

**PEMBUATAN MESIN *PLASTIC INJECTION MOLDING*  
*VERTICAL* MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK  
DENGAN VOLUME CETAKAN 300 CM<sup>3</sup>**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**AKHMAD SEPTY ASHARI  
228130123**



**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

## HALAMAN JUDUL

# PEMBUATAN MESIN *PLASTIC INJECTION MOLDING* *VERTICAL* MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK DENGAN VOLUME CETAKAN 300 CM<sup>3</sup>

## SKRIPSI

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

Oleh:

**AKHMAD SEPTY ASHARI**  
**228130123**

**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 PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Pembuatan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical*  
Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume  
Cetakan 300 cm<sup>3</sup>  
Nama Mahasiswa : Akhmad Septy Ashari  
NIM : 228130123  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing



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



Dr. Hris Supriatno, S.T., M.T.  
Dekan



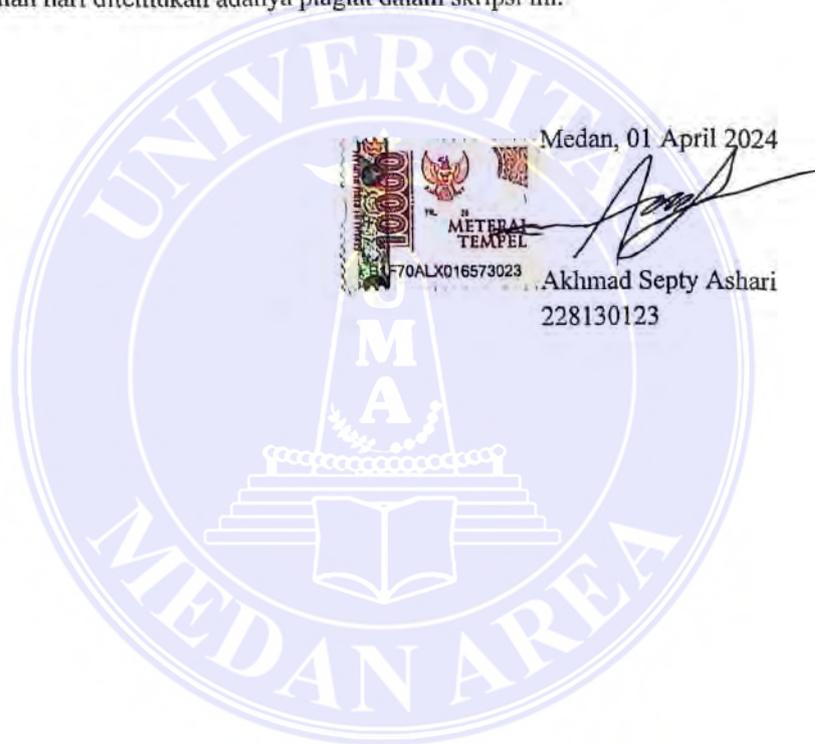
Dr. Isyandi, S.T., M.T.  
Ka. Prodi

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.



**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 : Akhmad Septy Ashari  
NPM : 228130123  
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 : Pembuatan *Mesin Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik Dengan Volume Cetakan 300 cm<sup>3</sup>.

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 : 2 Maret 2024  
Yang menyatakan

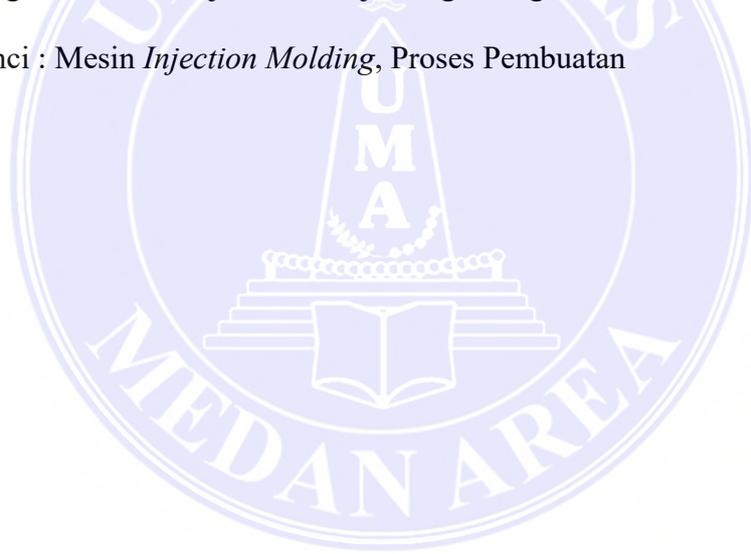


(Akhmad Septy Ashari)

## ABSTRAK

Plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan. Hipotesis dalam penelitian ini menyatakan bahwa mesin ini dapat digunakan untuk mendaur ulang limbah berbahan dasar plastik dimana hal ini dapat dilakukan untuk membantu proses daur ulang limbah dan mengurangi efek negatif yang ditimbulkan akibat pencemaran limbah plastik terhadap lingkungan. Proses dari pembubutan adalah metode pertama yang akan dipakai guna mendapatkan hasil dari material mentah menjadi ukuran yang diinginkan perancang lalu direalisasikan oleh pembuat. Berdasarkan dari proses pembuatan mesin *Injection Molding* adalah menggunakan metode *Machining*, *Joining*, dan *Finishing*. Alasan penulis memakai metode tersebut adalah dinilai lebih efisien. Pada proses *Machining* terdapat proses pembubutan, pemotongan, dan pelubangan. Pada proses *Joining* terdapat pengelasan, dan penyambungan baut. Dan pada proses *Finishing* terdapat proses pengecatan. Pengujian mesin yang telah selesai dibuat dengan menggunakan metode pembuatan yang telah dipilih dan sesuai dengan desain perancangan berhasil diuji dan bekerja dengan target volume 300 Cm<sup>3</sup>.

Kata kunci : Mesin *Injection Molding*, Proses Pembuatan

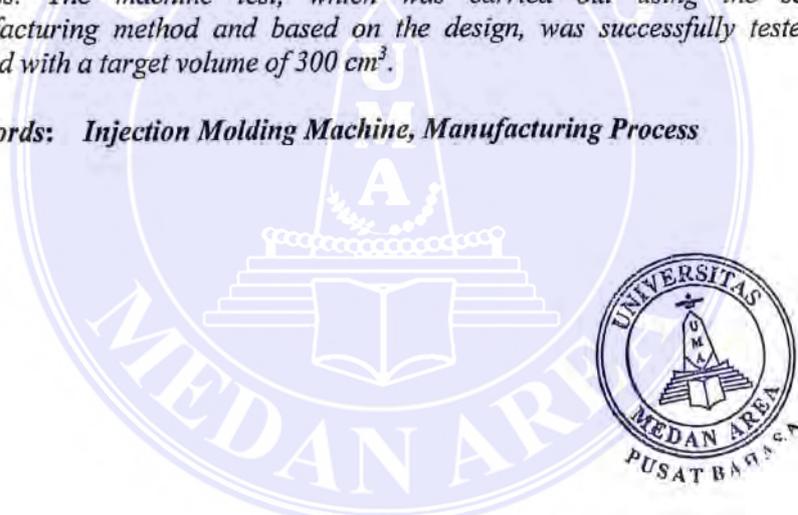


## ABSTRACT

**Akhmad Septy Ashari. 228130123. "The Manufacture of a Vertical Plastic Injection Molding Machine Using a Pneumatic System with a 300 cm<sup>3</sup> Mold Volume". Supervised by Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.**

*Plastic is a material that cannot be naturally decomposed (non-biodegradable), so after use, materials made of plastic will become waste that is difficult for soil microbes to break down and will pollute the environment. The hypothesis in this research was that this machine could be used to recycle waste made of plastic bases, which could be done to help the waste recycling process and reduce the negative effects caused by plastic waste pollution on the environment. The turning process was the first method that would be used to get the results from the raw material to the size desired by the designer and then realized by the manufacturer. Based on the process of manufacturing an Injection Molding machine, it used Machining, Joining, and Finishing methods. The reason the author used this method is that it is considered to be more efficient. In the machining process, there were turning, cutting, and punching processes. In the joining process, there was a welding and bolting. And in the finishing process, there was a painting process. The machine test, which was carried out using the selected manufacturing method and based on the design, was successfully tested and worked with a target volume of 300 cm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** *Injection Molding Machine, Manufacturing Process*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada Tanggal 14 September 2000, merupakan anak dari ibu Dwining Tyas Oufilini. Penulis merupakan anak tunggal.

