV5322-06	190.4
RV5322-08	190.4
RV5332-08	209.4
RV5332-10	209.4
RV5342-10	244.4
RV5342-15	244.4

Note: The dimensions of NR series and RV series are same.

Lampiran 3. Filter Regulator Lubricator

E Series Air Preparation Unit



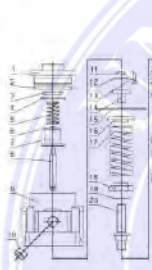
How to Order?

Series/Size	Type/Code	Body/Size	Capacity/Qty	Part Size	Port Type	Pressure Gauge Scale	Lubricator	Substrate	Blanking	Thread Type
E: Round gauge series			10: Two Units (Regulator-Lubricator) 00: Others	Blank: Manual drain type C: Semi-auto drain D: Auto Drain type	Blank: With bracket J: No bracket	Blank: 25 μ m SM, 5 μ m	Blank: G P: PT T: NPT			
	<input type="checkbox"/> Filter-regulator <input type="checkbox"/> Lubricator <input type="checkbox"/> W: Filter-regulator <input type="checkbox"/> F: Filter <input type="checkbox"/> R: Regulator <input type="checkbox"/> L: Lubricator	10: 1000 body 20: 2000 body 30: 3000 body 40: 4000 body 50: 5000 body	1000 M5 M3 2000 01: 1/8" 02: 1/4" 3000 02: 1/8" 4000 03: 3/8" 04: 1/2" 05: 3/4" 5000 06: 3/4" 03: 3/8" 10: 1"	Blank: With pressure gauge N: No pressure gauge	Blank: 4: Mpa(Psi)(Default) 5: Bar/Psi	Blank: 25 μ m SM, 5 μ m	Blank: G P: PT T: NPT			

Order Example:
 E series regulator, 2000 body size, 1/8 port size, with pressure gauge, with bracket, scale unit is Mpa/Psi, G thread, ERP code is: ER2000-01 4
 Note:2000 Series is optional for manual /auto drain type.
 Standers 3000/4000/5000 Series are optional for manual/semi-auto/semi-auto integrated drain type

Air Preparation Unit Kits

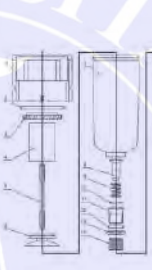
ER



NO. QUANTITY MATERIAL

30	1	Flange valve
20	1	Pressure valve
21	1	Pressure valve
22	1	Pressure valve
23	1	Carbon seal
24	1	Carbon seal
25	1	Carbon seal
26	1	Carbon seal
27	1	Carbon seal
28	1	Carbon seal
29	1	Carbon seal
30	1	Carbon seal
31	1	Carbon seal
32	1	Carbon seal
33	1	Carbon seal
34	1	Carbon seal
35	1	Carbon seal
36	1	Carbon seal
37	1	Carbon seal
38	1	Carbon seal
39	1	Carbon seal
40	1	Carbon seal
41	1	Carbon seal
42	1	Carbon seal
43	1	Carbon seal
44	1	Carbon seal
45	1	Carbon seal
46	1	Carbon seal
47	1	Carbon seal
48	1	Carbon seal
49	1	Carbon seal
50	1	Carbon seal
51	1	Carbon seal
52	1	Carbon seal
53	1	Carbon seal
54	1	Carbon seal
55	1	Carbon seal
56	1	Carbon seal
57	1	Carbon seal
58	1	Carbon seal
59	1	Carbon seal
60	1	Carbon seal
61	1	Carbon seal
62	1	Carbon seal
63	1	Carbon seal
64	1	Carbon seal
65	1	Carbon seal
66	1	Carbon seal
67	1	Carbon seal
68	1	Carbon seal
69	1	Carbon seal
70	1	Carbon seal
71	1	Carbon seal
72	1	Carbon seal
73	1	Carbon seal
74	1	Carbon seal
75	1	Carbon seal
76	1	Carbon seal
77	1	Carbon seal
78	1	Carbon seal
79	1	Carbon seal
80	1	Carbon seal
81	1	Carbon seal
82	1	Carbon seal
83	1	Carbon seal
84	1	Carbon seal
85	1	Carbon seal
86	1	Carbon seal
87	1	Carbon seal
88	1	Carbon seal
89	1	Carbon seal
90	1	Carbon seal
91	1	Carbon seal
92	1	Carbon seal
93	1	Carbon seal
94	1	Carbon seal
95	1	Carbon seal
96	1	Carbon seal
97	1	Carbon seal
98	1	Carbon seal
99	1	Carbon seal
100	1	Carbon seal

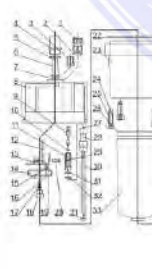
EF



NO. QUANTITY MATERIAL

10	1	ADG
11	1	ADG
12	1	ADG
13	1	ADG
14	1	ADG
15	1	ADG
16	1	ADG
17	1	ADG
18	1	ADG
19	1	ADG
20	1	ADG
21	1	ADG
22	1	ADG
23	1	ADG
24	1	ADG
25	1	ADG
26	1	ADG
27	1	ADG
28	1	ADG
29	1	ADG
30	1	ADG
31	1	ADG
32	1	ADG
33	1	ADG
34	1	ADG
35	1	ADG
36	1	ADG
37	1	ADG
38	1	ADG
39	1	ADG
40	1	ADG
41	1	ADG
42	1	ADG
43	1	ADG
44	1	ADG
45	1	ADG
46	1	ADG
47	1	ADG
48	1	ADG
49	1	ADG
50	1	ADG
51	1	ADG
52	1	ADG
53	1	ADG
54	1	ADG
55	1	ADG
56	1	ADG
57	1	ADG
58	1	ADG
59	1	ADG
60	1	ADG
61	1	ADG
62	1	ADG
63	1	ADG
64	1	ADG
65	1	ADG
66	1	ADG
67	1	ADG
68	1	ADG
69	1	ADG
70	1	ADG
71	1	ADG
72	1	ADG
73	1	ADG
74	1	ADG
75	1	ADG
76	1	ADG
77	1	ADG
78	1	ADG
79	1	ADG
80	1	ADG
81	1	ADG
82	1	ADG
83	1	ADG
84	1	ADG
85	1	ADG
86	1	ADG
87	1	ADG
88	1	ADG
89	1	ADG
90	1	ADG
91	1	ADG
92	1	ADG
93	1	ADG
94	1	ADG
95	1	ADG
96	1	ADG
97	1	ADG
98	1	ADG
99	1	ADG
100	1	ADG


EL



NO. QUANTITY MATERIAL

30	1	Flange valve
20	1	Pressure valve
21	1	Pressure valve
22	1	Pressure valve
23	1	Carbon seal
24	1	Carbon seal
25	1	Carbon seal
26	1	Carbon seal
27	1	Carbon seal
28	1	Carbon seal
29	1	Carbon seal
30	1	Carbon seal
31	1	Carbon seal
32	1	Carbon seal
33	1	Carbon seal
34	1	Carbon seal
35	1	Carbon seal
36	1	Carbon seal
37	1	Carbon seal
38	1	Carbon seal
39	1	Carbon seal
40	1	Carbon seal
41	1	Carbon seal
42	1	Carbon seal
43	1	Carbon seal
44	1	Carbon seal
45	1	Carbon seal
46	1	Carbon seal
47	1	Carbon seal
48	1	Carbon seal
49	1	Carbon seal
50	1	Carbon seal
51	1	Carbon seal
52	1	Carbon seal
53	1	Carbon seal
54	1	Carbon seal
55	1	Carbon seal
56	1	Carbon seal
57	1	Carbon seal
58	1	Carbon seal
59	1	Carbon seal
60	1	Carbon seal
61	1	Carbon seal
62	1	Carbon seal
63	1	Carbon seal
64	1	Carbon seal
65	1	Carbon seal
66	1	Carbon seal
67	1	Carbon seal
68	1	Carbon seal
69	1	Carbon seal
70	1	Carbon seal
71	1	Carbon seal
72	1	Carbon seal
73	1	Carbon seal
74	1	Carbon seal
75	1	Carbon seal
76	1	Carbon seal
77	1	Carbon seal
78	1	Carbon seal
79	1	Carbon seal
80	1	Carbon seal
81	1	Carbon seal
82	1	Carbon seal
83	1	Carbon seal
84	1	Carbon seal
85	1	Carbon seal
86	1	Carbon seal
87	1	Carbon seal
88	1	Carbon seal
89	1	Carbon seal
90	1	Carbon seal
91	1	Carbon seal
92	1	Carbon seal
93	1	Carbon seal
94	1	Carbon seal
95	1	Carbon seal
96	1	Carbon seal
97	1	Carbon seal
98	1	Carbon seal
99	1	Carbon seal
100	1	Carbon seal

EW



NO. QUANTITY MATERIAL

10	1	ADG
11	1	ADG
12	1	ADG
13	1	ADG
14	1	ADG
15	1	ADG
16	1	ADG
17	1	ADG
18	1	ADG
19	1	ADG
20	1	ADG
21	1	ADG
22	1	ADG
23	1	ADG
24	1	ADG
25	1	ADG
26	1	ADG
27	1	ADG
28	1	ADG
29	1	ADG
30	1	ADG
31	1	ADG
32	1	ADG
33	1	ADG
34	1	ADG
35	1	ADG
36	1	ADG
37	1	ADG
38	1	ADG
39	1	ADG
40	1	ADG
41	1	ADG
42	1	ADG
43	1	ADG
44	1	ADG
45	1	ADG
46	1	ADG
47	1	ADG
48	1	ADG
49	1	ADG
50	1	ADG
51	1	ADG
52	1	ADG
53	1	ADG
54	1	ADG
55	1	ADG
56	1	ADG
57	1	ADG
58	1	ADG
59	1	ADG
60	1	ADG
61	1	ADG
62	1	ADG
63	1	ADG
64	1	ADG
65	1	ADG
66	1	ADG
67	1	ADG
68	1	ADG
69	1	ADG
70	1	ADG
71	1	ADG
72	1	ADG
73	1	ADG
74	1	ADG
75	1	ADG
76	1	ADG
77	1	ADG
78	1	ADG
79	1	ADG
80	1	ADG
81	1	ADG
82	1	ADG
83	1	ADG
84	1	ADG
85	1	ADG
86	1	ADG
87	1	ADG
88	1	ADG
89	1	ADG
90	1	ADG
91	1	ADG
92	1	ADG
93	1	ADG
94	1	ADG
95	1	ADG
96	1	ADG
97	1	ADG
98	1	ADG
99	1	ADG
100	1	ADG

www.emc-machinery.com 4.38

E Series Air Preparation Unit



EC

F.R.L

Specifications

Model	EC1010	EC2010	EC3010	EC4010	EC5010
Proof pressure(MPa)	1.5				
Max. working pressure(MPa)	1.0				
Working temperature(°C)	-5-60 (No freezing)				
Filter precision	25µm (5 µm is optional)				
Recommended oil	Turbine No. 1 Oil (ISOVG32)				
Bowl material	Polycarbonates				
Bowl guard	None				Available
Pressure adjusting range(MPa)	0.15-0.69				
Valve type	With overflow				

Model	Specifications				Pressure gauge thread size (G)	Weight (kg)	Bowl (l)
	Assembly	Filter	Port size (G)	Rated flow (L/min)			
EC1010-06	EW1000	EL1000	MS	50	1/16	0.22	Y10T
EC2010-01	EW2000	EL2000	1/8	90	1/8	0.66	Y20T
EC2010-02	EW3000	EL3000	1/4	1674	1/8	0.98	Y30T
EC3010-03			3/8	1936			
EC4010-03	EW4000	EL4000	1/2	4920	1/4	1.90	Y40T
EC4010-04			3/4	5120			
EC4010-05	EW4000-05	EL4000-05	3/4	5000	1/4	1.99	Y50T
EC5010-05			1"	6000			
EC5010-10	EW5000	EL5000	1"	6200	1/4	3.20	Y60T

* The above information is based on 8.0 Bar supply pressure and 6.3 Bar set pressure. * NPT,PT port size is optional

Main Dimension

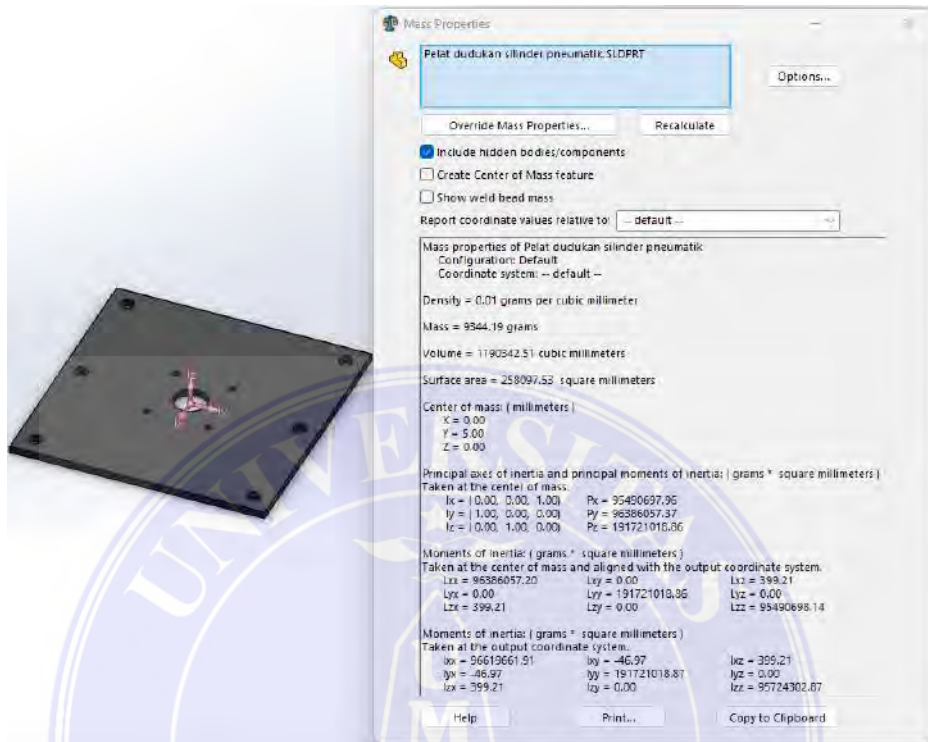
EC1010-EC2010

EC3010-EC5010

Model	Port Size (G)	A	B	B1	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
EC1010	MS	58	109.5	-	50.5	25	26	25	29	20	4.5	7.5	5	17.5	16	38.5
EC2010	1/8"-1/4"	80	162	200	76	40	53	29.5	45	24	5.5	8.5	5	22	23	50
EC3010	1/4"-3/8"	118	210.5	224.5	92	53	51	40	58.5	35	7.5	11	7.2	34.2	29	69.5
EC4010	1/4"-3/8"	154	264	267	115.5	70	67	49.5	77	40	9	13	7.2	42.2	33	88
EC4010-06	3/4"	164	266	271	115	70	67	49.5	82	40	9	13	7.2	46.2	36	86
EC5010	3/4"-1"	195	343	348	116.5	90	72	66.5	97.5	50	12	16	10.5	55.2	40	115