Pada tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Madrasah Aliyah Negeri 1 Medan 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.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “ Pembuatan Mesin *Plastic Injection Molding Vertical* Menggunakan Sistem Pneumatik dengan Volume Cetakan 300 CM<sup>3</sup>”.

Dalam pembuatan proposal skripsi ini penulis banyak mengalami masalah dan hambatan namun berkat bantuan dosen pembimbing dan bantuan dari berbagai pihak maka proposal skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area dan selaku Dosen Pembimbing yang membantu dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu saya dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

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

Medan, 2 Maret 2024

Penulis



(Akhmad Septy Ashari)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	2
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Injection Molding</i> .....	6
2.2 Proses Pembuatan.....	22
2.3 Plastik.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Waktu dan Penelitian .....	28
3.1 Bahan dan Alat .....	29
3.3 Tahapan Penelitian .....	41
3.4 Populasi dan Sampel .....	42
3.5 Prosedur Kerja.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Hasil .....	45
4.2 Pembahasan.....	87
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	89
5.1 Simpulan .....	89
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA .....	90

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Injection Molding Vertical	7
Gambar 2.2. Kompresor	8
Gambar 2.3. Silinder Pneumatik	9
Gambar 2.4. Solenoid Valve	10
Gambar 2.5 Hopper	11
Gambar 2.6. Barrel	11
Gambar 2.7. Band Heater	12
Gambar 2.8. Thermocouple type K	13
Gambar 2.9. Air Filter Regulator	14
Gambar 2.10. Pneumatic fitting	15
Gambar 2.11. Thermostat tipe Rex C100	16
Gambar 2.12. <i>Control Panel</i>	16
Gambar 2.13. Nozzle	17
Gambar 2.14. Selang Angin (Air Hose)	17
Gambar 2.15. Kabel Listrik	18
Gambar 2.16. Steker	19
Gambar 2.17. Push Botton Switch	20
Gambar 2.18. MCB (Minitatuter Circuit Breaker)	21
Gambar 2.19. Sambungan Baut dan Mur	25
Gambar 2.20. Sambungan Tipe Tumpu	28
Gambar 2.21. Sambungan Tipe Friksi	28
Gambar 2.22. Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran	30
Gambar 2.25. Skema Proses Gurdi atau Drilling	33
Gambar 2.26. Jenis Plastik PET	34
Gambar 3.1. Mesin bubut LA.	29
Gambar 3.2. Gerak makan ( feeding)	30
Gambar 3.3. Mesin Las listrik (SMAW).	32
Gambar 3.4. Mesin Bor duduk	32
Gambar 3.5. Gerinda tangan	34
Gambar 3.6. Kunci Pas Ring	35
Gambar 3.7. Ragum	35
Gambar 3.8. Jangka Sorong	36
Gambar 3.9. Waterpass	37
Gambar 3.10. Lembaran Plat Besi	37
Gambar 3.11. Pipa Stainless Steel	38
Gambar 3.12. Kuningan Pejal	39
Gambar 3.13. Kuningan Pejal	40
Gambar 3.14. Baut	40
Gambar 3.15. Plastic PET yang sudah di cacah	41
Gambar 3.16. Diagram Alir Pembuatan mesin Injection Molding Vertical	44
Gambar 4.1. Mesin Bubut	45
Gambar 4.2. Mata pahat bubut	46
Gambar 4.3. Mata Pahat Lubang	46
Gambar 4.4. Stainless Steel	47
Gambar 4.5. Proses Pembubutan Hopper	48
Gambar 4.6. Hopper	49
Gambar 4.7. Bahan Injector. Silinder stainless steel pejal	50
Gambar 4.8. Proses Pembubutan Injector	51

Gambar 4.9. Injector	52
Gambar 4.10. Material S 45 C	53
Gambar 4.11. Bushing Rail	54
Gambar 4.12. Material S 45 C	55
Gambar 4.13. Bushing Stopper	56
Gambar 4.14. Tiang Penyangga Rangka Utama	57
Gambar 4.15. Tiang Penyangga Bareel.	59
Gambar 4.16. Baja Karbon	59
Gambar 4.17. Proses Pembubutan Barrel	60
Gambar 4.18. Nozzle	61
Gambar 4.19. Mata Bubut	62
Gambar 4.20. Mesin Bor Duduk	62
Gambar 4.21. Proses Pelubangan	63
Gambar 4.22. Plat Dudukan Cetakan	64
Gambar 4.23. Plat Dudukan Cylinder Pneumatic	65
Gambar 4.24. Plat Kaki – Kaki	66
Gambar 4.25. Plat Dudukan Barrel	66
Gambar 4.26. Hopper	67
Gambar 4.27. Gerinda Tangan	68
Gambar 4.28. Mesin Las GMAW	69
Gambar 4.29. Elektroda NIKKO STEEL NSN – 308	69
Gambar 4.30. Hopper	70
Gambar 4.31. Hopper dan Plat Barrel	71
Gambar 4.32. Barrel dan Hopper	71
Gambar 4.33. Baut Dudukan Pneumatic	72
Gambar 4.34. Baut dudukan Barrel	73
Gambar 4.35. Baut Bushing Stopper	73
Gambar 4.36. Baut Plat ke Tiang Penyangga	74
Gambar 4.37. Mold Clamp	75
Gambar 4.38. Kaki Pendukung Mesin Injection Molding	76
Gambar 4.39. Proses Assembling Plat Dudukan Cetakan	77
Gambar 4.40. Proses Assembling	78
Gambar 4.41. Proses Assembling Plat Dudukan Pneumatic	79
Gambar 4.42. Proses Assembling Hopper, Barrel, dan Band Heater	79
Gambar 4.43. Proses Pemasangan Baut	80
Gambar 4.44. Mengukur Kerataan	81
Gambar 4.45. Proses Assembling	81
Gambar 4.46. Proses Perakitan Elektrik	82
Gambar 4.47. Panel Listrik	83
Gambar 4.48. Mesin Injection Molding Plastic Vertical	83
Gambar 4.49. Mesin Injection Molding Vertical	84

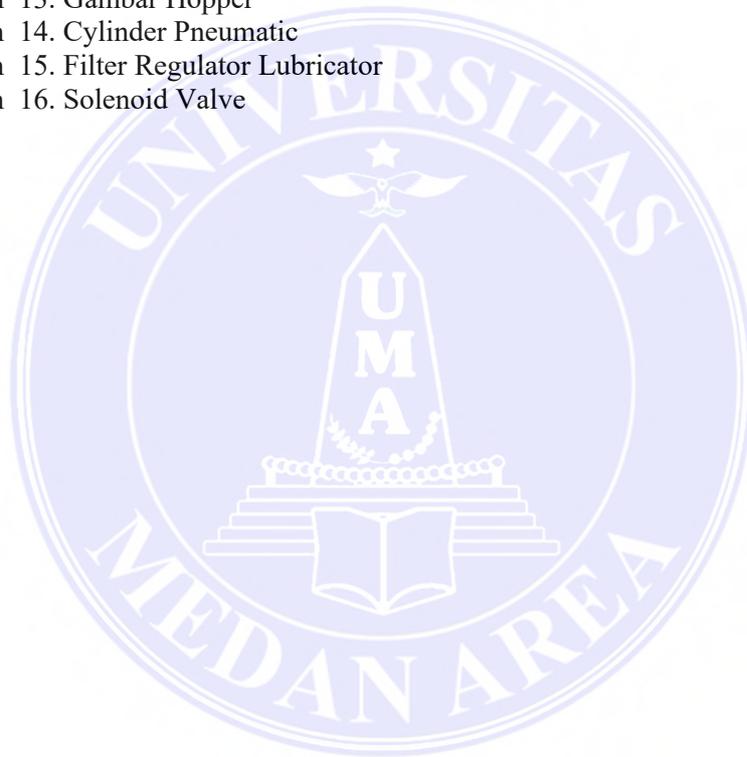
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Kompresor	8
Tabel 2.2. Diameter elektroda terhadap arus listrik dan tebal plat yang dipakai	23
Tabel 2.3. Data ukuran baut	26
Tabel 2.4. Temperatur transisi dan Titik lebur plastic	34
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	28
Tabel 3.2. Spesifikasi besar arus menurut tipe elektroda	31
Tabel 3.3. Jenis diameter Bor dan Ukuran Peluasan	33
Tabel 4.1. Biaya Komponen Mesin Injection Molding Vertical	85
Tabel 4.2. Biaya Bagian – Bagian Pneumatik	85
Tabel 4.3. Biaya Kelistrikan	86
Tabel 4.4. Biaya Operasional	86



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Barrel	92
Lampiran 2. Gambar Plat Dudukan Barrel	93
Lampiran 3. Gambar Plat Dudukan Cetakan	94
Lampiran 4. Gambar Plat Base Frame	95
Lampiran 5. Gambar Plat Dudukan Hopper	96
Lampiran 6. Gambar Plat Dudukan Cylinder Pneumatic	97
Lampiran 7. Gambar Injector	98
Lampiran 8. Gambar Mold Clamp	99
Lampiran 9. Gambar Nozzle	100
Lampiran 10. Gambar Stopper	101
Lampiran 11. Gambar Tiang Penyangga Barrel	102
Lampiran 12. Gambar Tiang Penyangga Mesin	103
Lampiran 13. Gambar Hopper	104
Lampiran 14. Cylinder Pneumatic	105
Lampiran 15. Filter Regulator Lubricator	109
Lampiran 16. Solenoid Valve	111



## DAFTAR NOTASI

$\sigma t$	= Tegangan Tarik	( $N/cm$ )
F	= Beban yang diterima	( N )
A	= Luas penampang baut	( $cm^2$ )
$\pi$	= 3,14	
D2	= Diameter luar	(cm)
$\tau\alpha$	= Tegangan Permukaan	(N/m)
$\tau g$	= Tegangan geser	( $N/m^2$ )
D1	= Diameter dalam	(cm)
K	= Ulir metris	(mm)
V	= kecepatan potong	(m/menit)
d	= Diameter benda kerja	(mm)
n	= Putaran benda kerja	(putaran/menit)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya zaman di era sekarang ini plastik masih mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Dalam hal ini dapat dibuktikan dengan meningkatnya penggunaan plastik tiap tahunnya yang semakin meningkat. Plastik pada umumnya yang sering digunakan sebagai bahan baku pembungkus berbagai macam produk dikarenakan plastik yang memiliki sifat yang ringan, kuat, dan memiliki harga yang relatif terjangkau

Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Namun plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan. (Jatmiko Wahyudi, dkk 2018)

Terlepas dari plastik sebagai bahan baku menyebabkan meningkatnya limbah plastik dari efek penggunaan plastik tersebut. Akibat dari meningkatnya penggunaan plastik untuk kebutuhan sehari-hari baik itu dari penggunaan pribadi, toko, ataupun perusahaan. Sehingga timbulah limbah plastik yang memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Seperti pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah, dan dampak negatif lainnya. Hal ini tidak terlepas dari sifat plastik yang

sangat sulit untuk terurai secara alami di alam.

Saat ini untuk menanggulangi limbah plastik yang sudah menjadi permasalahan pokok, disini penulis akan membuat alat atau mesin yang dapat digunakan untuk mengolah limbah yang berbahan dasar plastik dimana dengan mesin ini plastik yang semula menjadi limbah diharapkan dapat membantu mengolah limbah plastik tersebut. Salah satu mesin yang dapat digunakan untuk mengolah limbah plastik ini adalah *Plastic Injection Molding*.

Proses *injection molding* merupakan teknik yang sering digunakan dalam pembentukan produk yang berbahan plastik, karena dengan menggunakan metode tersebut bisa membuat bentuk fitur yang sulit untuk dibentuk dibandingkan dibandingkan metode yang lain. (Irwan Yulianto, dkk 2014)

Menurut Bryce (1998) *Injection Molding* seperti operasi pada jarum suntik, dimana lelehan plastik disuntikan kedalam *mold* (cetakan) yang tertutup rapat yang berada didalam mesin sehingga lelehan tersebut memenuhi ruang yang berada pada *mold* sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses siklus untuk *injection molding* terdiri dari empat tahapan sebagai yaitu, *clamping* sebelum injeksi bahan ke dalam cetakan dua bagian dari cetakan harus tertutup rapat pada mesin, *injection* plastik cair disuntikkan ke dalam *mold* dan memenuhi ruangan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan, *cooling* merupakan proses pendinginan material plastik setelah proses penyuntikan, *ejection* ketika *mold* dibuka mekanisme yang digunakan untuk *ejection system* adalah mendorong bagian dinginan plastik dari cetakan.

Mesin *Plastic Injection Molding* ini memiliki keunggulan yaitu dapat mempercepat proses produksi karena lebih efektif jika dibandingkan dengan

penggunaan tenaga manusia atau dengan proses produksi manual. Mesin ini menggunakan sistem pneumatik, dimana mesin ini menggunakan tenaga yang berasal dari kompresor. Kompresor digunakan untuk menggerakkan silinder pneumatik yang selanjutnya piston yang terdapat pada silinder tersebut akan mendorong material atau bahan plastik yang terdapat didalam barel menuju  *mold* atau cetakan. Dengan adanya mesin ini dapat membantu proses daur ulang limbah plastik dan dapat mengurangi efek negatif yang ditimbulkan akibat pencerauman limbah plastik terhadap lingkungan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas diketahui bahwa salah satu cara untuk mengatasi masalah limbah plastik adalah dengan melakukan proses daur ulang, dan untuk melakukan hal tersebut maka penulis akan membuat mesin  *Plastic Injection Molding* yang dapat membantu proses daur ulang limbah plastik. Dalam pembuatan mesin  *Plastic Injection Molding* ada beberapa perumusan masalah sebagai berikut:

- a Bagaimana metode pembuatan yang dipakai ?
- b Analisis biaya pembuatan mesin  *Plastic Injection Molding*
- c Bagaimana agar mesin  *Plastic Injection Molding* bekerja dengan semestinya

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir adalah :

- a Bagaimana metode yang dipakai dalam pembuatan mesin  *Plastic Injection Molding* dengan system Pneumatik.
- b Biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan mesin.

- c Mengetahui fungsi pada tiap komponen

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini menyatakan bahwa mesin ini dapat digunakan untuk mendaur ulang limbah berbahan dasar plastik dimana hal ini dapat dilakukan untuk membantu proses daur ulang limbah dan mengurangi efek negatif yang ditimbulkan akibat penceraan limbah plastik terhadap lingkungan.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari hasil pembuatan mesin *Plastic Injection Molding* adalah :

- a. Penulis dapat memperoleh hasil produksi dari mesin *Plastic Injection Molding* yang lebih efektif dan lebih efisien.
- b. Mesin dapat digunakan untuk mengurangi polusi limbah plastik dengan mengolah menjadi produk yang memiliki nilai jual.
- c. Dapat digunakan oleh masyarakat sebagai alat untuk menghasilkan produk baru yang bernilai ekonomis.
- d. Dapat menambah wawasan mengenai mesin *plastic injection molding* dengan sistem pneumatik dan kegunaannya dalam dunia industri pemesinan