Lampiran 4. Massa Bagian-Bagian Mesin

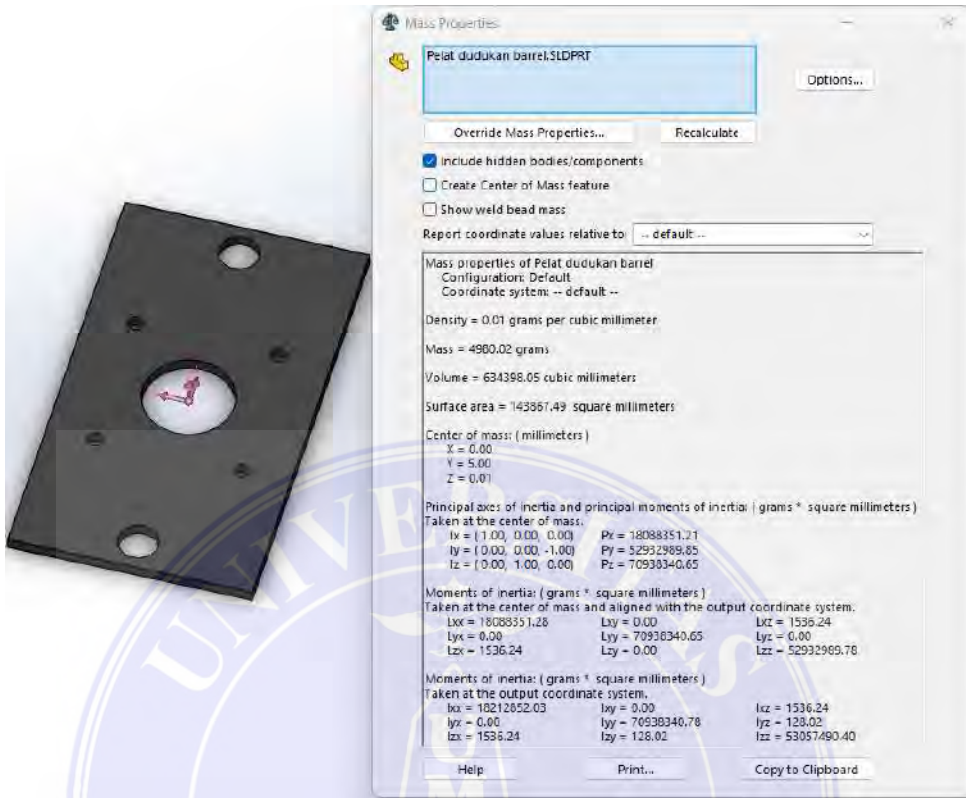
1. Pelat Dudukan Silinder Pneumatik



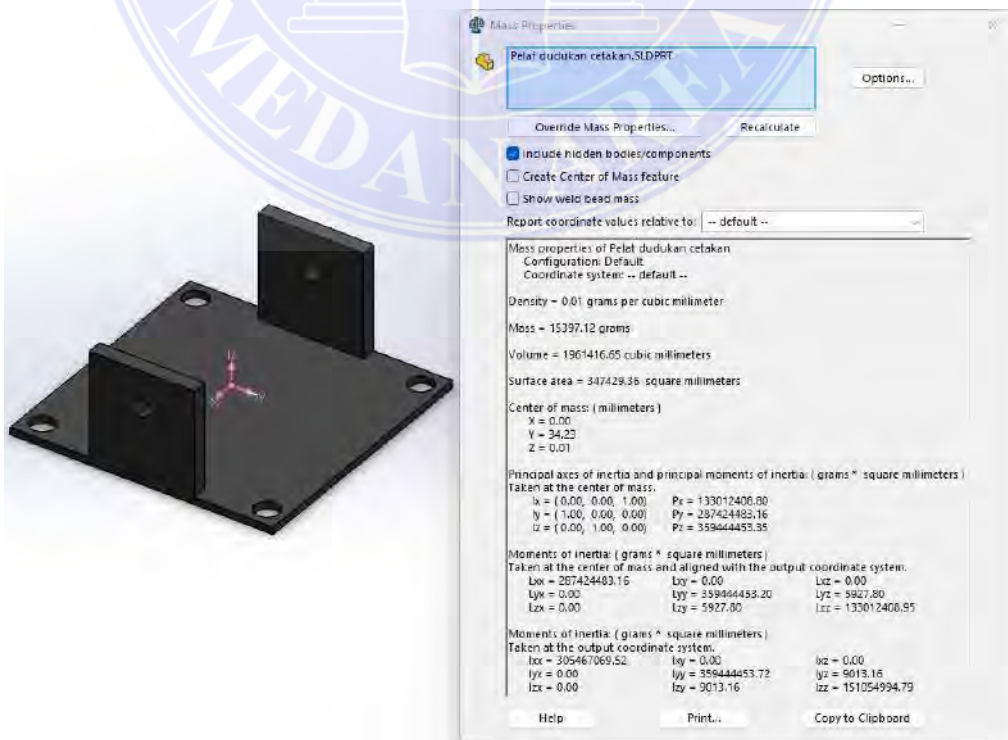
2. Pelat Dudukan Hopper



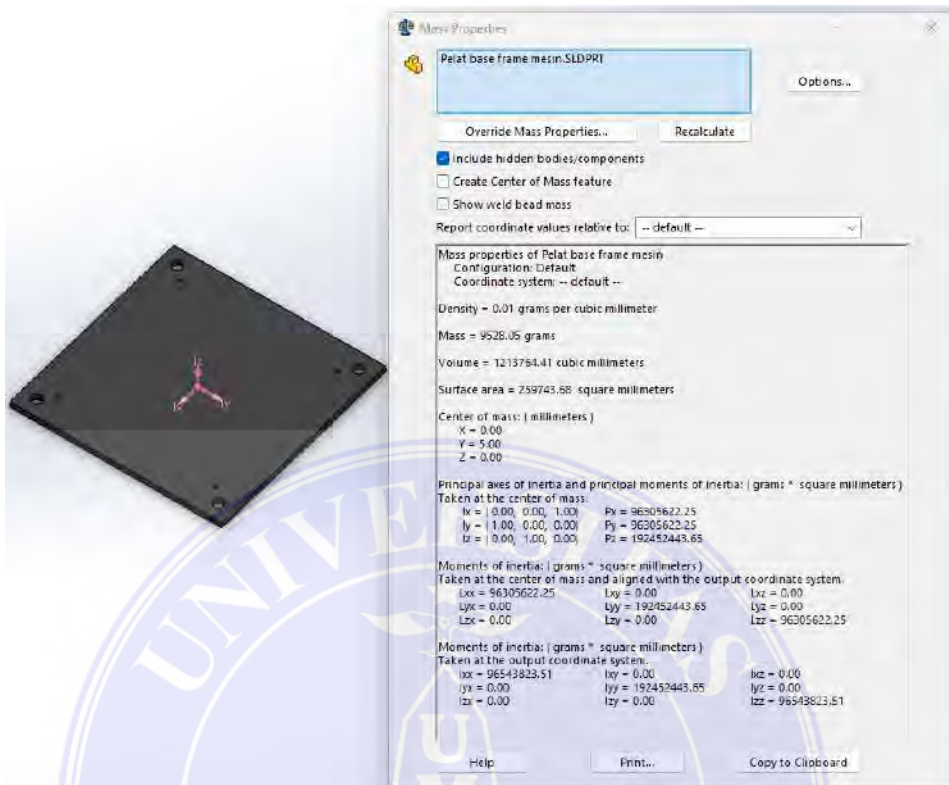
3. Pelat Dudukan Barrel



4. Pelat Dudukan Cetakan



5. Pelat Base Frame Mesin



6. Tiang Penyangga Mesin



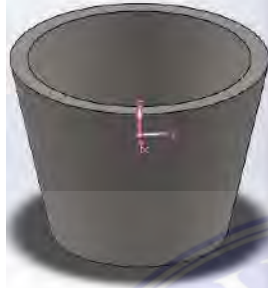
7. Tiang Penyangga Barrel



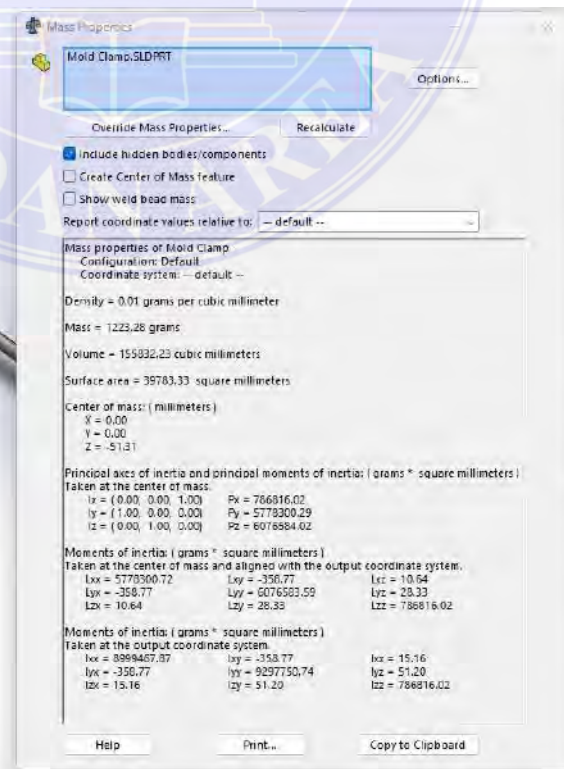
8. Injector



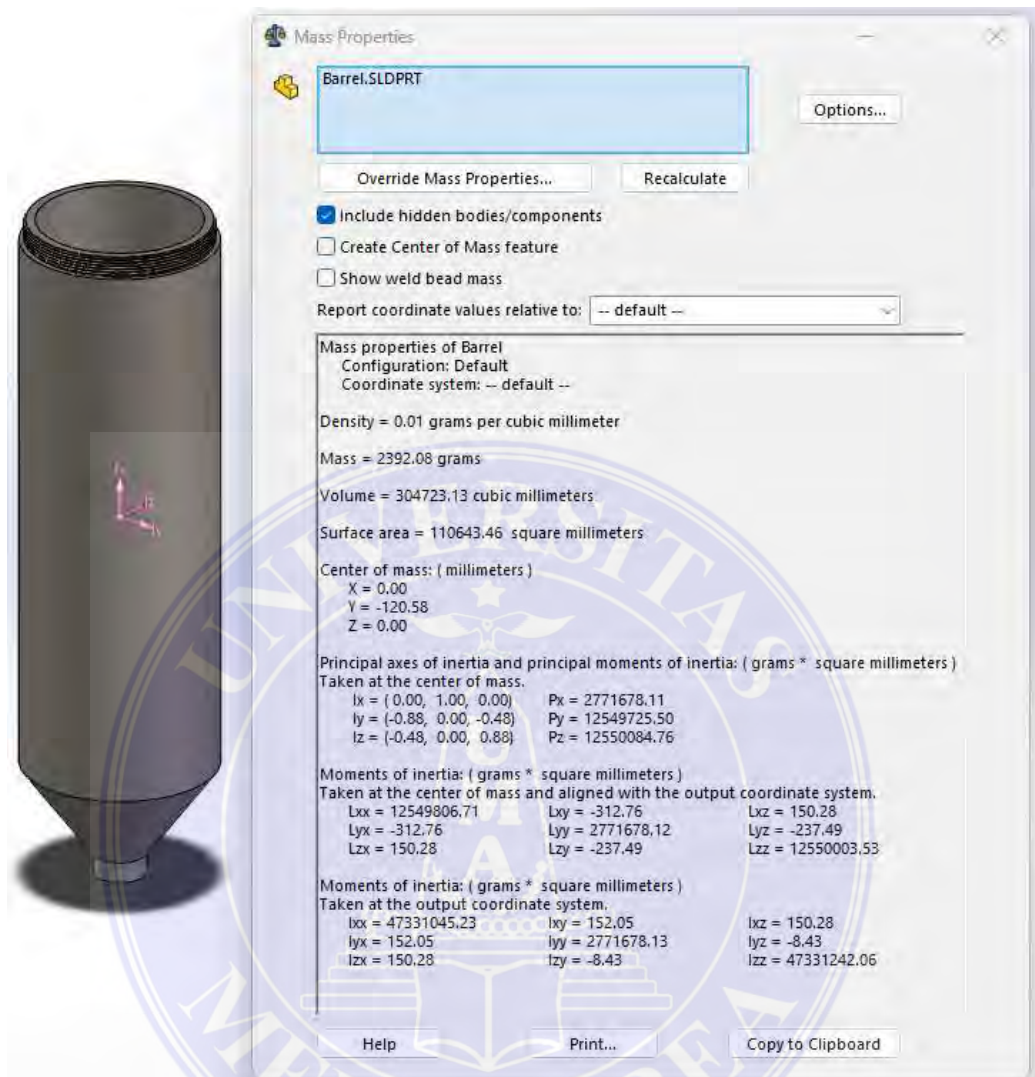
9. Hopper

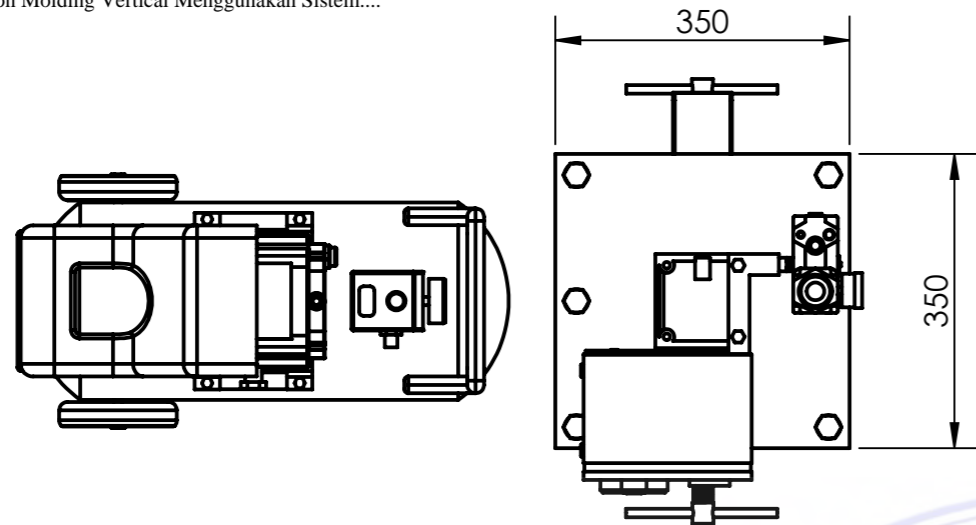


10. Mold Clamp

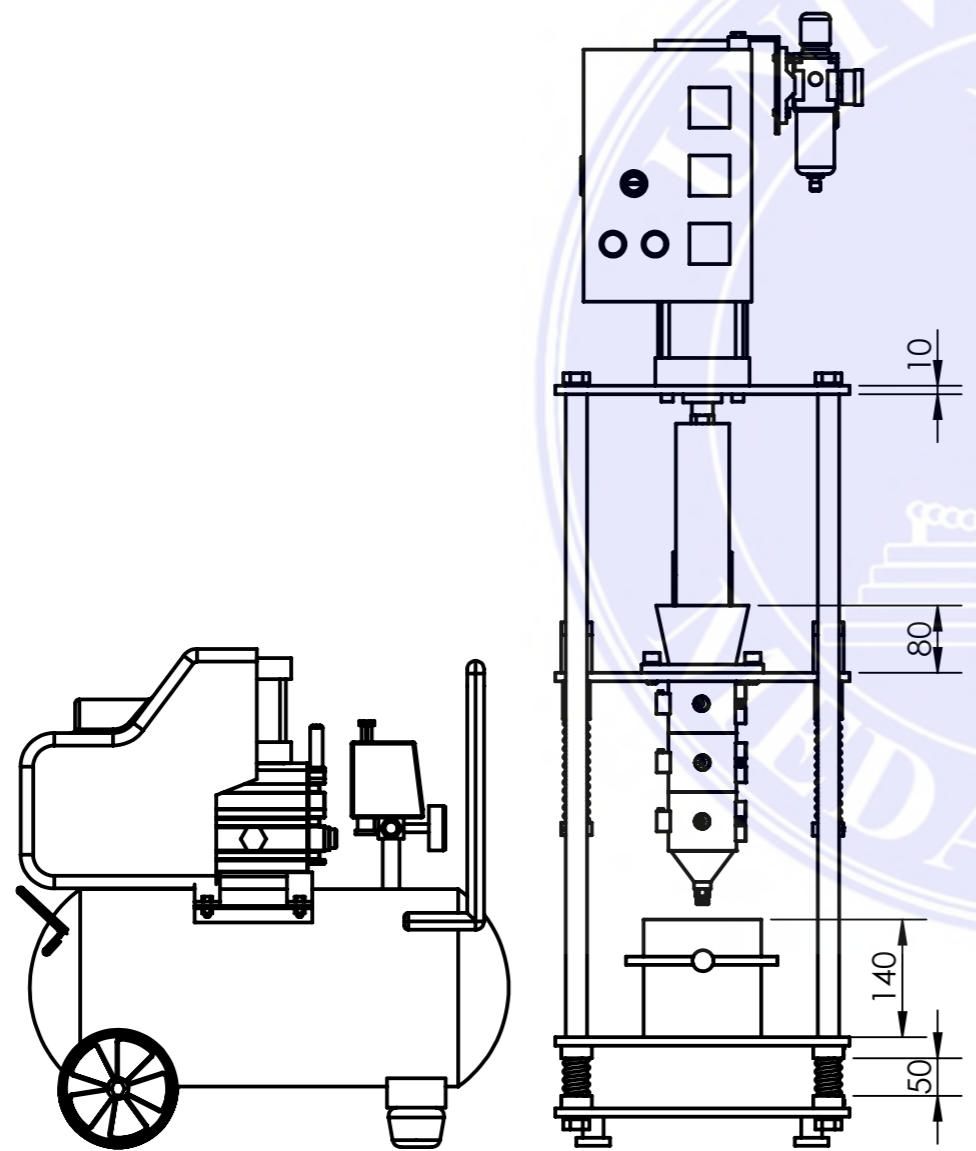


11. Barrel

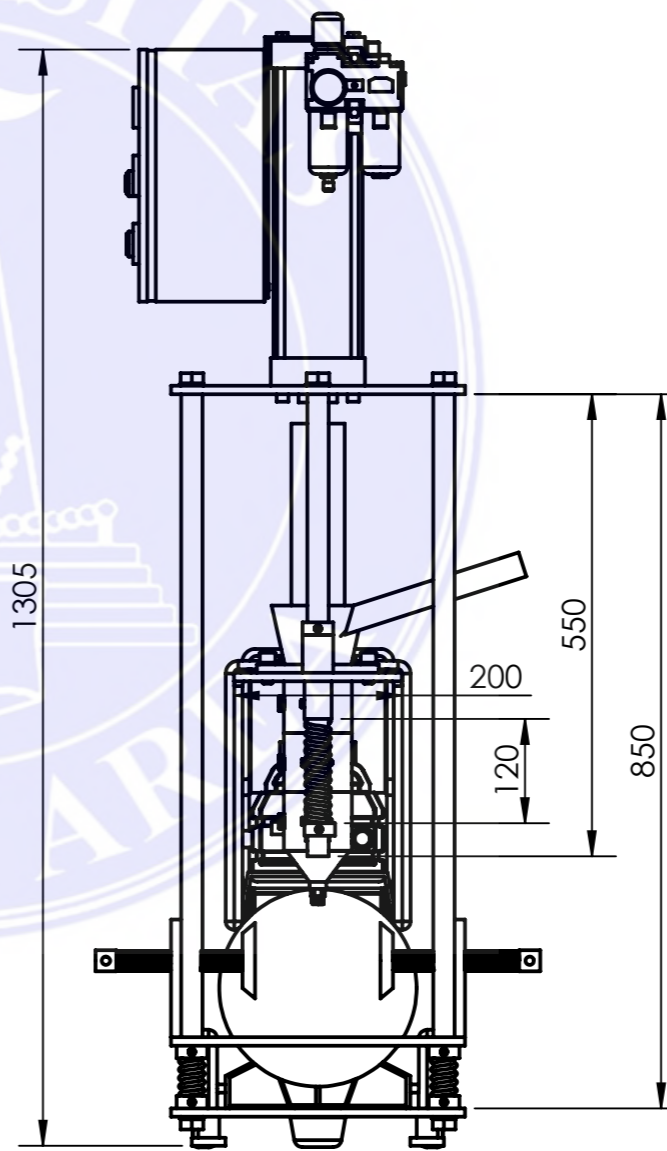




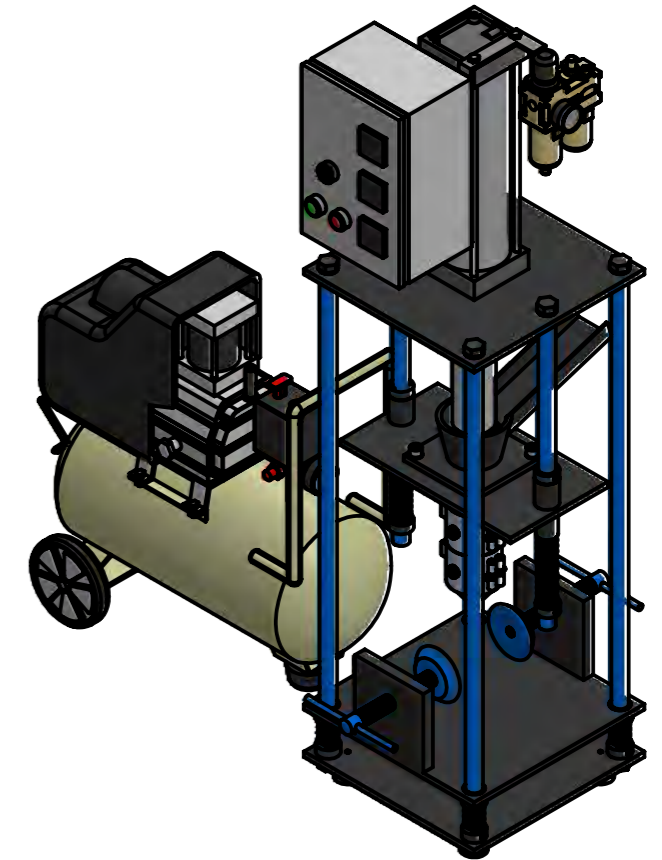
PANDANGAN ATAS



PANDANGAN DEPAN

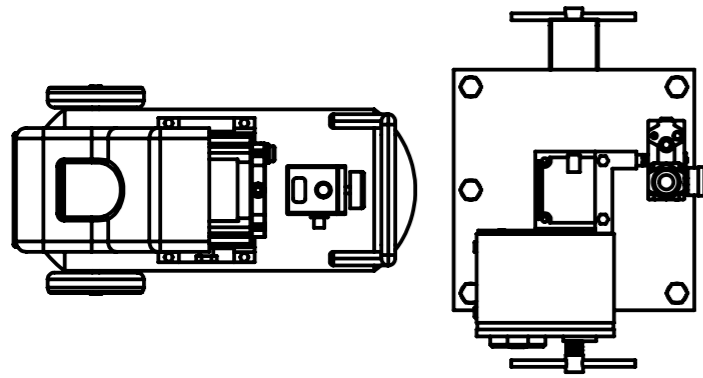


PANDANGAN SAMPIK KANAN

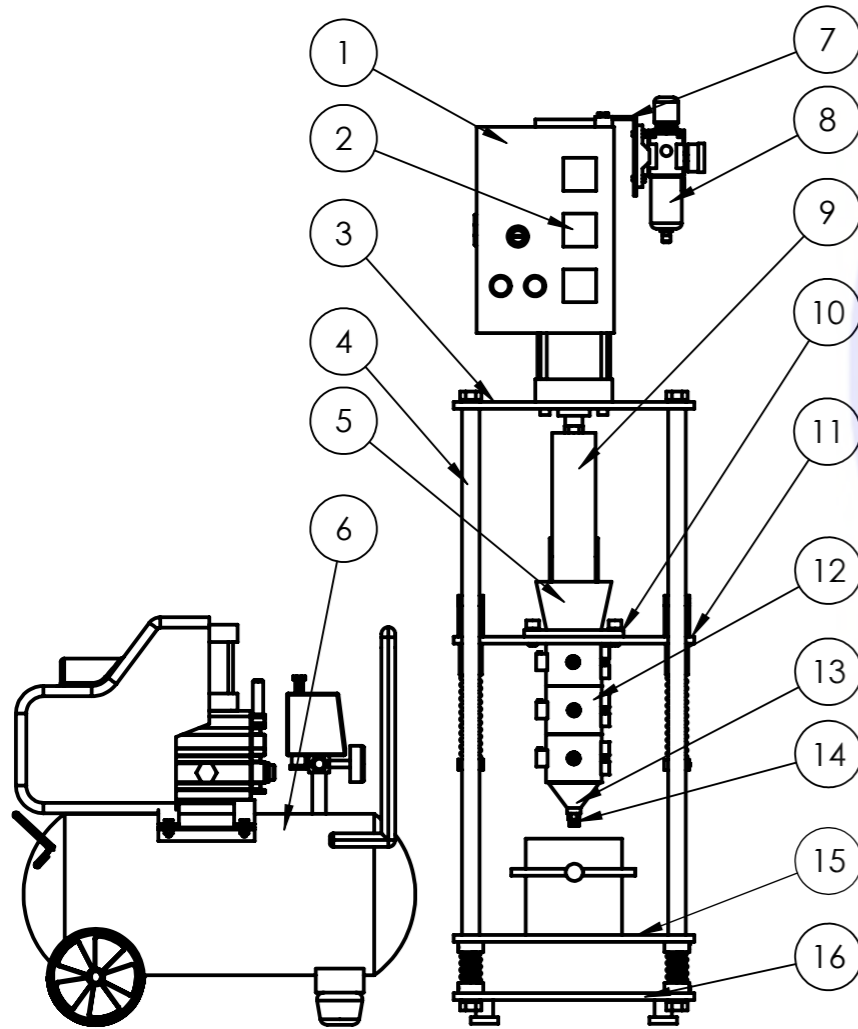


ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:11

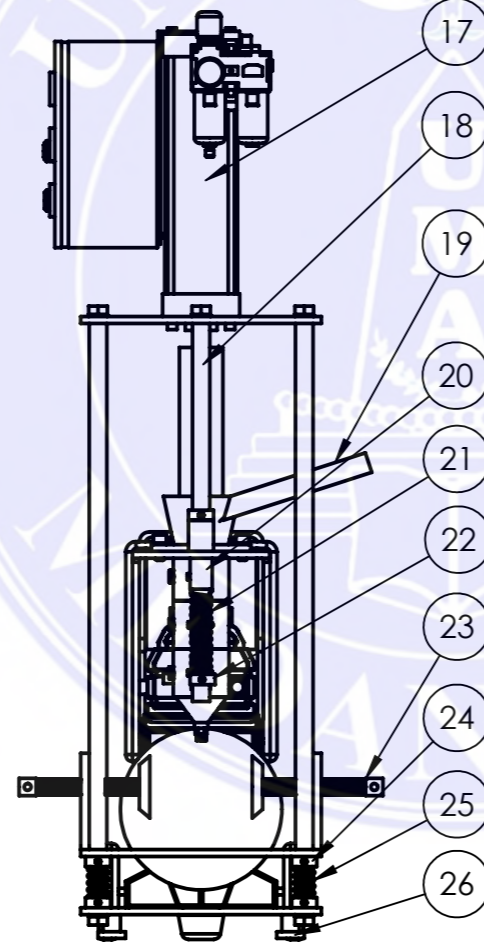
	SKALA :1:9	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN	
	SATUAN :mm	NPM :228130007		
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN RAMDAN	Document Accepted: 2/5/24	
STUDIO GAMBAR TEKNIK FT UMA	MESIN PLASTIC INJECTION MOLDING VERTICAL		NO.01	A3



PANDANGAN ATAS

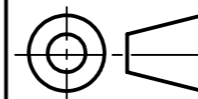