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

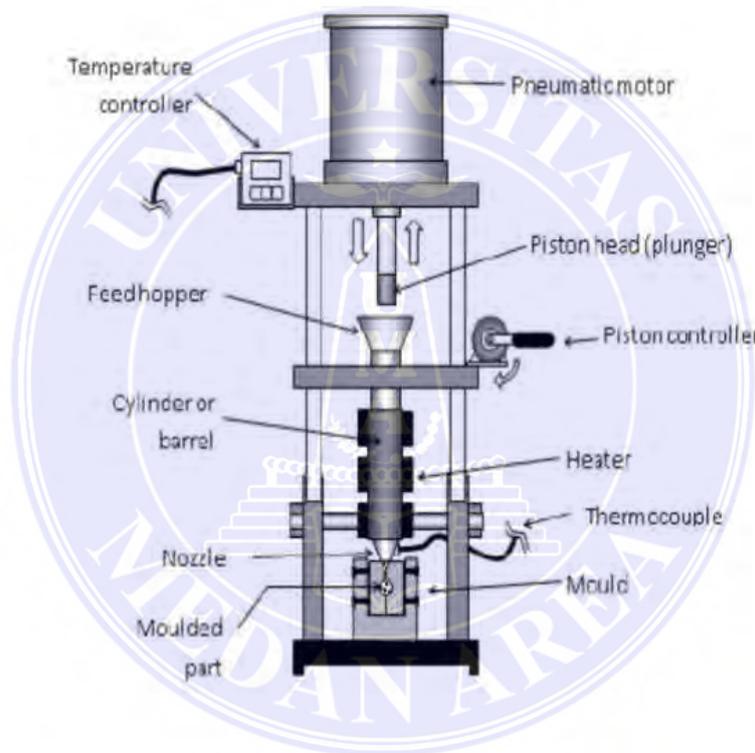
#### 2.1. *Injection Molding*

*Injecition Molding* merupakan tahap pembuatan plastik dimana cara kerjanya seperti pada penggunaan jarum suntik, yaitu lelehan plastik yang telah dilebur pada pemanas selanjutnya disuntikkan/diinjeksikan pada cetakan/wadah yang tertutup rapat kemudian dipanaskan sehingga meleleh dan mencair, *injection* yaitu plastik yang sudah cair akan diinjeksikan/dimasukkan kedalam cetakan yang tertutup rapat dan lelehan plastic akan memenuhi seluruh ruangan cetakan sesuai bentuk produk yang dikehendaki. *Cooling* adalah proses mendinginkan material plastic dibuka dan tahap *ejection* yaitu tahap ketika cetakan yang berisi plastik dibuka dan mekanisme yang dipakai pada tahap ini yaitu mendorong/menekan plastic yang telah di dinginkan keluar dari cetakan. ( Anggun Angkasa, dkk, 2019).

*Injecion Molding* adalah suatu Teknik atau alat yang digunakan dalam pengolahan limbah plastik yang dimana proses ini yang paling menggunakan sedikit biaya. Oleh sebab itu penulis akan membuat mesin *Injection Molding* yang pada umumnya mesin ini masih banyak yang menggunakan metode manual dan yang akan dibuat adalah mesin *Injection Molding* dengan menggunakan system *Pneumatik* dengan juga dengan mengusung bentuk model *vertical* seperti Gambar 2.1.

Adapun dengan menggunakan mesin *injection molding* model *vertical* memiliki keuntungan antara lain :

- a. Penghematan ruang, menggunakan mesin *injection molding vertical* dapat meminimalisir penggunaan ruang dibandingkan mesin model *horizontal*.
- b. Mesin *injection molding vertical* memungkinkan untuk pencetakan komponen gabungan sisipan atau plastic – logam.
- c. Dislokasi gravitasi dapat dihilangkan karena penyelarasan cetakan mesin model *vertical* didukung dalam mesin *vertical* dengan daya tahan lebih lama.



Gambar 2.1. Mesin *Injection Molding Vertical*

### 2.1.1. Bagian - Bagian Injection Molding

Adapun beberapa bagian/komponen daripada mesin *injection molding vertical* seperti pada Gambar 2.1 diatas antara lain :

a. Kompresor

Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi udara dengan kata lain kompresor adalah penghasil udara mampat. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1 atm).

Dasarnya fungsi dari kompresor ini adalah untuk mengambil udara yang ada diluar atau disekita mesin, kemudian akan diberi tekanan langsung Ketika berada didalam tabung yang selanjutnya akan dialirkan Kembali menjadi sebuah bentuk udara yang bertekanan.



Gambar 2.2. Kompresor

Tabel 2.1. Klasifikasi Kompresor (Sularso Haran Tahara, 2004)

Tipe Kompresor	Kompresor Piston Balas	Kompresor Piston
		Kompresor Diaphragma
	Kompresor gerak putar piston	Kompresor Geser
		Kompresor Poros Sekrup
		Kompresor Roots
	Kompresor Alir	Kompresor alir Radial
Kompresor Alir Aksial		

## b. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik adalah salah satu perangkat mekanis atau akuator yang memanfaatkan udara dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan kekuatan yang menggerakkan piston dengan Gerakan bolak-balik secara linier.(Subhan M,2016).



Gambar 2.3. Silinder Pneumatik

Silinder Pneumatik yang berfungsi sebagai pengubah energi potensial bertekanan yang berasal dari kompresor dan diubah menjadi energi kinetik melalui Gerakan yang dihasilkan.

## c. Solenoid Valve

*Solenoid valve* *Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui *solenoida*, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang masukan dan lubang keluaran. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*.

Lubang pembuangan berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin

keluar yang dihubungkan ke pneumatik, dan lubang pembuangan berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja. *Solenoid valve* adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam fluidics. Tugas dari *solenoid valve* adalah untuk mematikan, *release, dose, distribute* atau *mix fluids*.



Gambar 2.4. *Solenoid Valve*

d. *Hopper*

*Hopper* sendiri adalah tempat penampunan material plastik, sebelum masuk ke *barrel*, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastic, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembapan. Apabila kandungan air terlalu besar dari pada udara maka akan menyebabkan hasil injeksi yang tidak sesuai.



Gambar 2.5. *Hopper*

e. *Barrel*

*Barrel* adalah tempat *Injector* dan selubung yang menjaga aliran plastik  
Ketika di panaskan oleh *Band heater*.



Gambar 2.6. *Barrel*

f. *Heater* atau *Band Heater*

*Band heater* disini juga menjadi komponen alat dalam pembuatan mesin *Injection Moulding*. *Band Heater* ialah sebuah komponen pemanas yang digunakan pada pengolahan plastik yang memiliki bentuk silinder atau tabung, band heater digunakan juga pada pemanas cetakan pada industri pengolahan karet. Pada umumnya diameter standart sebuah band heater yang dipakai industri yaitu  $\varnothing$  25 mm hingga 500 mm. Daya yang digunakan *band heater* mulai 50 hingga 10.000 Watt yang dapat diaplikasikan pada mesin injeksi/ekstruder. *band heater* digunakan sebagai pemanas pada *plastic injection, extrusion barrels, nozzle blow moulders, holding tanks*, dan beberapa permukaan silinder atau pipa. (Anggun Angkasa Bela Persada,2019).



Gambar 2.7. *Band Heater*

g. *Thermocouple*

*Thermocouple* adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi

atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor yang berbeda sehingga menimbulkan efek *thermoelectric*. Pada penggunaanya sensor termokopel membutuhkan sebuah modul sebagai pengolah sinyal. Fungsi dari *thermocouple* sendiri sebagai sensor suhu yang mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam. (Mardiyah Noviyanti, Hufri, 2020).



Gambar 2.8. *Thermocouple type K*

#### h. *Air Filter Regulator*

*Air filter regulator* adalah peralatan yang berfungsi untuk menyaring dan mengatur aliran angin. Alat ini sering digunakan dalam system pneumatic untuk menjaga kualitas udara/angin dan juga untuk mencegah kerusakan pada peralatan pneumatik.



Gambar 2.9. *Air Filter Regulator*

Cara kerja *air filter regulator* sendiri adalah dengan mengumpulkan angin dari luar ruangan dan masuk melewati sebuah penyaring (*filter*). Kemudian angin yang sudah disaring dialihkan ke regulator, yang dimana akan mengatur alirannya agar sesuai dengan tekanan yang diinginkan.

i. *Pneumatic Fitting*

*Pneumatic fitting* berfungsi untuk menghubungkan berbagai elemen dalam system pneumatic, seperti pipa, selang, atau akuator. Ada dua jenis utama dari *pneumatic fitting* antara lain adalah *fitting konektor* dan *fitting adaptor*. *Fitting konektor* digunakan untuk menghubungkan pipa atau selang, sedangkan *fitting adaptor* digunakan untuk menghubungkan komponen lain seperti akuator atau sensor.



Gambar 2.10. *Pneumatic fitting*

j. *Thermostat*

*Thermostat* adalah salah satu jenis sensor kotak yang menggunakan prinsip *electro magnetical*. *Thermostat* pada dasarnya terdiri dari dua jenis logam yang berbeda seperti nikel, tembaga, alumunium. Dari dua jenis logam tersebut kemudian ditempel sehingga membentuk *Bi-Metallic strip*. Bentuk tersebut akan bengkok jika mendapatkan suhu tertentu sehingga dapat memutuskan atau meyambungkan sirkuit (*on/off*).



Gambar 2.11. *Thermostat tipe Rex C100*

k. Panel Listrik



Gambar 2.12. *Control Panel*

Panel listrik adalah suatu susunan peralatan listrik atau komponen listrik yang dirangkai atau disusun sedemikian rupa didalam suatu papan control sehingga saling berkaitan dan membentuk fungsi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Panel listrik sering juga disebut sebagai panel hubung bagi dan kendali atau PHB.

1. *Nozzle*

*Nozzle* sendiri terletak dibagian ujung pada mesin injeksi yang fungsinya sebagai tempat keluarnya filamen plastik.



Gambar 2.13. *Nozzle*

m. *Air Hose* (Selang Angin)

Selang udara adalah berfungsi untuk menyalurkan udara pada bagian komponen komponen pneumatik. (Anhar Khalid dan H. Raihan, 2016)



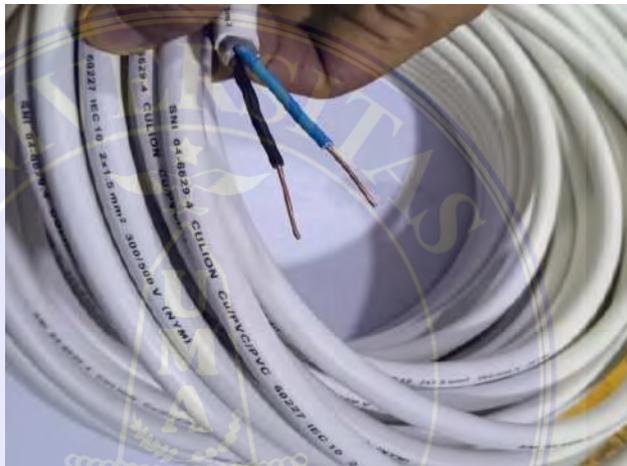
Gambar 2.14. Selang Angin (*Air Hose*)

n. Komponen Elektronik

Adapun komponen elektronik sebagai pendukung dalam pembuatan mesin *Injection Molding Vertical* sebagai berikut

### 1. Kabel Listrik

Kabel listrik adalah sekumpulan kawat (*wire*) yang diikat dan tersekat oleh isolator sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Komponen utama kabel listrik adalah isolator dan konduktor.



Gambar 2.15. Kabel Listrik

### 2. Steker

Steker atau Staker atau sering disebut colokan listrik, karena memang berupa dua buah colokan berbahan logam dan merupakan alat listrik yang berfungsi untuk menghubungkan alat listrik dengan aliran listrik, ditancapkan pada kanal stop kontak sehingga alat listrik tersebut dapat digunakan.



Gambar 2.16. Steker

### 3. *Push Button Switch* (Saklar Tombol Tekan)

*Push button switch* (saklar tombol tekan) adalah suatu perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0).



Gambar 2.17. *Push Botton Switch*

#### 4. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB atau *Miniature Circuit Breaker*, berfungsi untuk memutuskan aliran daya listrik secara otomatis jika daya yang dihantarkan melebihi nilai batasannya. MCB ini bersifat *on/off* dan dapat juga berfungsi sebagai sakelar utama dalam rumah. Jika MCB bargainser ini dalam kondisi *off*, maka seluruh aliran Listrik akan terhenti. Sakelar ini biasanya dimatikan pada saat akan dilakukan perbaikan instalasi listrik.



Gambar 2.18. MCB (*Miniaturer Circuit Breaker*)

### 2.1.2. Proses *Injection Molding*

Untuk memperoleh hasil terbaik dari proses *injection molding plastic* ada beberapa proses yang harus dilakukan antara lain :

- a. *Melt Temperature*, adalah Langkah dimana batas temperature yang berbahan plastik mulai meleleh ketika diberikan energi panas.
- b. *Pressure Limit*, adalah Langkah berikut dimana batas tekanan udara juga perlu diberikan guna menggerakkan piston, yang dimana piston akan menekan bahan plastic yang telah dilelehkan. Saat tekanan terlalu rendah, maka bahan plastik kemungkinan tidak akan keluar atau terinjeksi kedalam cetakan. Tetapi saat tekanan tinggi akan mengakibatkan keluarnya bahan plastic dari dalam cetakan dan hal ini akan berakibat proses produksi menjadi tidak efisien.
- c. *Holding Time*, yang sering juga disebut dengan waktu tahan, dimana saat waktu yang diukur dari saat temperatur leleh yang telah di atur telah tercapai hingga

keseluruhan bahan plastik yang ada didalam tabung pemanas telah benar – benar meleleh semuanya.

- d.  *Holding Pressure* , waktu penekanan dimana durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada piston yang mendorong plastik yang telah leleh. Dalam pengaturan waktu tekan ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa bahan plastic leleh benar – benar mengisi ke seluruh rongga cetak.
- e.  *Injection Rate* , kecepatan injeksi adalah kecepatan lajunya bahan plastic yang telah meleleh keluar dari  *nozzle*  untuk mengisi rongga cetak. Untuk mesin injeksi tertentu kecepatan ini dapat terukur, tetapi mesin injeksi sederhana kadang tidak dilengkapi dengan pengukur kecepatan ini.
- f.  *Wall Thickness* , ketebalan dinding yang berfungsi untuk menyangkut desain secara keseluruhan dari cetakan ( *Molding* ). Yang dimana semakin tebal dinding cetakannya, semakin besar juga kemungkinan untuk terjadinya cacat  *shrinkage* .

## 2.2. Proses Pembuatan

Proses pembuatan diawali dengan mendesain perancangan atau pemilihan bahan mentah yang dimana dari bahan mentah menjadi bahan yang mempunyai nilai tambah. Dalam proses pembuatan ini juga dibagi dalam dua operasi, yang dimana dua operasi itu adalah :

- a.  *Processing Operation* , dimana merubah bahan mentah menjadi bahan yang akan diinginkan sehingga memiliki nilai tambah dengan mengubah geometri, atau juga penampilan benda.
- b.  *Assembly Operation* , operasi atau proses ini adalah untuk menggabungkan

dua komponen atau lebih menjadi satu kesatuan.

### 2.2.1 Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)

Pengelasan adalah salah satu metode yang membantu penulis dalam membuat mesin *Injection Molding*, dimana pengelasan ini telah dipelajari saat menjalani masa perkuliahan.

*Shield Metal Arc Welding* (SMAW) adalah sebuah proses pengelasan yang menyambung dua komponen atau lebih yang berbahan dasar logam dan lainnya, dengan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan benda kerja yang ingin disambung. Ketika bagian yang terkena busur listrik tersebut dapat mencair pada ujungnya merambat terus sampai habis, lalu logam cair dari elektroda dan dari Sebagian benda kerja yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang ingin disambung dan kemudian akan mengeras dan menyambung kedua benda kerja tersebut. (Haura Muthia Munawar, dkk. 2023).

Adapun ukuran diameter elektroda sangat berpengaruh terhadap arus yang diijinkan dan tebal plat yang akan dilas. Pada Tabel 2.2 dapat ditentukan elektroda yang akan dipakai sesuai dengan plat yang akan dilas.

Tabel 2.2. Diameter elektroda terhadap arus listrik dan tebal plat yang dipakai.

(Aan Ardian 2011)

No	Tebal Plat		Arus Ampere	Diameter Elektroda	
	mm	Swg		mm	Inch
1	1,62	16	40-60	1,6	1/16
2	2,03	14	60-80	2,4	3/32
3	2,64	12	100	3,2	1/8
4	3,18	1/8"	125	3,2	1/8
5	3,25	10	125	3,2	1/8

6	4,06	8	160	4,8	3/16
7	4,76	3/16"	190	4,8	3/16
8	4,88	6	190	4,8	3/16
9	5,89	4	203	6,4	¼
10	6,35	¼'	250	6,4	¼
11	7,01	2	275-300	7,9	5/16
12	8,23	0	300-400	7,9	5/16
13	8,84	00	400-600	8,5	3/8

Adapun dalam pengelasan SMAW terdapat sambungan las antara lain :

a. Sambungan tumpul

Sambungan tumpul adalah sambungan yang paling efisien. Sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian.

b. Sambungan tumpang

Sambungan jenis ini dibagi dalam dua jenis seperti pada gambar. Karena sambungan ini efisiensinya rendah maka jarang sekali digunakan untuk pelaksanaan penyambungan konstruksi utama. Sambungan tumpang biasanya dilaksanakan dengan las sudut dan las isi.

c. Sambungan T

Pada sambungan bentuk T, secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu jenis las dengan alur dan jenis las sudut. Dalam pelaksanaan pengelasan mungkin sekali ada bagian batang yang menghalangi yang 18 dalam hal ini dapat diatasi dengan memperbesar sudut alur. Hal-hal yang dijelaskan untuk sambungan tumpul di atas, berlaku juga untuk sambungan jenis ini.