PANDANGAN DEPAN



PANDANGAN SAMPING KANAN

26.	Kaki Penopang	S45C	Ø 40 X 34,5	4
25.	Pegas	Carbon Steel	Ø 36 x 50	4
24.	Bushing Stopper Pada Pelat Cetakan	S45C	Ø 36,5 X 25	4
23.	Mold Clamp	S45C	Ø 90 X 190	2
22.	Bushing Stopper	S45C	Ø 36,5 X 15	8
21.	Pegas	Carbon Steel	Ø 36 X 120	2
20.	Bushing Rail	S45C	Ø 36,5 X 100	2
19.	Corong Saluran Plastik (Feed)	Carbon Steel	245 X 70 X 30	1
18.	Tiang Penyangga Barrel	ST 42	Ø 24,8 X 550	2
17.	Silinder Pneumatik	Standard	411 X 112 X 112	1
16.	Pelat Base Frame Mesin	ST 42	350 X 350 X 1	1
15.	Pelat Dudukan Cetakan	ST 42	350 X 350 X 1	1
14.	Nozzle	Kuningan	Ø 17 X 25	1
13.	Barrel	Carbon Steel SCH 40	Ø 75 X 265	1
12.	Band Heater Element	Standard	Ø 75 x 70	3
11.	Pelat Dudukan barrel	ST 42	350 X 200 X 1	1
10.	Pelat Dudukan Hopper	ST 42	145 X 145 X 1	1
9.	Injector	Stainless Steel 304	Ø 63 X 257	1
8.	Filter Regulator Lubricator	Standard	115 X 100 X 210	1
7.	Frame Panel Listrik	ST 42	230 X 118 X 310	1
6.	Kompresor	Standard	530 x 270 x 620	1
5.	Hopper	Stainless Steel 304	Ø 110 x 80	1
4.	Tiang Penyangga Mesin	ST 42	Ø 24,8 x 850	4
3.	Pelat Dudukan Silinder Pneumatik	ST 42	35 x 35 x 1	1
2.	Thermostat	Standard	48 x 48 x 50	3
1.	Panel Listrik	Standard	250 x 150 x 300	1
NO.	Description	Material	Ukuran	Qty



SKALA :1:11
 SATUAN : mm
 TANGGAL :09-01-2024

DIGAMBAR : DICKE JOSHUA
 NPM : 228130007

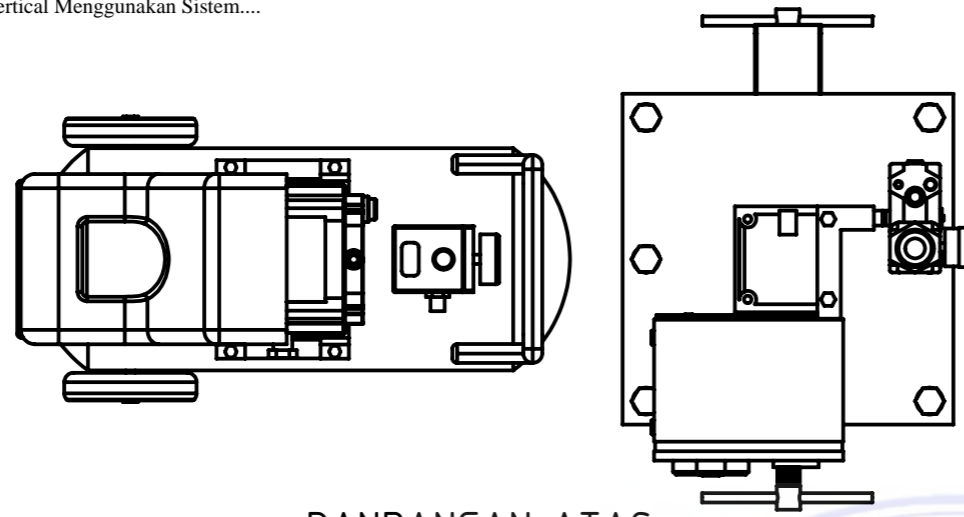
DIPERIKSA : PROF. DADAN RAMDAN

PERINGATAN

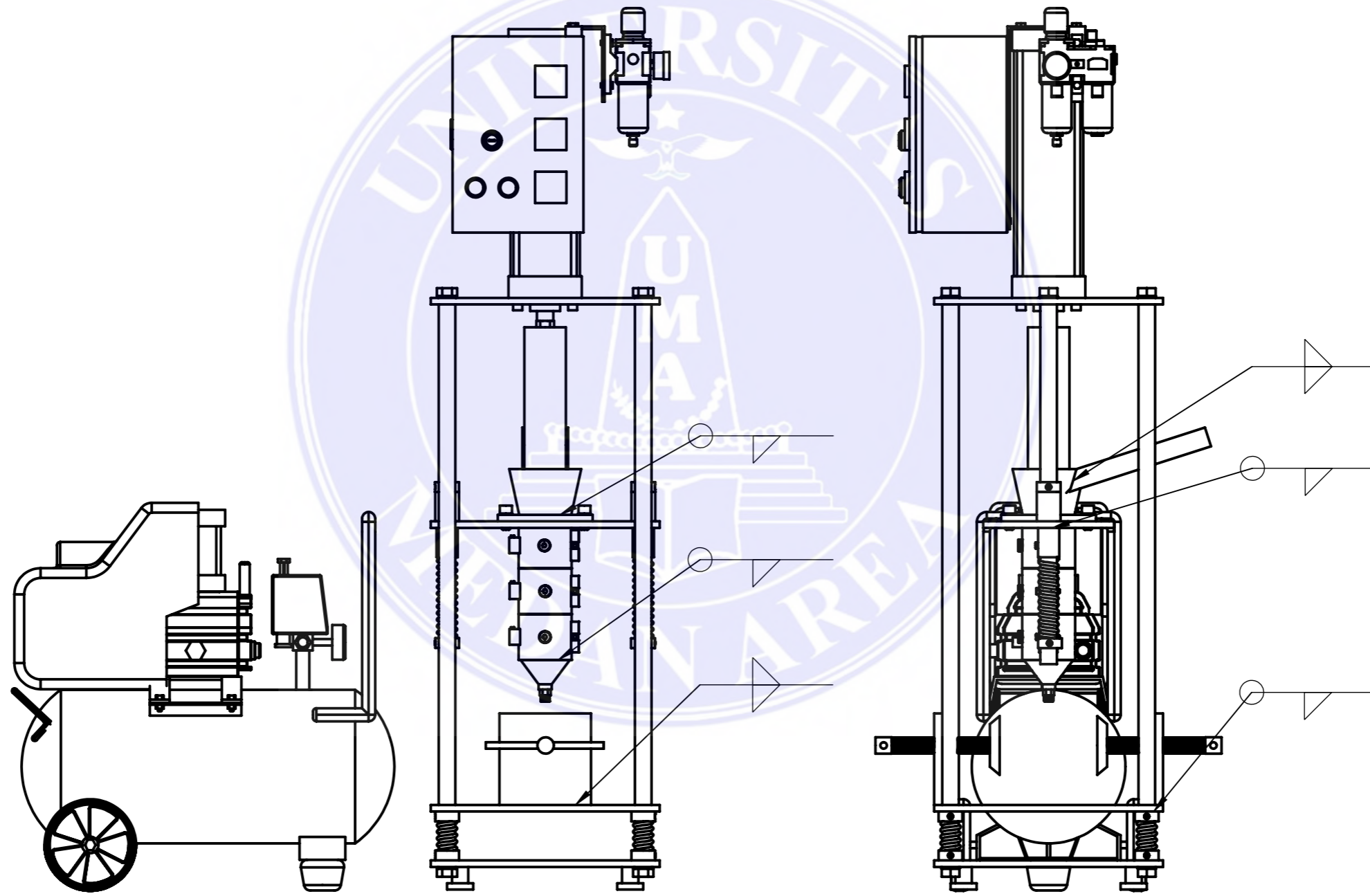
STUDIO GAMBAR TEKNIK
 FT UMA

KOMPONEN MESIN PLASTIC INJECTION
 MOLDING VERTICAL

Document Accepted: 2/5/24
 NO.02 A3



PANDANGAN ATAS

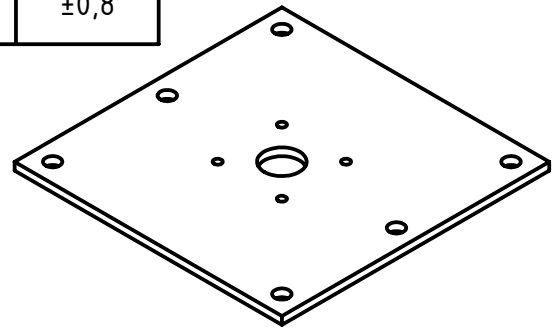


PANDANGAN DEPAN

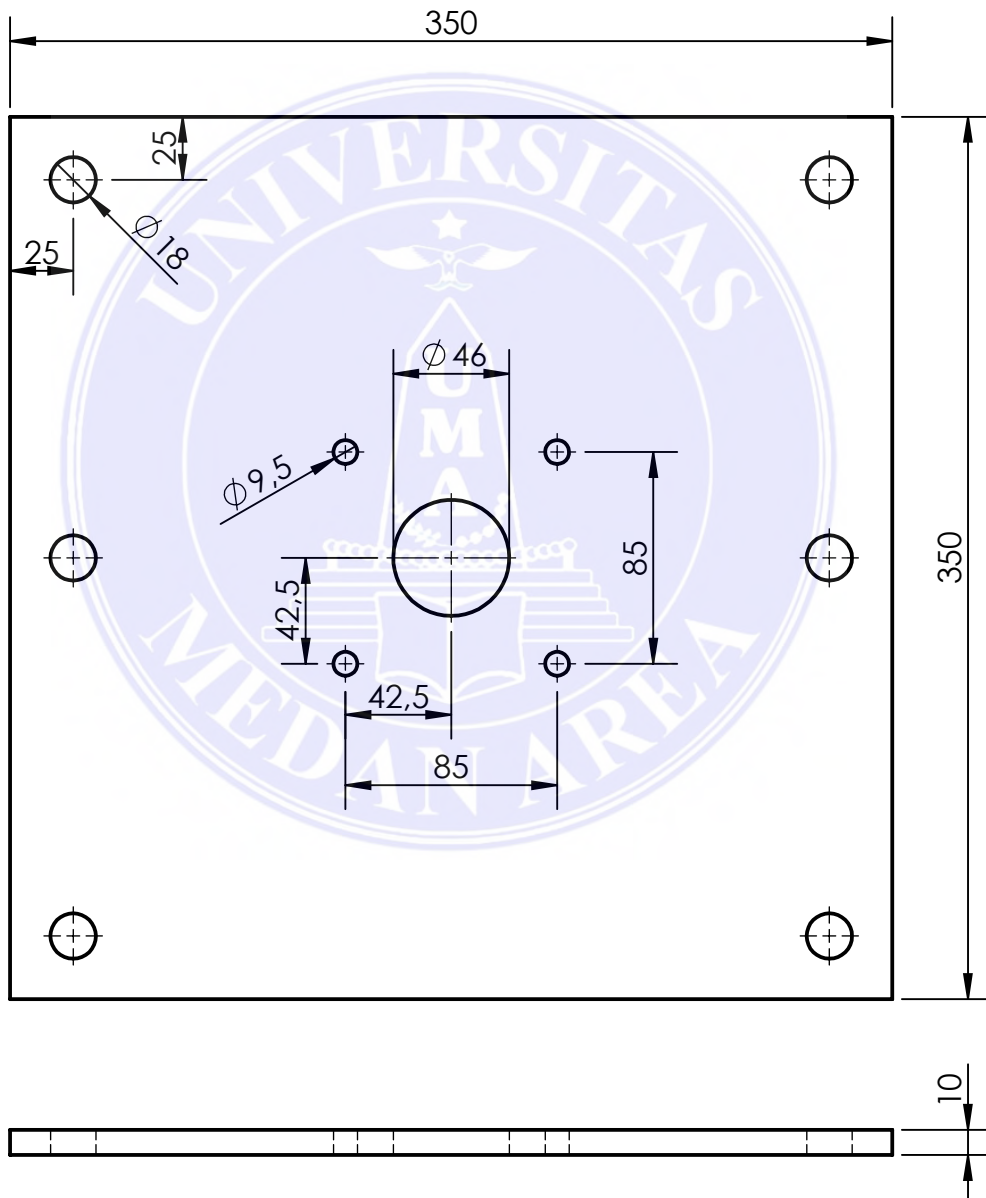
PANDANGAN SAMPING KANAN


	SKALA :1:8	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN	
	SATUAN :mm	NPM :228130007		
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN RAMDAN	Document Accepted: 2/5/24	
STUDIO GAMBAR TEKNIK FT UMA	POSISI LAS MESIN PLASTIC INJECTION MOLDING VERTICAL		NO.03	A3

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



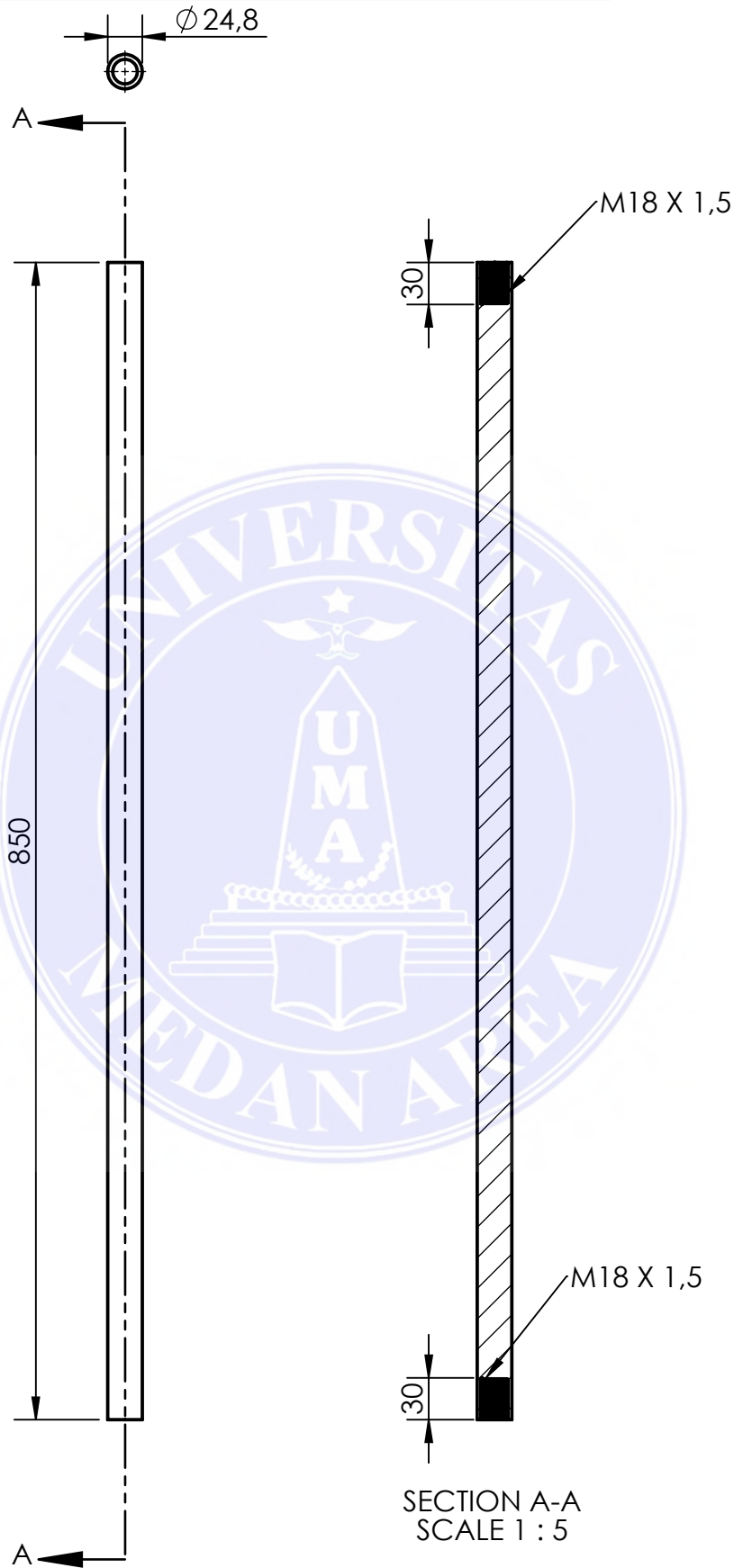
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:7



	SKALA : 1:3	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	TEKNIK MESIN	PELAT DUDUKAN SILINDER PNEUMATIK	Document Accepted 2/5/24
© Hak Cipta Di Lindungi	FT UMA		NO.04

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



	SKALA : 1:5	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 FT UMA

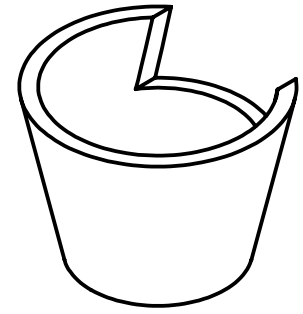
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang No. 17/1997
 TEKNIK MESIN

TIANG PENYANGGA MESIN

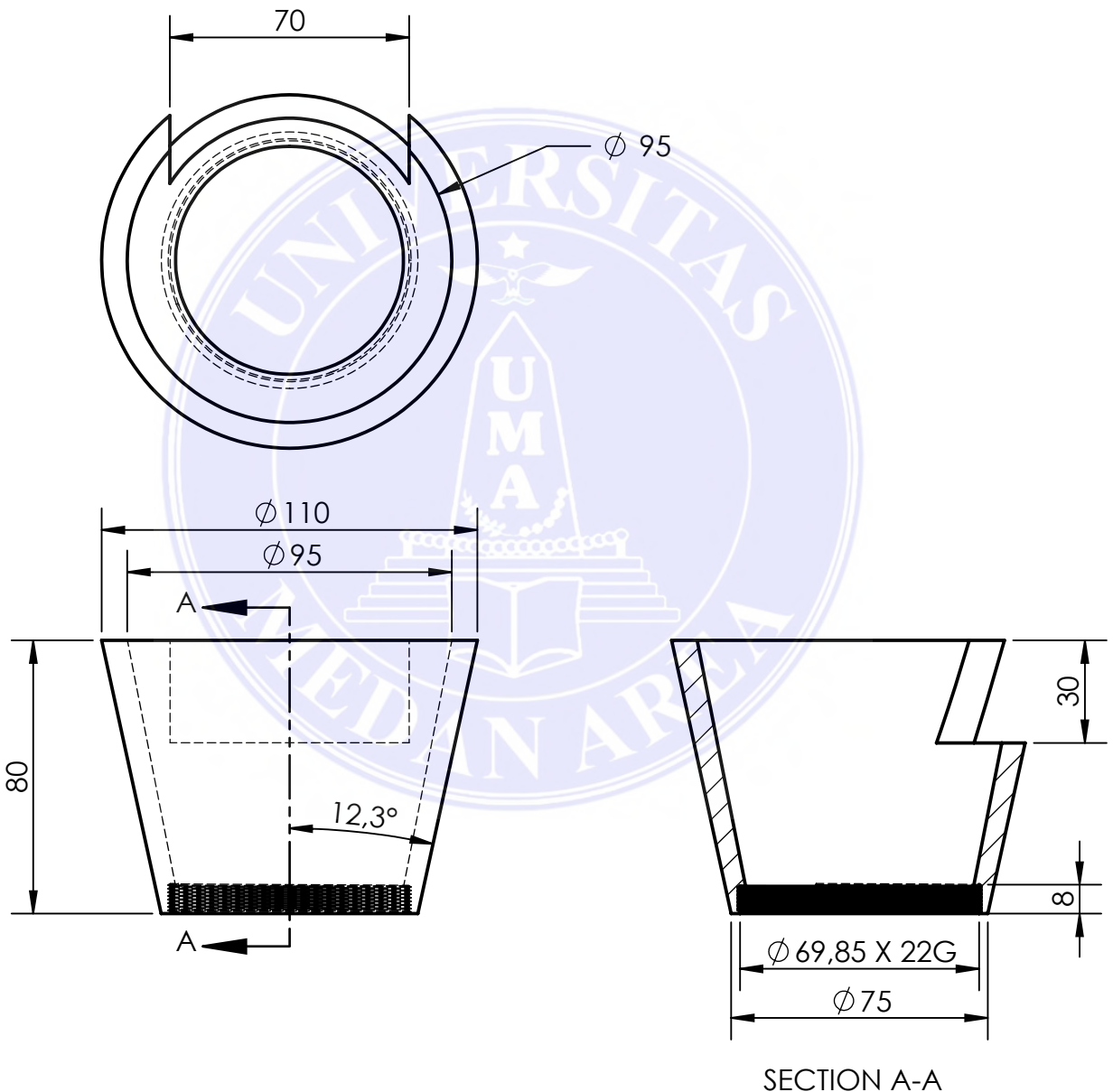
Document Accepted 2/5/24
 NO.05 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:3