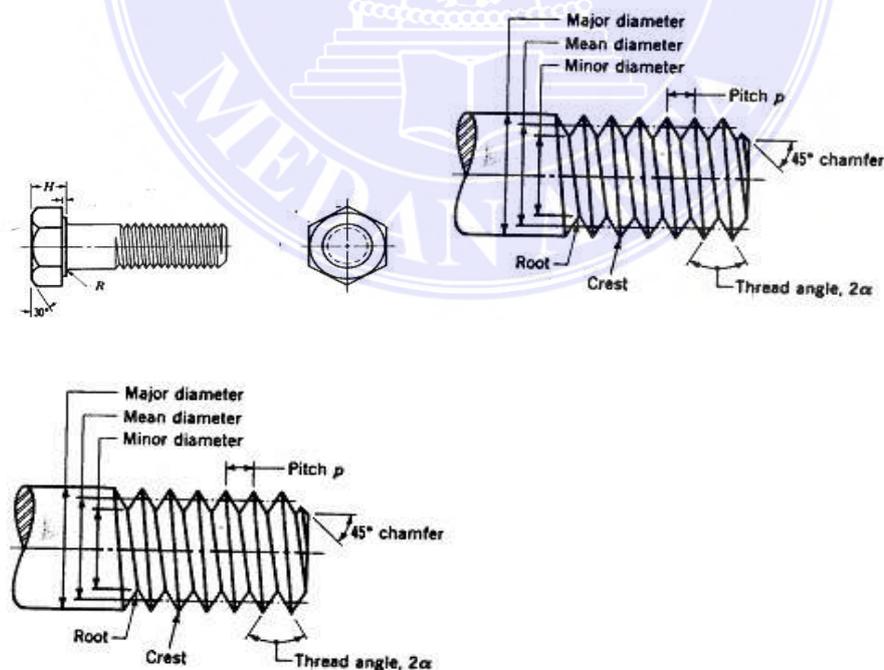
d. Sambungan sudut

Dalam sambungan ini terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat

menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak seperti pada gambar di bawah ini. Bila pengelasan dalam tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruang maka pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau pengelasan dengan pelat pembantu.

### 2.2.2 Sambungan Baut dan Mur

Baut dan Mur adalah salah satu sambungan yang tidak tetap, artinya sambungan tersebut dapat dipasang dan dilepas tanpa merusak konstruksi. Baut dan mur adalah sambungan yang relatif murah serta banyak sekali penggunaannya. Ulir yang ada pada sambungan baut dan mur terbentuk dari suatu alur yang diputar pada permukaan silinder dengan kemiringan tertentu. Dilihat dari Gambar 2.14 adalah bagian dari sambungan baut. (Elvira wahyu Arum fanani,2017)



Gambar 2.19. Sambungan Baut dan Mur (Elvira Wahyu Arum, 2017)

Berikut adalah tabel tentang ukuran-ukuran baut.

Tabel 2.3. Data ukuran baut (Taufik Kurahman, Dkk, 2018).

No	Diameter (MM)	Panjang Baut (MM)	Pitch (MM)
1	3	10	1
2	3	20	1
3	3	30	1
4	3	40	1
5	3	50	1
6	12	40	1.25
7	12	45	1.25
8	12	50	1.25
9	14	30	1.25
10	14	50	1.25
11	16	15	1.25
12	16	20	1.25
13	13	5	1.25
14	13	25	1.25
15	8	40	1
16	8	35	1
17	8	35	1
18	10	20	1
19	10	15	1
20	10	15	1

Adapun dalam rumus dalam menentukan tahanan tarik pada baut :

(Sularso,2004)

$$\sigma t = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$\sigma t$  = Tegangan Tarik ( N/cm )

F = Beban yang diterima ( N )

A = Luas penampang baut (cm<sup>2</sup>)

$\pi$  = 3,14

Berikutnya adalah rumus untuk hitungan jumlah ulir : (Sularso,2004)

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot D_2 \cdot H_1 \cdot \tau \alpha} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

Z = Jumlah Ulir

D2 = Diameter luar (cm)

H1 = Tinggi

$\tau \alpha$  = Tegangan Permukaan (N/m)

$\pi$  = 3,14

Rumus dalam menghitung tegangan geser ulir pada mur : (Sularso,2004)

$$\tau g = \frac{W}{\pi \cdot D_1 \cdot k \cdot p \cdot z} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$\tau g$  = Tegangan geser (N/m<sup>2</sup>)

D1 = Diameter dalam (cm)

k = Ulir metris (mm)

p = Jarak bagi

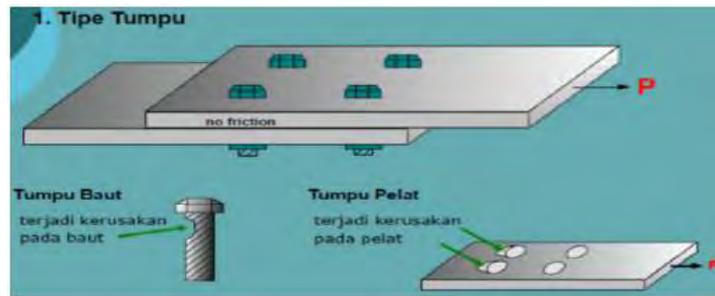
z = Jumlah Ulir

Ada beberapa jenis sambungan dalam sambungan baut dan mur, antara lain :

- a. Sambungan tipe tumpu

Pada Gambar 2.15 model ini menggunakan sambungan yang menggunakan baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan gaya Tarik minimum yang diisyaratkan, yang kuat rencananya disalurkan oleh gaya geser pada baut

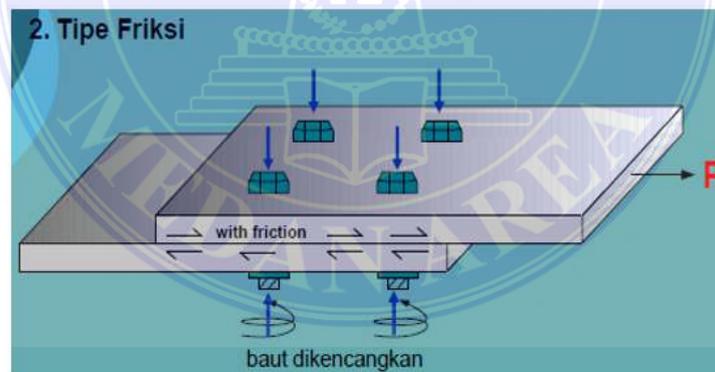
dan tumpuan ke bagian yang disambungkan.



Gambar 2.20. Sambungan Tipe Tumpu

b. Sambungan tipe friksi

Pada Gambar 2.16 sambungan ini menggunakan baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan gaya Tarik minimum yang diisyaratkan, sehingga gaya geser rencana disalurkan melalui jepitan didalam bidang kontak dan gesekan yang ditimbulkan antara bidang kontak.



Gambar 2.21. Sambungan Tipe Friksi

Menggunakannya sambungan baut dan mur ada juga kelebihan dan kekurangannya, antara lain :

a. Kelebihan

- 1) Kontruksi mudah dibongkar.

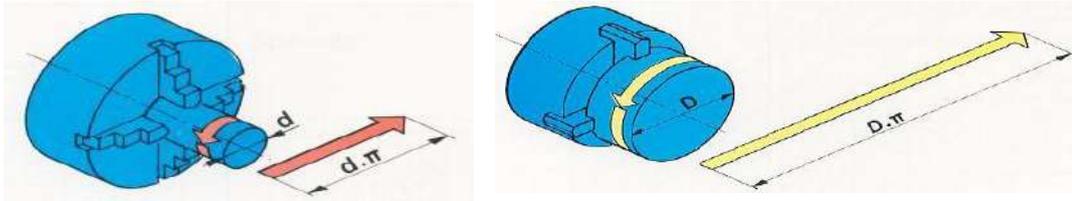
- 2) Sambungan lebih muda dipasang saat pembuatan konstruksi.
  - 3) Sambungan dapat diaplikasikan untuk pembuatan konstruksi bangunan yang bersifat berat serta beban tertukar
  - 4) Sambungan dapat menyambung konstruksi dengan tebal baja 4d.
- b. Kekurangan
- 1) Ikatan yang terbentuk antara mur dengan baut kelamaan akan melonggar.
  - 2) Sambungan mur harus dirawat terus menerus agar tidak mengalami kerusakan.
  - 3) Ketika ada salah satu mur atau baut mengalami kerusakan, maka proses pembongkaran akan sulit.

### 2.2.3 Proses Pembubutan

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata dengan benda kerja yang berputar, dengan satu pahat bermata potong Tunggal (*with a single – pointcutting tool*), dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja. ( Jaya Alamsyah, dkk 2021 ).

Tiga Parameter utama pada proses bubut dikategorikan menjadi kecepatan putar spindel (sumbu utama), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Kecepatan putar selau dihubungkan dengan spindel (sumbu utama) dan benda kerja, karena kecepatan putar dieskpresikan sebagai putaran per menit (*revolution per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses pemotongan ini adalah

kecepatan potong (*cutting speed* atau  $V$ ) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22. Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran

Kecepatan potong. (Arya Rudi Nasution, dkk, 2021).

$$V = \frac{\pi dn}{1000} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$V$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = Diameter benda kerja (mm)

$n$  = Putaran benda kerja (putaran/menit)

Kecepatan makan. (Arya Rudi Nasution, dkk, 2021)

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang sangatlah halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (*operator*) dan faktor - faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya.

Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan

yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam *metrology* yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian.

Tingkat kehalusan suatu permukaan memang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya.

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmetis Ra juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N1 sampai N12. Besarnya toleransi untuk Ra biasanya diambil antara 50% keatas dan 25% ke bawah. Gambar 2.23 menunjukkan tabel harga kekasaran rata-rata beserta toleransinya.

Tabel 2.4. Toleransi Nilai Kekasaran

Kelas Kekasaran	Harga C.L.A	Harga Ra	Toleransi
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04
N2	2	0.05	0.04 – 0.08
N3	4	0.0	0.08 – 0.15
N4	8	0.2	0.15 – 0.3
N5	16	0.4	0.3 – 0.6
N6	32	0.8	0.6 – 1.2
N7	63	1.6	1.2 – 2.4
N8	125	3.2	2.4 – 4.8
N9	250	6.3	4.8 – 9.6
N10	500	12.5	9.6 – 18.75
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0

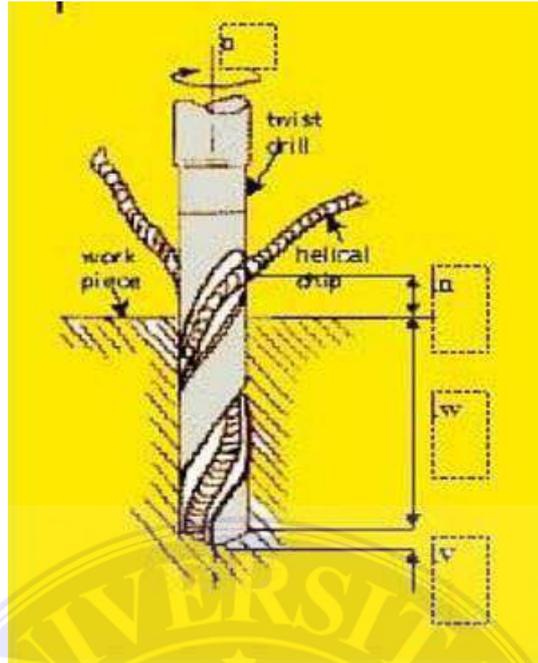
Tabel 2.5. Tingkat kekasaran rata – rata permukaan menurut proses pengerjaan

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1 – N4	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamond Turning</i>	N1 – N6	0.0025 – 0.8
<i>Flat cylindrical turning, milling and reaming</i>	N1 – N8	0.025 – 3.2
<i>Drilling</i>	N4 – N8	0.1 – 3.2
<i>Shapping, Planning, Horizontal Milling Sandcasting and forging</i>	N5 – N12	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	N7 - N10	1.6 – 12.5
<i>Shapping, Planning, Horizontal milling</i>	N6 – N12	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10 – N11	12.5 25.0
<i>Extruding, Cold Rolling,</i>	N6 – N8	0.8 – 3.2
<i>Drawing Die Casting</i>	N6 – N7	0.8 – 1.6

#### 2.2.4 Proses Pelubangan

Proses gurdi adalah Proses pemesinan yang paling sederhana dan biasanya ada disetiap *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses yang membuat lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*).

Sedangkan proses bor atau (*boring*) adalah proses guna memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan mata bor yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin *frais*, atau mesin bor. Seperti pada gambar dibawah terdapat contoh Gambar 2. 23 dibawah ini.



Gambar 2.23. Skema Proses Gurdi atau *Drilling* (Widarto,2008)

Dimana untuk mencari putaran pada gurdi antara lain

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (2.6)$$

n = Putaran (RPM)

v<sub>c</sub> = Kecepatan Bor Terhadap Bahan Kerja

d = Diameter Mata Bor

### 2.3. Plastik

Plastik adalah polimer yang banyak dimanfaatkan pada kehidupan sekarang ini karena memiliki kelebihan seperti sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, dapat didaur ulang dan tahan korosi. Berbeda dengan material logam walaupun dapat dibentuk dan didaur ulang sifatnya cenderung berat dan tidak tahan korosi. (M. Anwar Fathoni, Dkk,2015).

Sampah seperti botol plastic merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan

dari kehidupan manusia. Plastik PET yang memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, transparan, bersifat tidak beracun, dan tidak terpengaruh pada rasa dan permeabilitas yang dapat diabaikan untuk karbon dioksida. Plastic jenis PET ini memiliki keuatan Tarik dan juga kekuatan *impact* yang sangat baik, begitu juga dengan ketahanan kimia, *clarity*, *processability*, kemampuan warna dan stabilitas termalnya. (Irvan Okatama, 2016).



Gambar 2.24. Jenis Plastik PET

Tabel 2.6. Temperatur transisi dan Titik lebur plastic ( Budiantoro, 2010 )

Jenis Bahan	Tm ( °C )	Tg ( °C )	Temperatur kerja maks (°C)
PET	250	70	100

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Penelitian

##### 3.1.1 Waktu

Waktu yang direncanakan untuk pembuatan mesin *Injection Molding Vertical* membutuhkan waktu kurang lebih 7 bulan, dimulai dari pengajuan judul sampai kepada siding tugas akhir seperti yang terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

No	Kegiatan	2023 – 2024										
		Desember				Januari						
		1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Pengumpulan bahan atau material pembuatan mesin <i>Injection Molding Vertical</i>			■								
2	Proses Pemotongan material			■								
3	Proses Pembubutan				■							
4	Proses pengelasan material					■						
5	Proses <i>Assembling</i>						■					
6	Pengujian Mesin <i>Injection Molding Vertical</i>							■				

##### 3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat Penelitian atau proses pembuatan mesin plastik *Injection Molding Vertical* akan dilakukan di bengkel bubut Sudarman, Jl. Mangan VII, Pasar III, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara.

### 3.1 Bahan dan Alat

#### 3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan mesin *Injection Moulding* adalah sebagai berikut :

a. Mesin Bubut

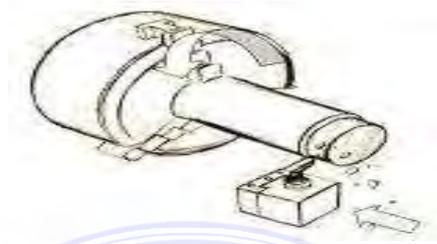
Mesin bubut adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk proses pemotongan benda kerja yang dilakukan dengan membuat sayatan pada benda kerja dimana mata pahat digerakkan secara sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar.



Gambar 3.1. Mesin bubut LA.

Mesin bubut memiliki prinsip kerja yaitu menghilangkan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu dimana benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara sejajar dengan sumbu putar benda kerja. Gerakan putar

dari benda kerja ini disebut dengan gerak potong relative dan Gerakan translasi dari pahat disebut gerak makan (*feeding*). ( Yofianus Limbong Kelen, A. Muhammad Idkhan, Badaruddin Anwar, 2020).



Gambar 3.2. Gerak makan ( *feeding* )

b. Las listrik/SMAW

Las listrik merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga tenaga listrik sebagai sumber panas dan elektroda sebagai bahan tambahannya. Pengelasan dengan las listrik menggunakan SMAW ( *Shielded Metal Arc Welding* ) banyak digunakan, karena metode las ini menghasilkan sambungan yang kuat dan juga mudah untuk digunakan.