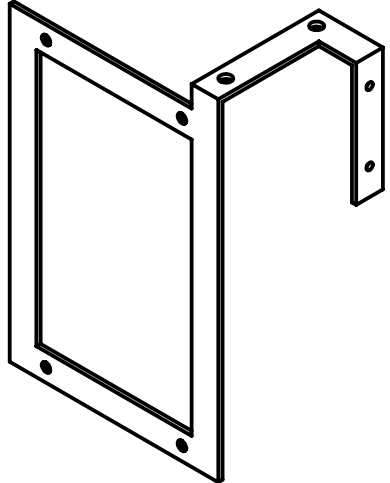


SECTION A-A

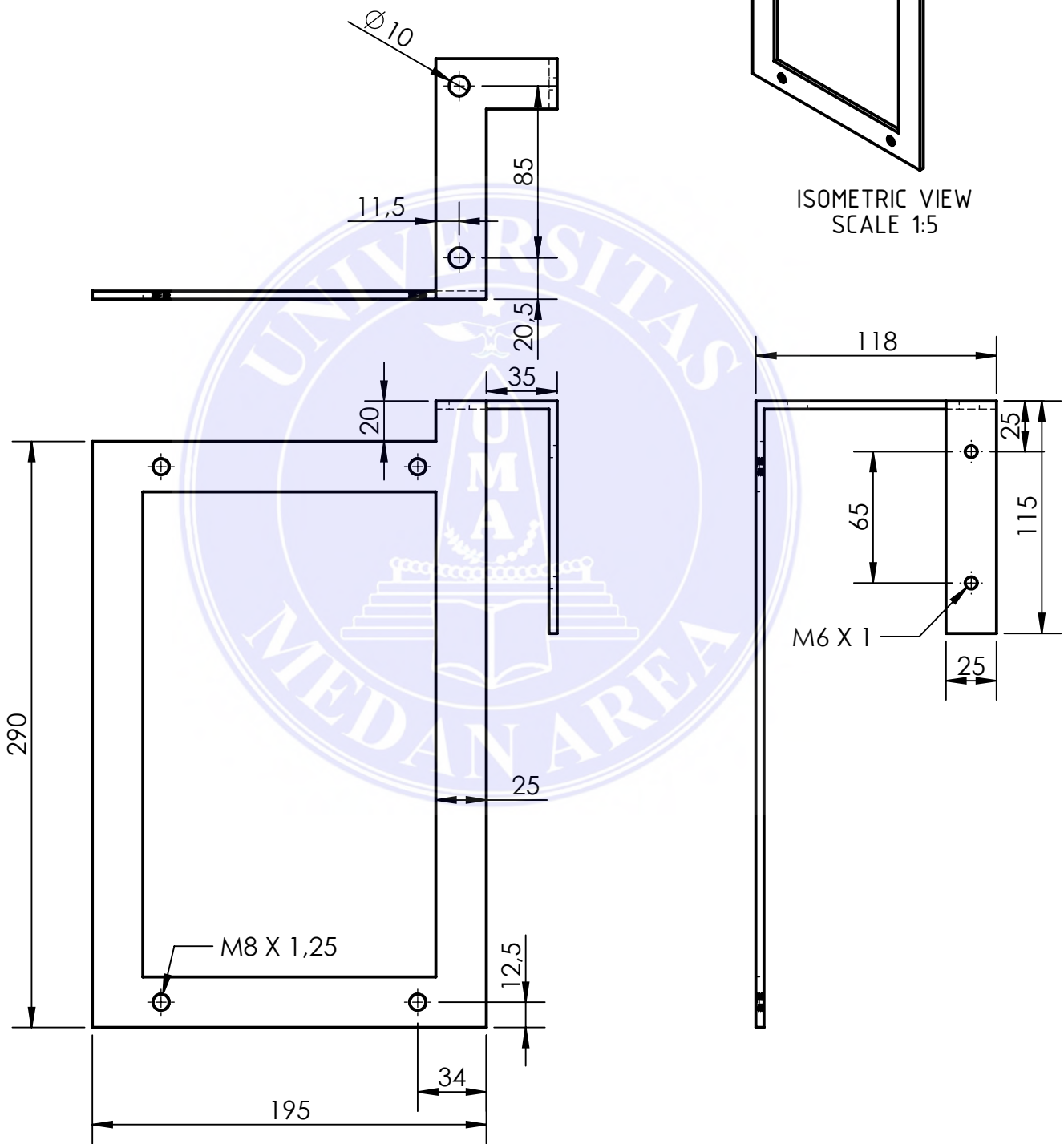
 UNIVERSITAS MEDAN AREA FT UMA	SKALA :1:2	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
TEKNIK MESIN	HOPPER		Document Accepted 2/5/24 NO.06 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



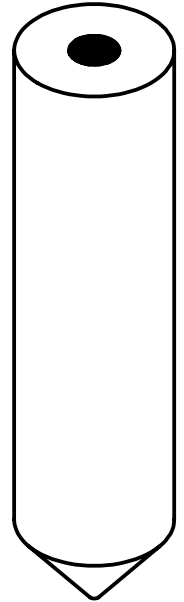
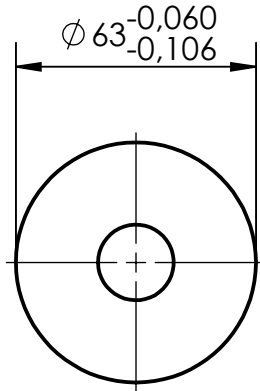
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:5



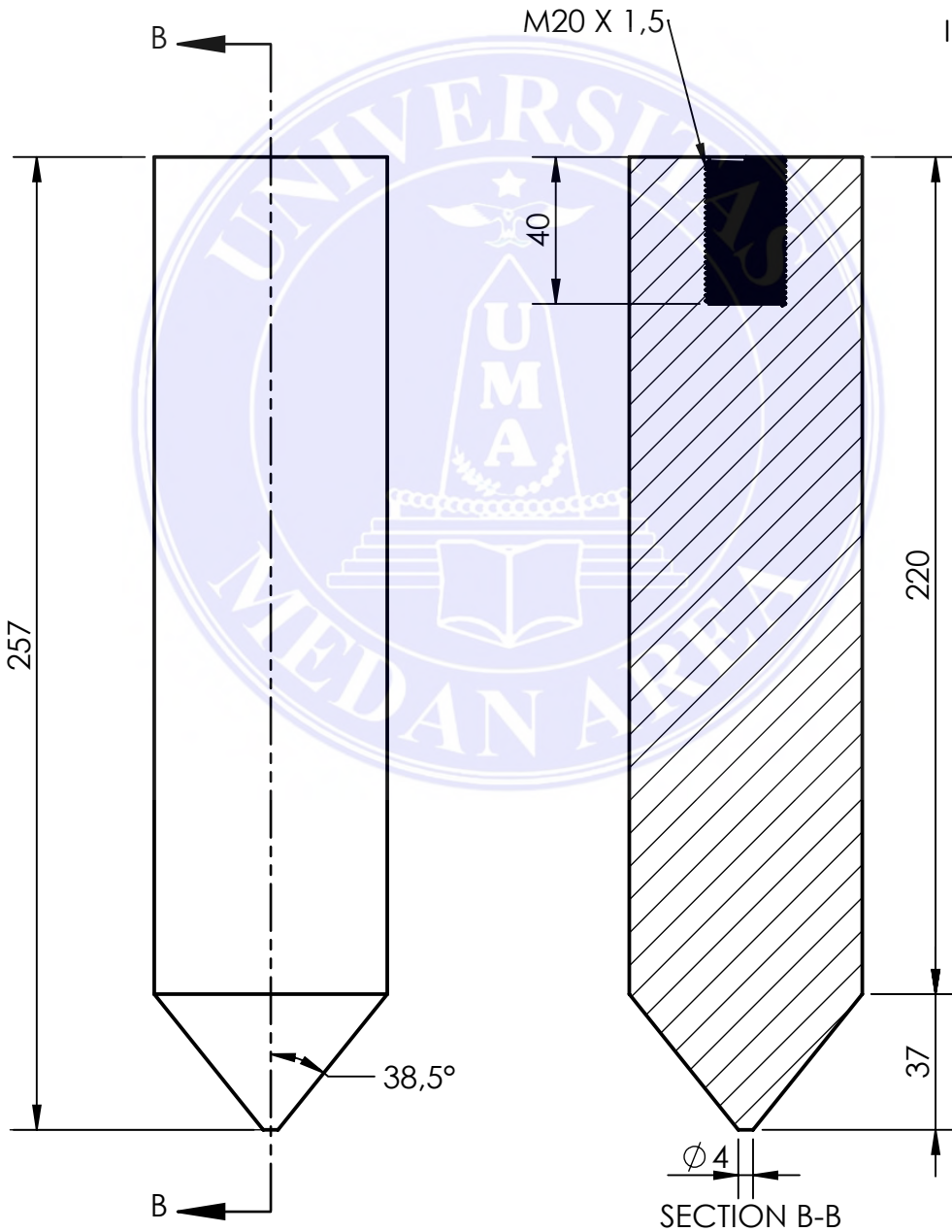
	SKALA :1:3	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	TEKNIK MESIN	FRAME PANEL LISTRIK	Document Accepted 2/5/24
© Hak Cipta Di Lindungi	FT-UMA		NO.07 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



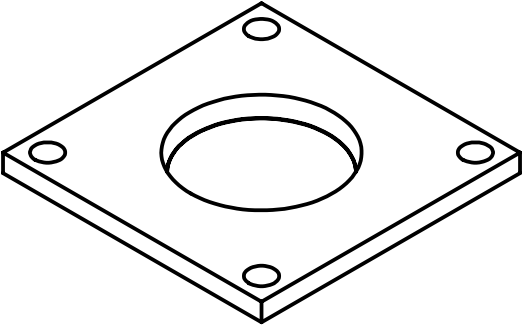
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:3



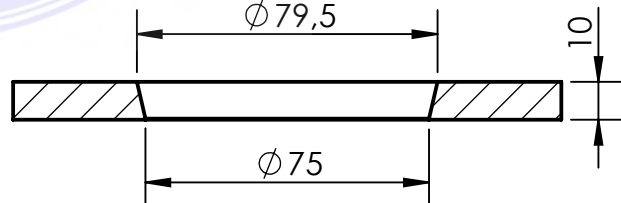
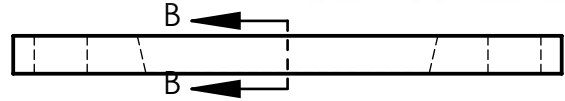
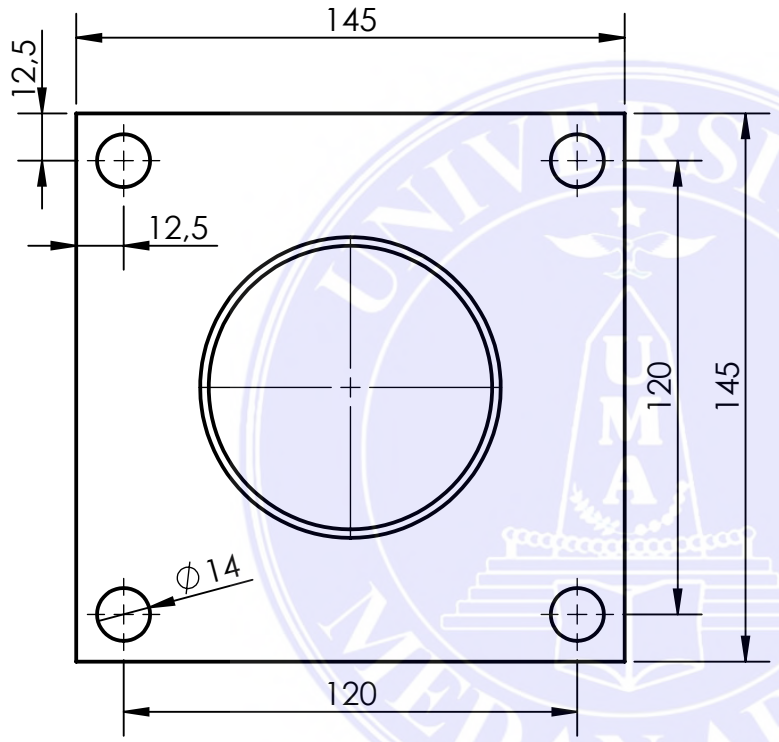
	SKALA : 1:2	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	INJECTOR		Document Accepted 2/5/24 NO.08 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:3

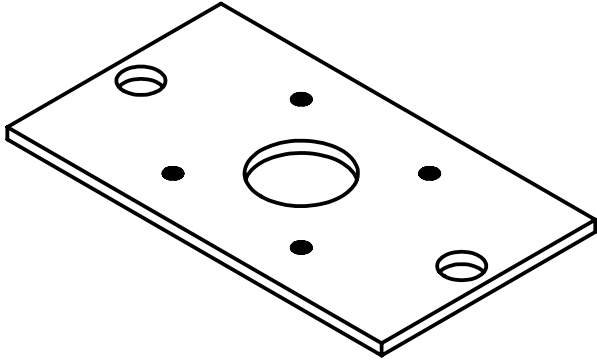


SECTION B-B
SCALE 1 : 2

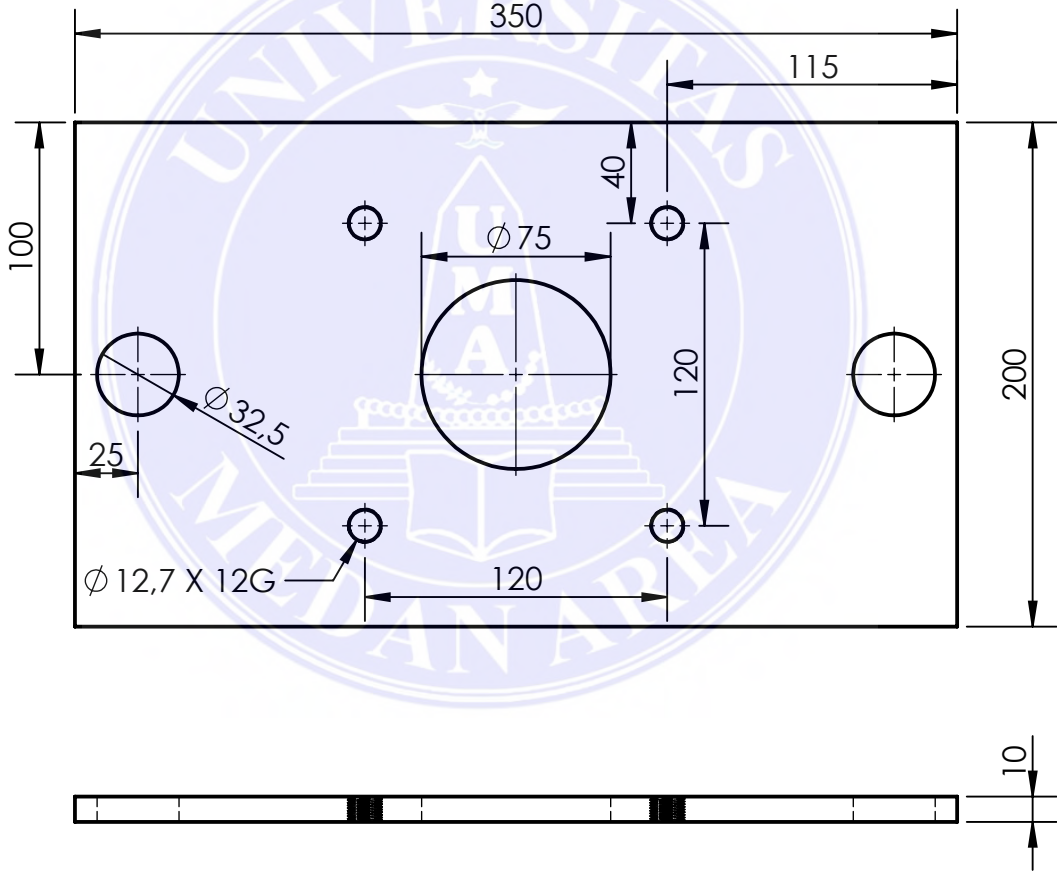
	SKALA : 1:2	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	PELAT DUDUKAN HOPPER		Document Accepted 2/5/24 NO.09 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



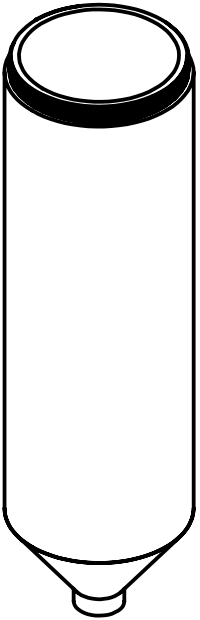
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:5



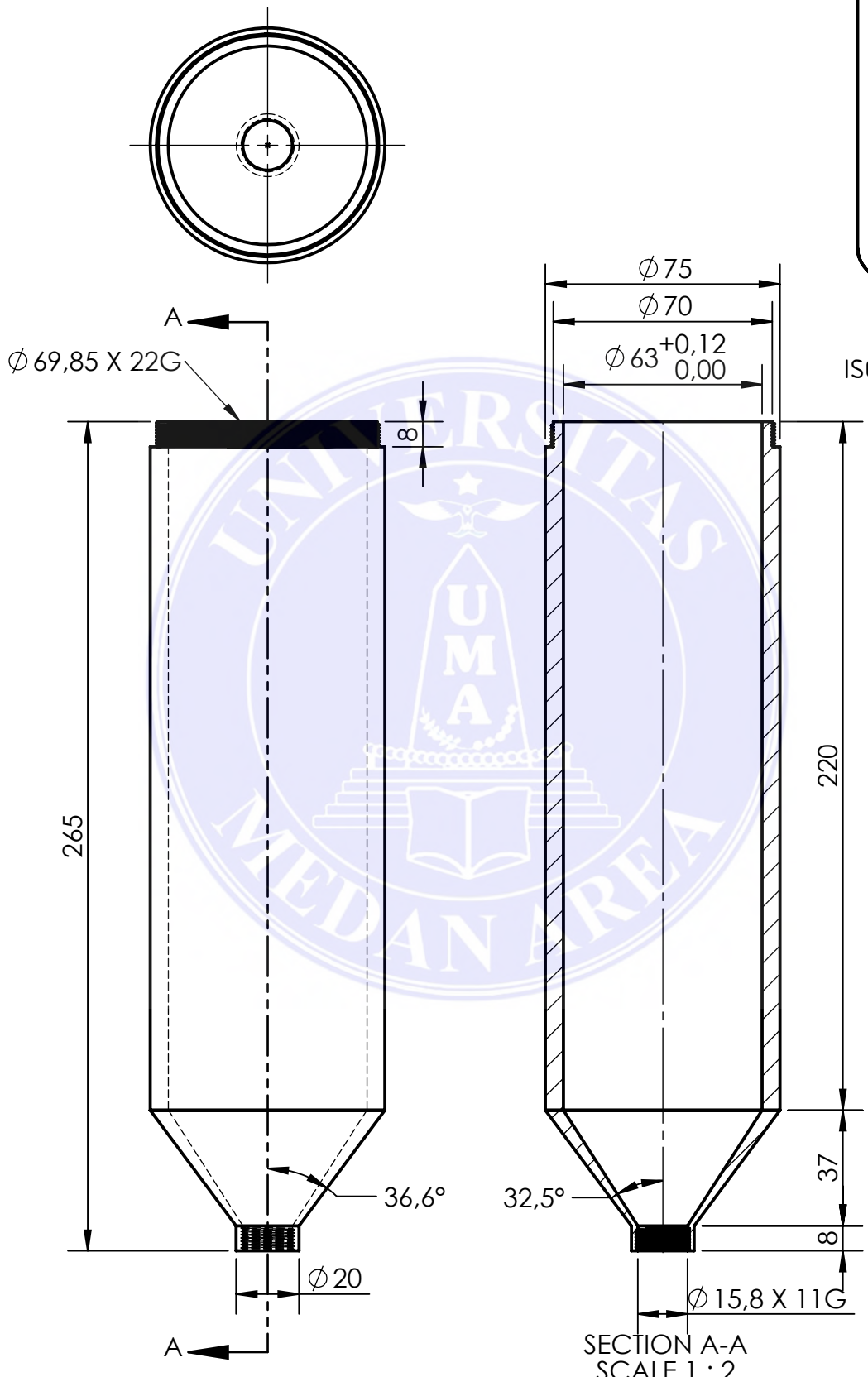
	SKALA :1:3	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	PELAT DUDUKAN BARREL		Document Accepted 2/5/24 NO.10 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:3

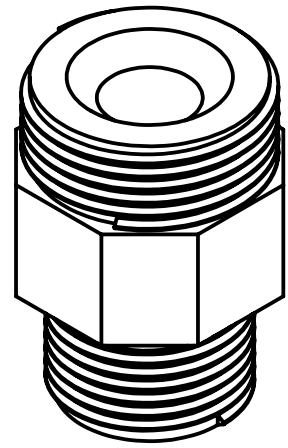


SECTION A-A
SCALE 1 : 2

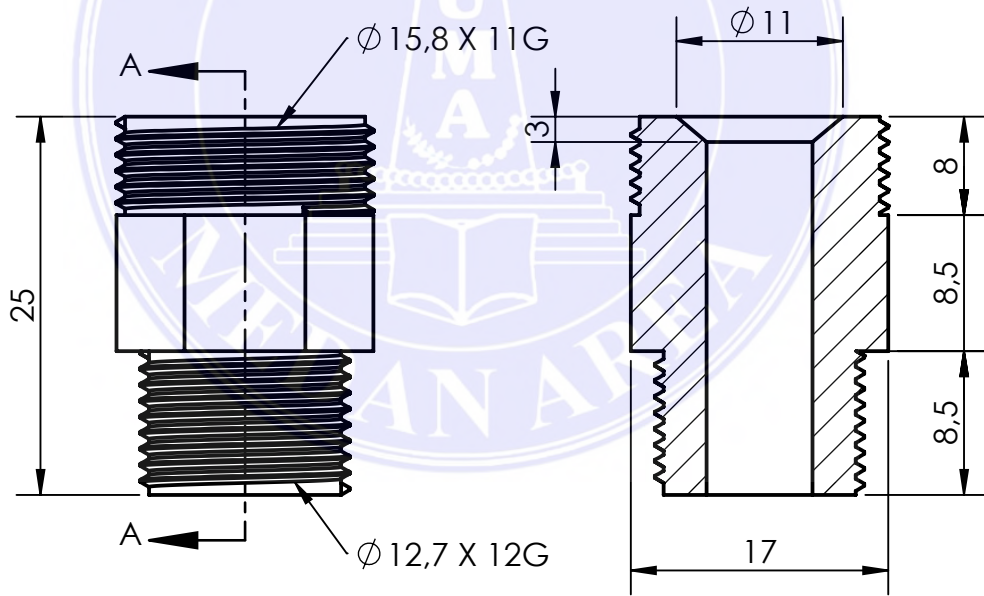
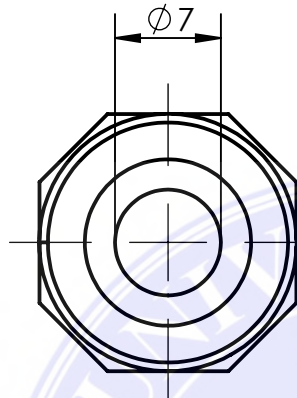
 UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK MESIN FT-UMA	SKALA :1:2	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
BARREL			Document Accepted 2/5/24 NO.11 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2



ISOMETRIC VIEW
SCALE 2:1

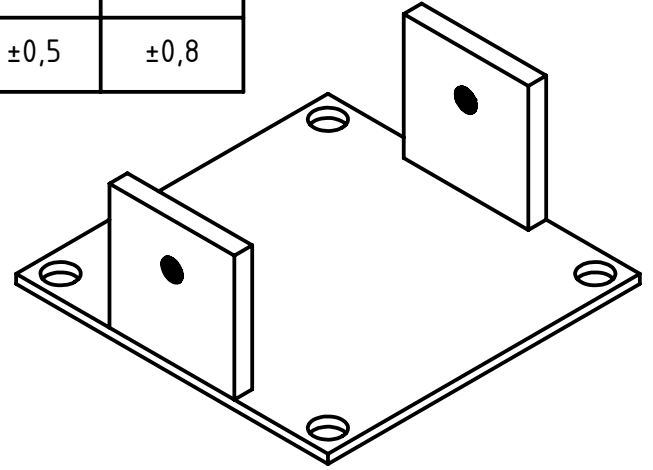


SECTION A-A

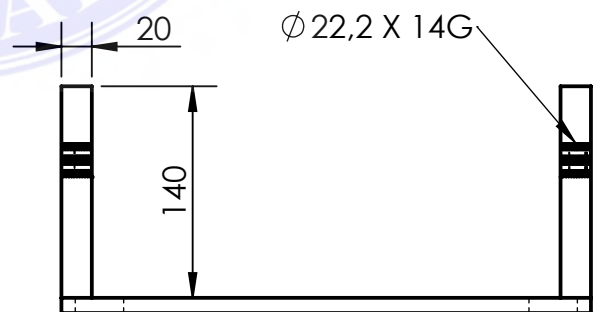
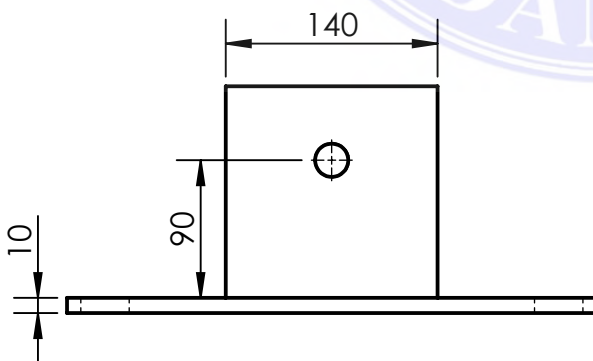
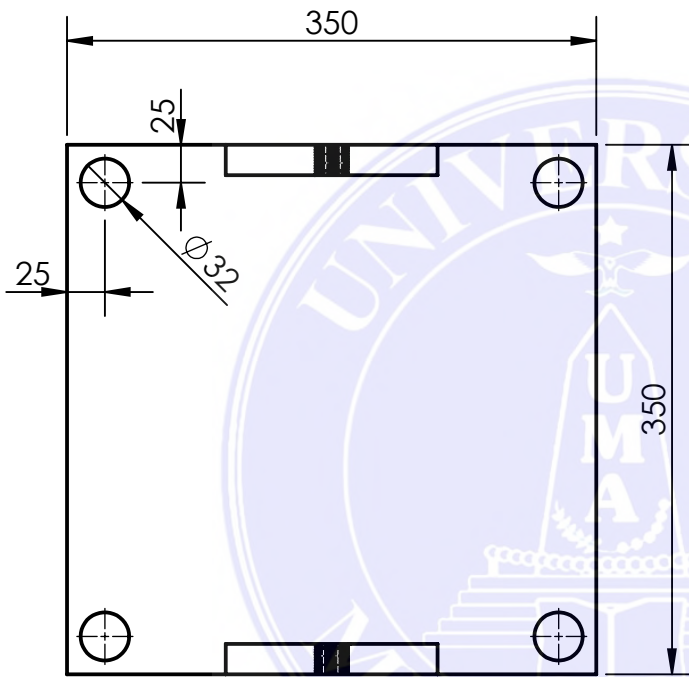
 UNIVERSITAS MEDAN AREA FT UMA	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
TEKNIK MESIN	NOZZLE		Document Accepted 2/5/24
			NO.12 A4


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



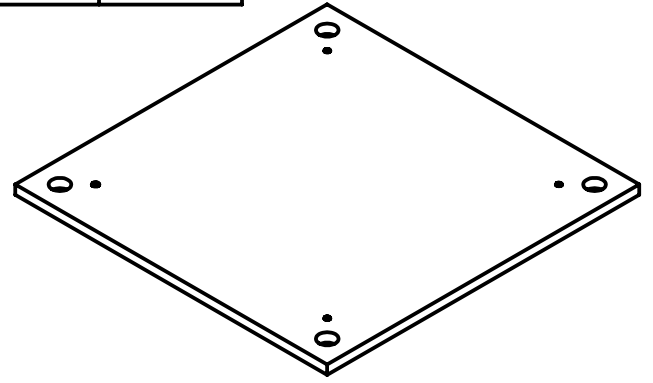
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:6



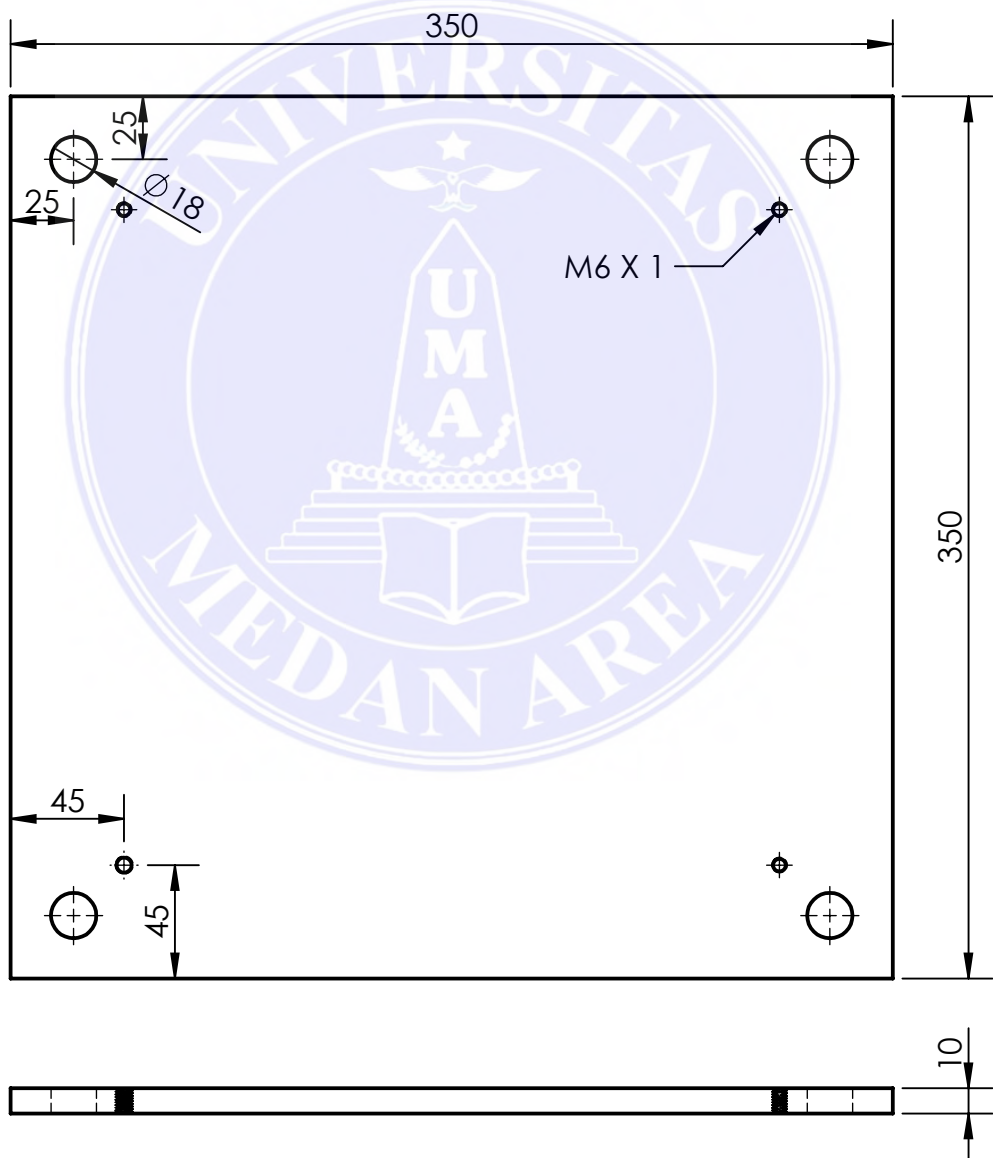
 UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN ET UMA	SKALA : 1:5	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
PELAT DUDUKAN CETAKAN		Document Accepted 2/5/24	A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



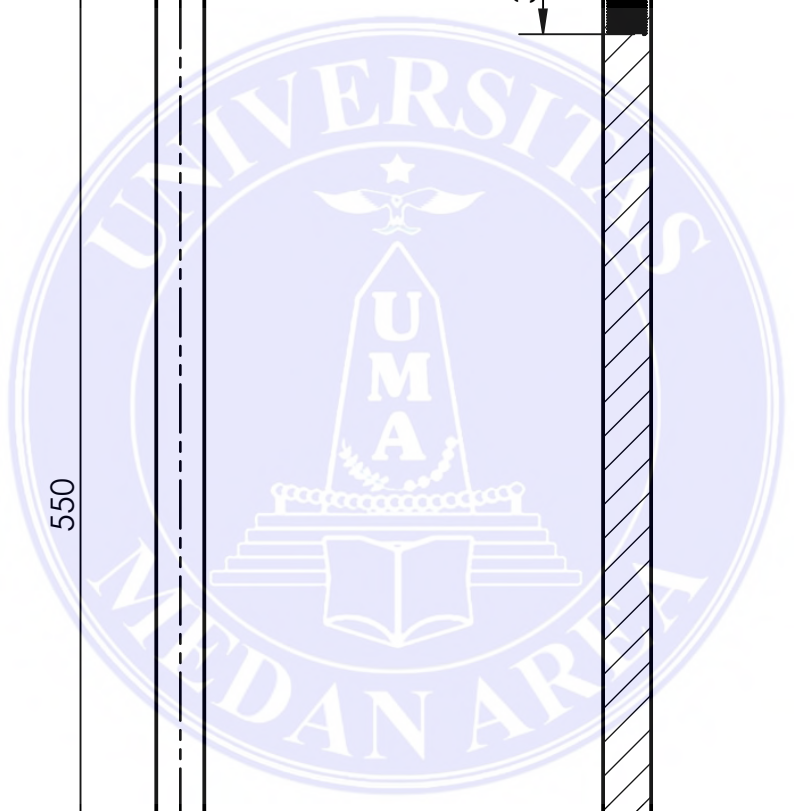
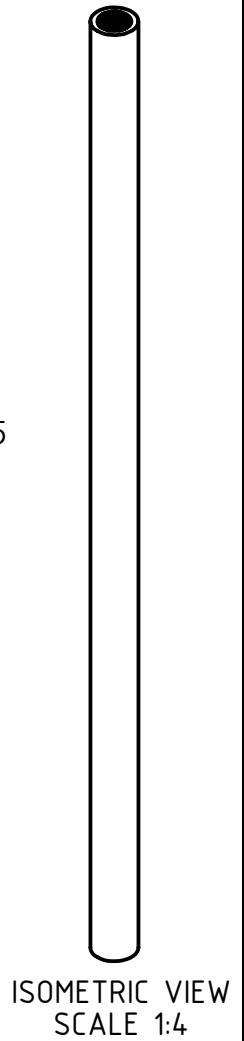
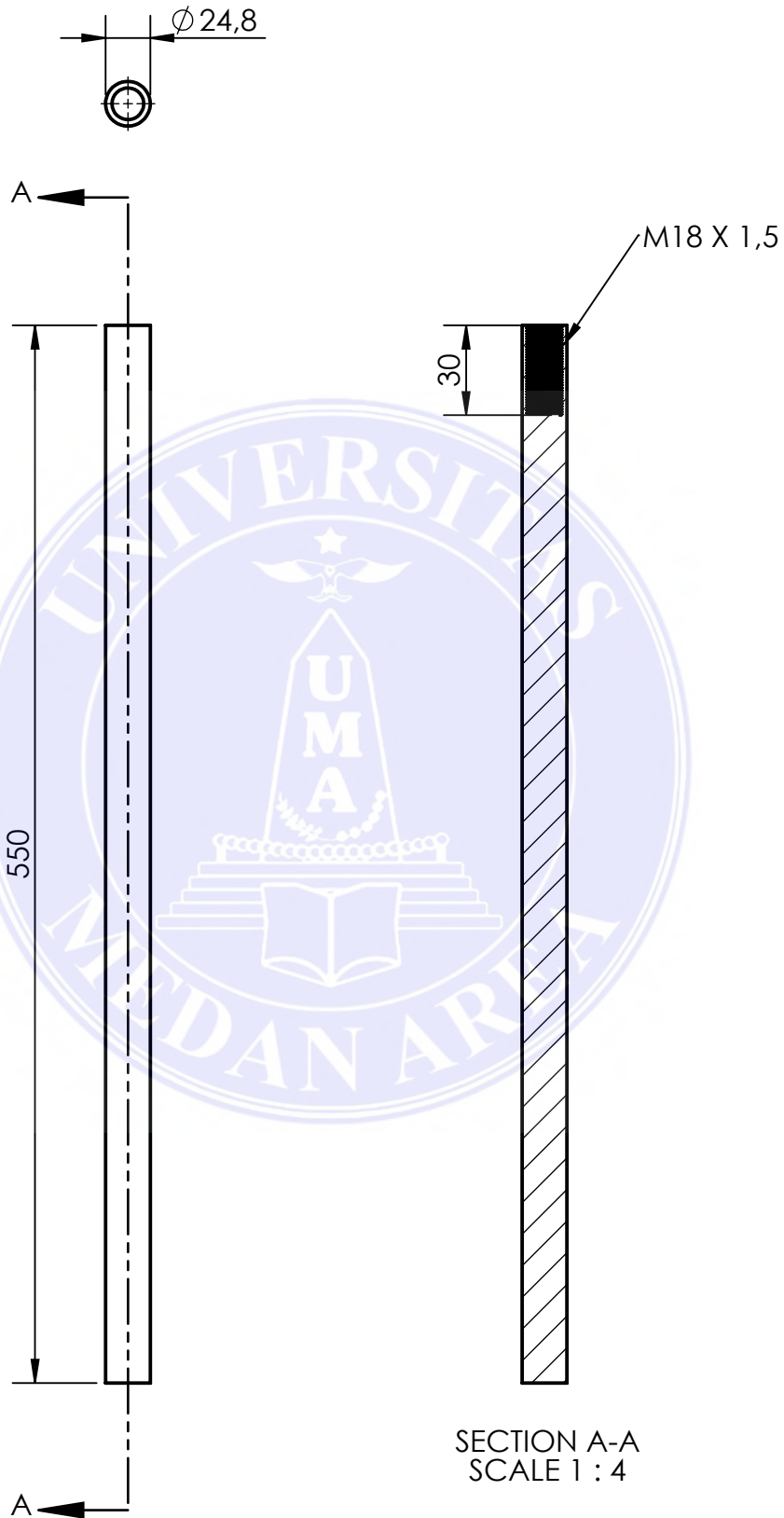
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:6




	SKALA :1:3	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	TEKNIK MESIN	PELAT BASE FRAME MESIN	Document Accepted 2/5/24
© Hak Cipta Di Lindungi	FT UMA		NO.14 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

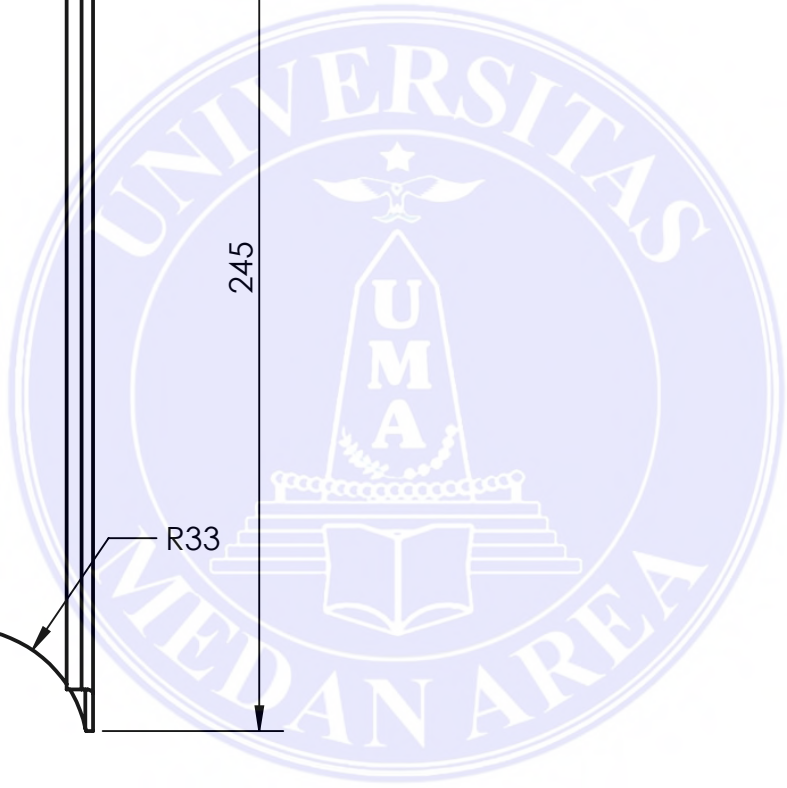
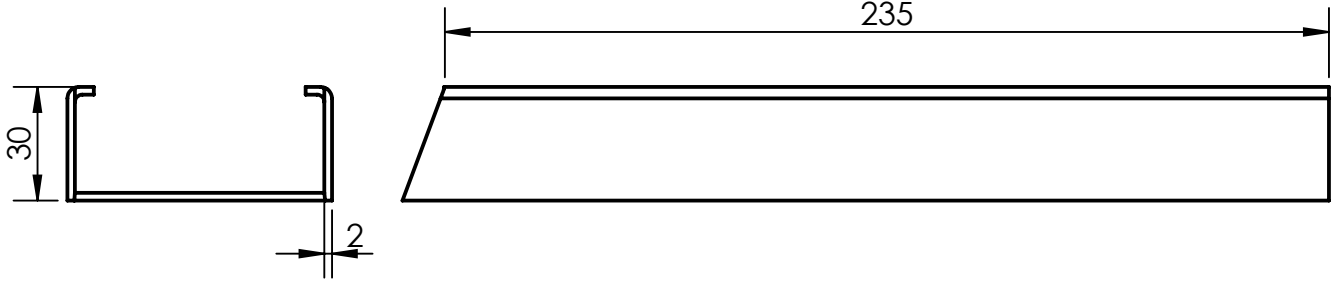
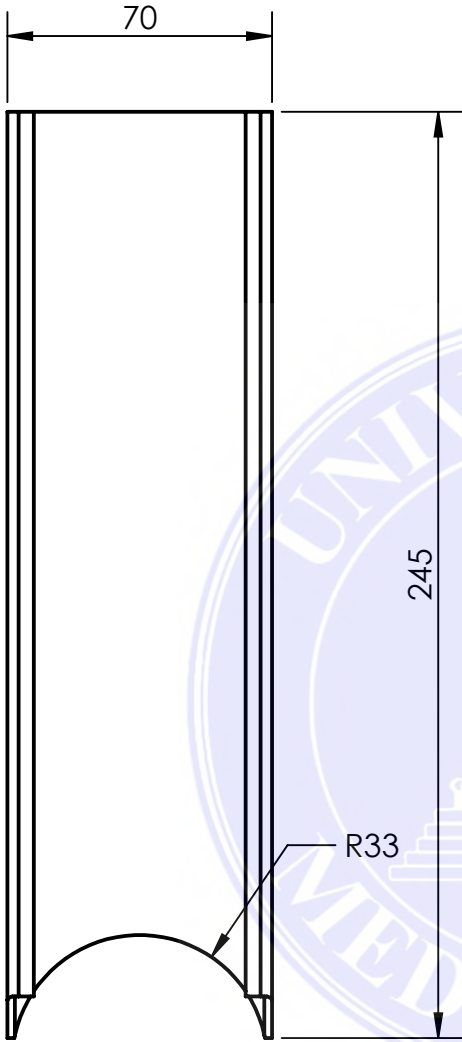
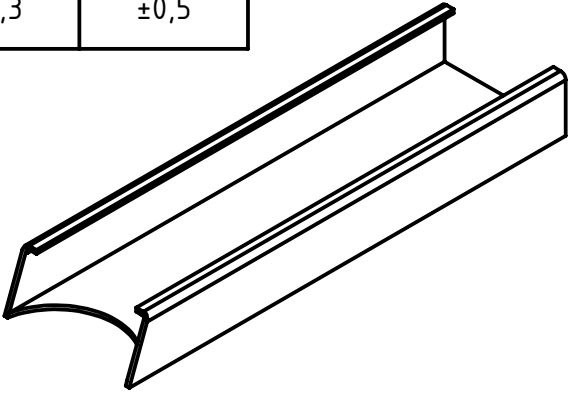
Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8




 UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK MESIN FT UMA	SKALA : 1:4	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
TIANG PENYANGGA BARREL		Document Accepted 2/5/24	NO.15 A4

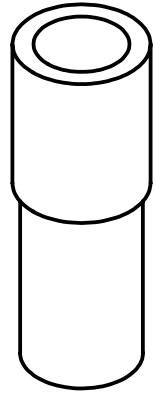
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5

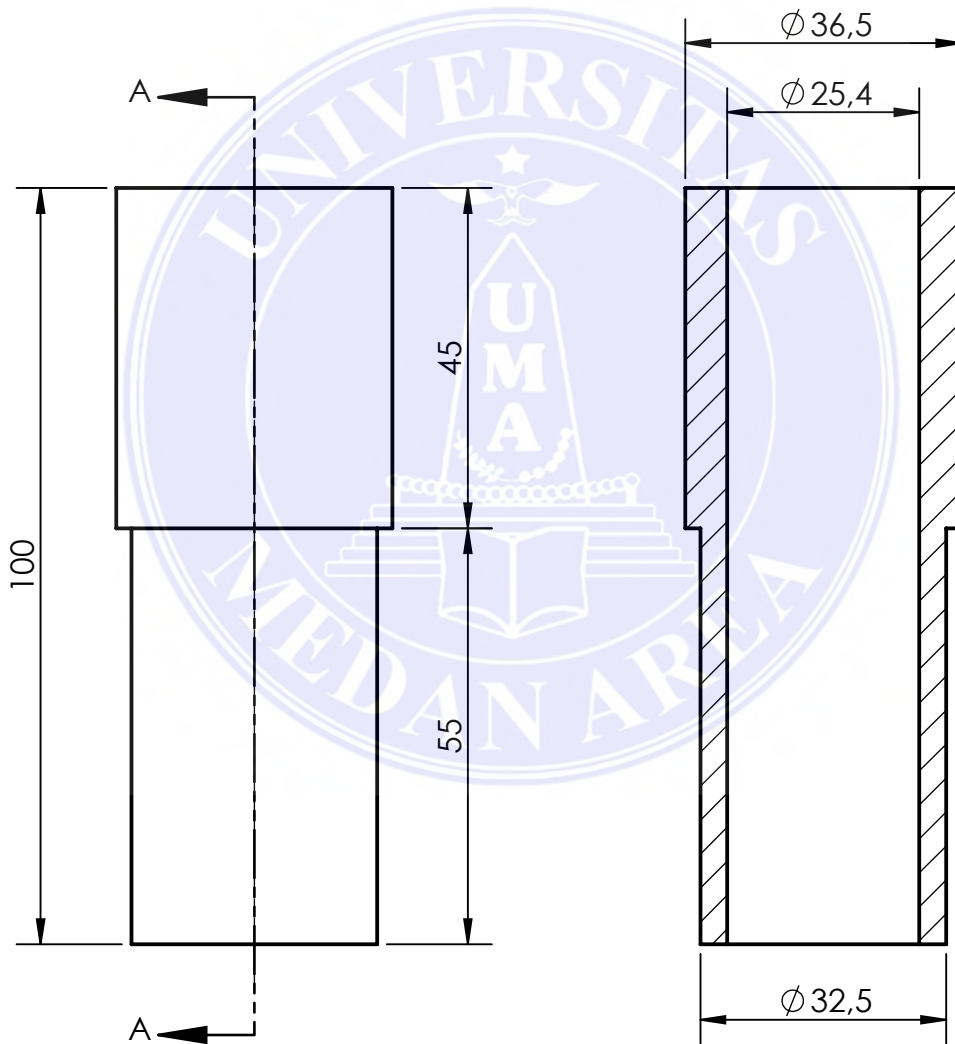
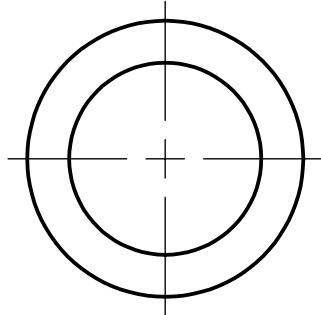


	SKALA :1:2	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	CORONG SALURAN PLASTIK (FEED)		Document Accepted 2/5/24 NO.16


Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:2

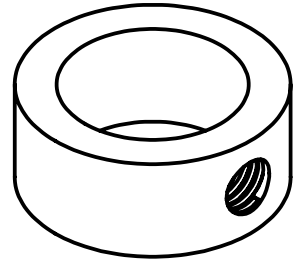


SECTION A-A

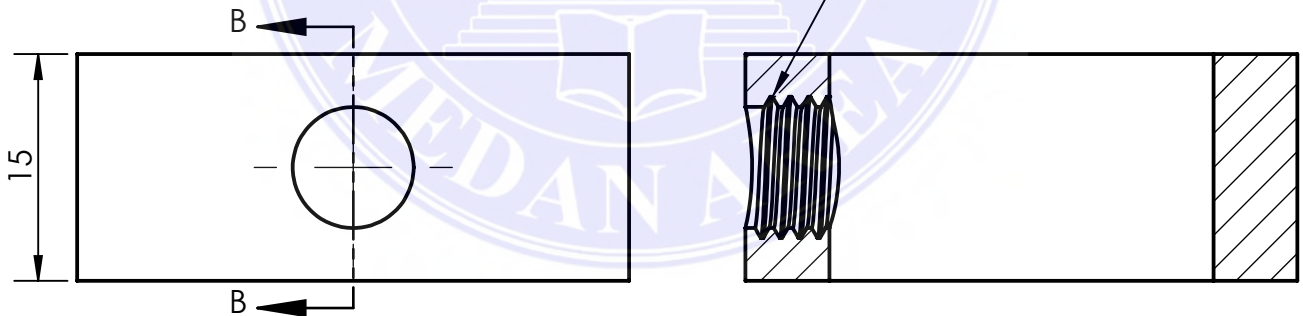
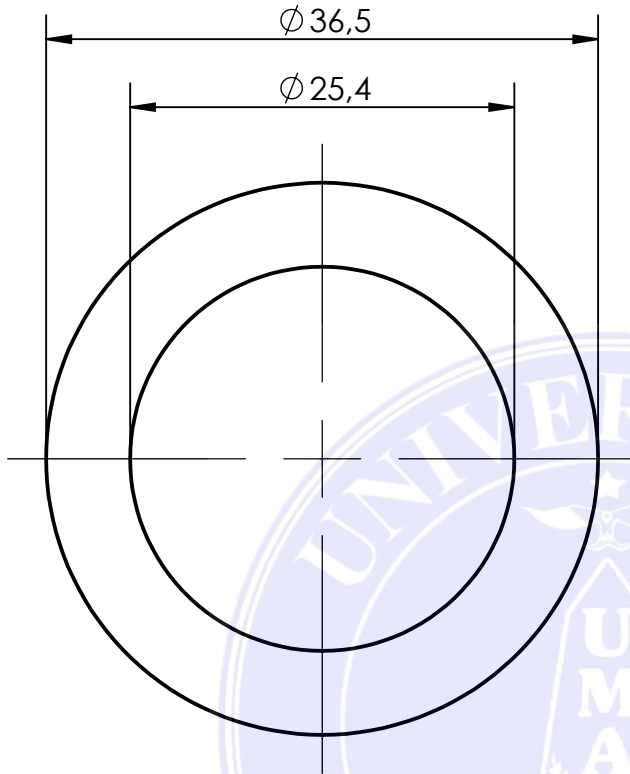
	SKALA :1:1	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	TEKNIK MESIN	BUSHING RAIL	Document Accepted 2/5/24
© Hak Cipta Di Lindungi	FT UMA		NO.17 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:1

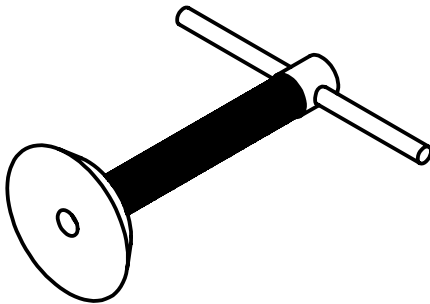


SECTION B-B
SCALE 2 : 1

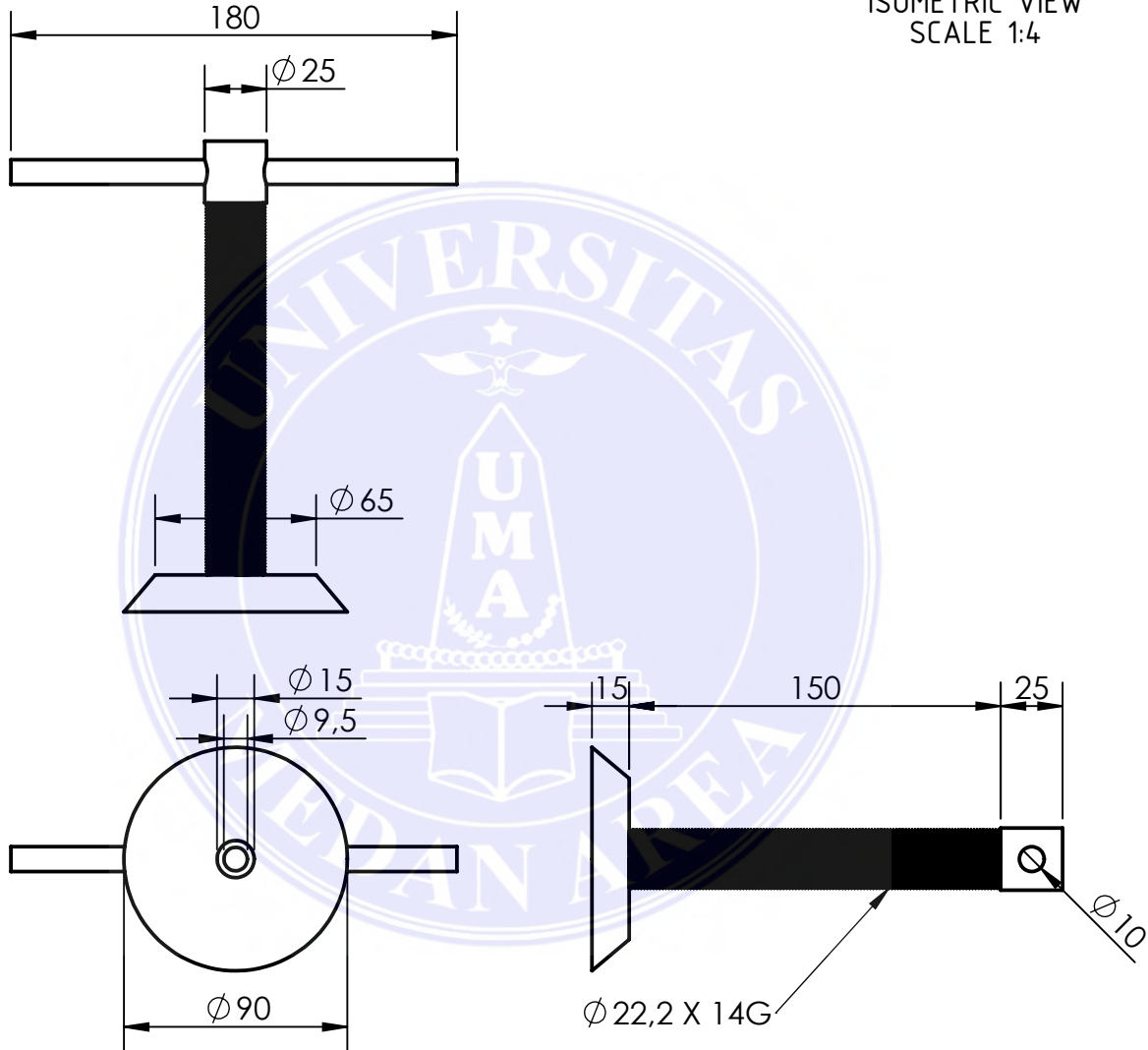
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN : mm	NPM : 228130007	
	TANGGAL : 09-01-2024	DIPERIKSA : PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	BUSHING STOPPER		Document Accepted 2/5/24 NO.18 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



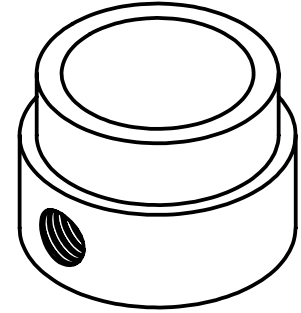
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:4



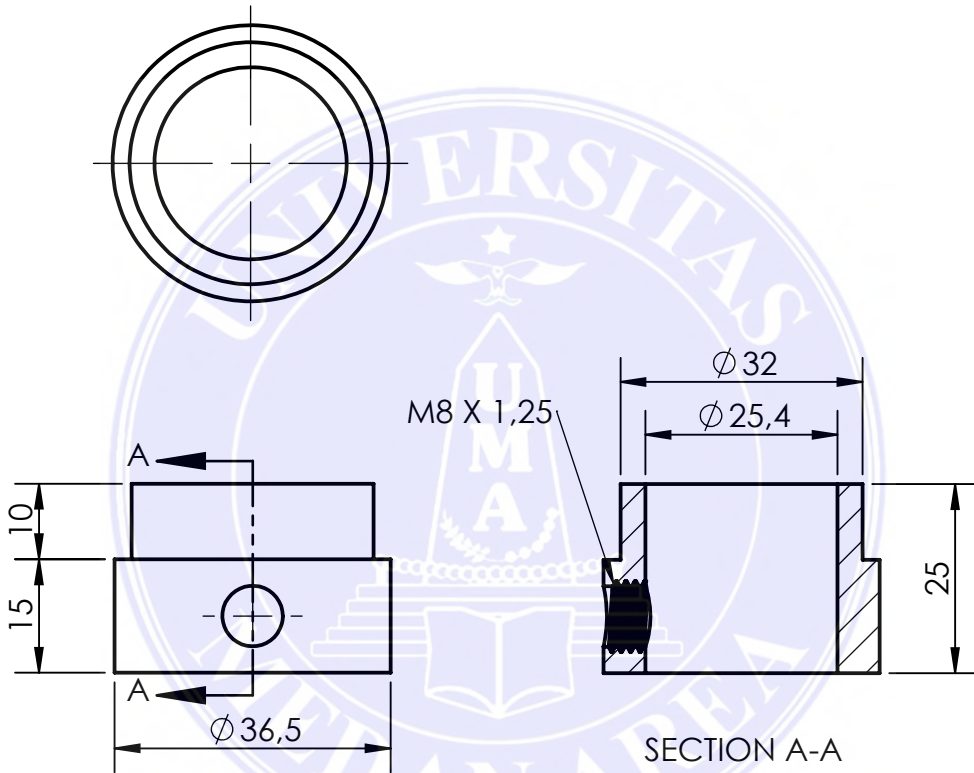
	SKALA :1:3	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	MOLD CLAMP		Document Accepted 2/5/24 NO.19 A4


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3



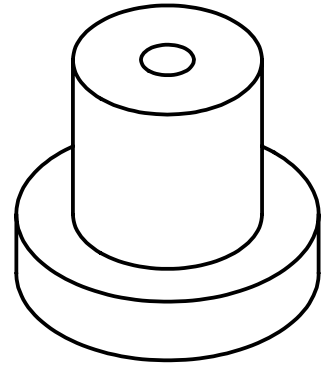
ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:1



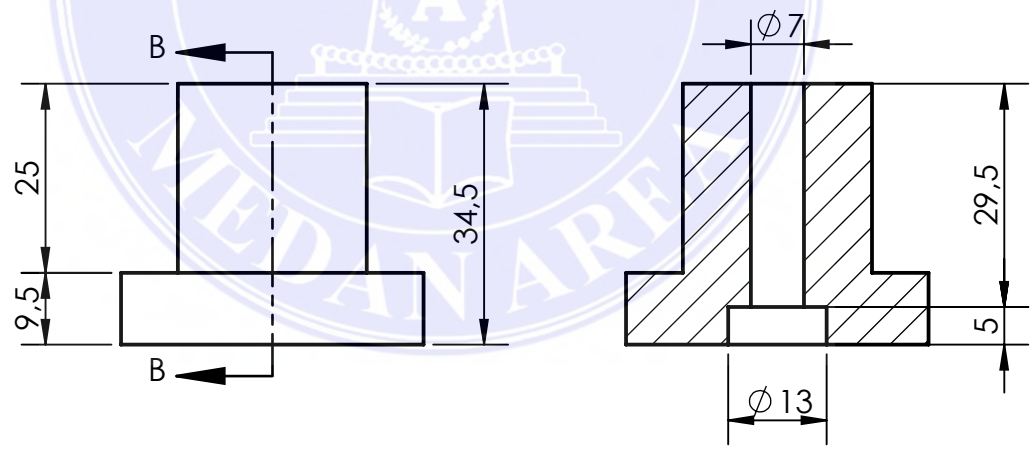
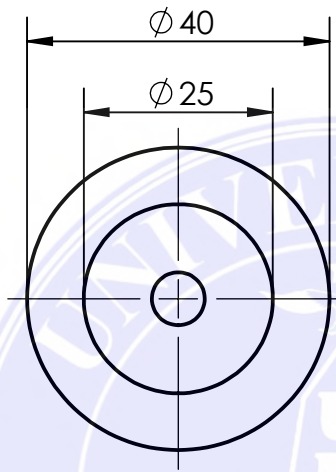
	SKALA :1:1	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL :09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA TEKNIK MESIN FT UMA	BUSHING STOPPER PADA PELAT CETAKAN		Document Accepted 2/5/24 NO.20 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


Ukuran (mm)	0,5-3	3-6	6-30	30-120
Tol. Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3



ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:1



SECTION B-B

	SKALA :1:1	DIGAMBAR :DICKE JOSHUA	PERINGATAN
	SATUAN :mm	NPM :228130007	
	TANGGAL 09-01-2024	DIPERIKSA :PROF. DADAN	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	TEKNIK MESIN	KAKI PENOPANG	Document Accepted 2/5/24 NO.21 A4