Mesin las SMAW berdasarkan tegangan arusnya dibedakan menjadi tiga macam :

- 1) Mesin las arus searah atau *direct Current* (DC),
- 2) Mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC),
- 3) Mesin las arus ganda adalah mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan arus bolak balik (AC). (Fenoria Putri,2010).

Penggunaan besaran arus untuk pengelasan tergantung dari jenis kawat las, kekuatan hasil pengelasan dapat dipengaruhi oleh besar arus, kecepatan pengelasan

serta jarak. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam/besi menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las.

Dalam pemilihan elektroda juga dapat dikategorikan antara lain :

- 1) Sifat daripada bahan yang akan dilas,
- 2) Posisi pengelasan,
- 3) Tipe sambungan,
- 4) Jumlah pengelasan,
- 5) Kerapatan sambungan pengelasan,
- 6) Jenis arus yang akan dipakai.

Tabel 3.2. Spesifikasi besar arus menurut tipe elektroda (Fenoria Putri,2010)

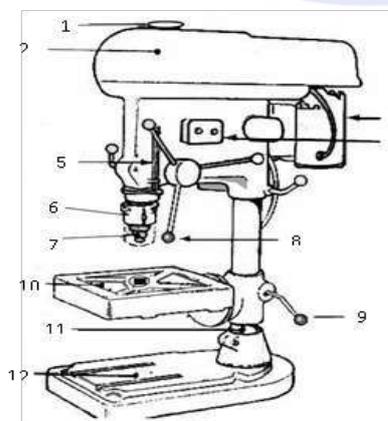
No	Diameter elektroda (mm)	Tipe Elektroda dan Besarnya Arus ( Ampere)					
		E6010	E6013	E6014	E7018	E7024	E7028
1	2,0	-	30-80	80-110	70-100	-	-
2	2,6	-	70-110	110-160	110-160	-	-
3	3,2	80-120	80-140	140-180	120-170	140-190	140-190
4	4	120-160	120-190	140-210	150-220	180-250	180-250
5	5,0	150-200	200-275	200-275	200-275	230-305	230-305
6	6,3	-	330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
7	8	-	-	390-500	375-475	-	-



Gambar 3.3. Mesin Las listrik (SMAW).

c. Mesin Bor

Mesin bor adalah salah satu jenis mesin perkakas, jenis mesin gerakanya untuk memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut. Sedangkan pengeboran adalah proses untuk menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut dengan bor. ( Marthina Mini, 2016)



Keterangan;

1. Kunci Tutup
2. Tutup
3. motor
4. Stater
5. Pengukur Kedalaman
6. Pelindung Penjepit
7. Penjepit
8. Tuas Pengisi/Tuas Kedudukan
9. Tuas Penyetel/Tuas Pengunci
10. Meja
11. ...
12. ...

Gambar 3.4. Mesin Bor duduk

Jenis-jenis mesin bor dapat dikategorikan menjadi beberapa ragam, antara lain :

- 1) Mesin bor meja,
- 2) Mesin bor tangan
- 3) Mesin bor radial
- 4) Dan mesin bor Tegak ( *Vertical Drilling Machine*).

Tabel 3.3. Jenis diameter Bor dan Ukuran Peluasan ( Marthina Mini, 2016)

No	Diameter Bor	Ukuran Peluasan
1	1,5 – 3 mm	0,13 – 0,20
2	3 – 6 mm	0,15 – 0,28
3	6 – 12,5 mm	0,25 – 0,38
4	12,5 – 25 mm	0,25 – 0,50
5	25 – 38 mm	0,38 – 0,65

#### d. Mesin Gerinda

Mesin gerinda merupakan alat perkakas yang digunakan dalam proses produksi, terutama dalam pembuatan mesin *injection molding*, prinsip dari mesin perkakas ini adalah batu gerinda atau mata gerinda berputar dengan poros lalu bergesekan dengan benda kerja yang digunakan untuk mengikis suatu benda kerja.

Batu atau mata gerinda sendiri memiliki fungsi yang beragam, berikut adalah fungsi dari beberapa jenis mata gerinda, yaitu :

- 1) *Diamond Grinding wheels*, digunakan untuk menggerinda batu permata dll,
- 2) *Flat Wheels*, digunakan untuk memotong bahan-bahan yang terbuat dari logam maupun non logam. Terlebih kegunaan utama mata ini untuk memotong maupun mengasah.
- 3) *Dish Griding Wheels*, digunaka untuk mengikis keramik,

- 4) *Blade Diamond Wheels*, Digunakan untuk menggerinda batu. (Wahyu Kurniawan, Andi Saidah, 2019)



Gambar 3.5. Gerinda tangan

e. Kunci Pas Ring

Kunci pas ring sering disebut juga sebagai combination wrench karena memiliki 2 ujung dan fungsi yang berbeda dalam satu alat. Combination wrench ini bentuknya berupa gabungan antara kunci pas dan ring yang keduanya memiliki ukuran sama.

Manfaat utama dari kunci pas ring, yaitu untuk mengendurkan dan mengencangkan baut atau mur dengan posisi berbeda. Ukuran kunci kombinasi sendiri bervariasi, yaitu mulai dari 6 hingga 32 mm dengan *offset* 15 derajat dari tangkainya. Kedua ujungnya memiliki ukuran yang sama, misalnya baik ring atau pas mempunyai lebar 10 mm.



Gambar 3.6. Kunci Pas Ring

f. Ragum

Ragum merupakan alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja pada saat waktu pengerjaan proses pembuatan alat seperti saat memotong, memahat, dan pengerjaan yang membutuhkan ragum sebagai penjepit benda kerja.



Gambar 3.7. Ragum

g. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui Panjang, diameter luar maupun diameter dalam pada benda tertentu. Jangka sorong sendiri adalah alat ukur yang memiliki tingkat ketelitian yang sangat kecil, skala terkecil yang dapat diukur oleh jangka sorong adalah 0,01 cm atau 0,1 mm.



Gambar 3.8. Jangka Sorong

i. *Waterpass*

*Waterpass* adalah salah satu alat yang digunakan guna membantu proses pembuatan mesin *injection molding*. *Waterpass* juga memiliki pengertian untuk menentukan apakah suatu permukaan pada plat yang akan dipasang sejajar secara *vertical* maupun *horizontal*.



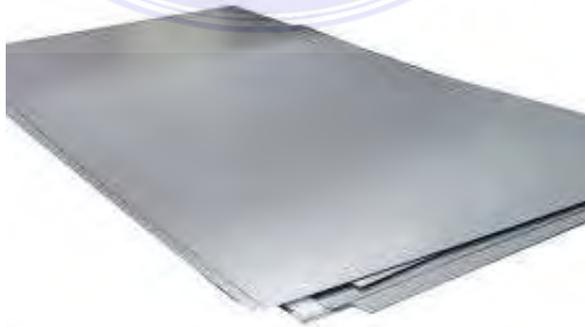
Gambar 3.9. *Waterpass*

### 3.2.2 Bahan

Adapun bahan – bahan pendukung guna membantu proses pembuatan mesin *injection molding vertical*.

#### a. Plat Besi

Pelat besi merupakan besi jenis pelat dengan berbentuk lembaran yang memiliki permukaan rata. Pelat besi digunakan sebagai dudukan berbagai komponen seperti dudukan silinder *pneumatic*, *hopper*, vetakan dan lainnya.



Gambar 3.10. Lembaran Plat Besi

b. Pipa *Stainless Steel*

Pipa *stainless steel* digunakan pada pembuatan mesin *injection molding*, jenis yang digunakan menggunakan model *Stainless 304*. *Stainless steel 304* yang dipilih dikarenakan memiliki ketahanan terhadap suhu panas antara 400 - 900 °C.



Gambar 3.11. Pipa *Stainless Steel*

c. Silinder Kuningan Pejal

Silinder kuningan pejal merupakan salah satu logam paduan yang terbuat dari campuran antara tembaga (CU) dengan seng (ZN) yang dimana memiliki karakteristik sebagai salah satu penghantar panas yang baik. Didalam pembuatan mesin *injection molding* ini silinder kuningan digunakan sebagai bahan untuk pembuatan *nozzle*.



Gambar 3.12. Kuningan Pejal

d. Kuningan Pejal

Kuningan sendiri merupakan paduan antara logam tembaga dengan logam seng dengan kadar tembaga antara 60-90%. Pipa kuningan ini adalah komponen yang dapat diklasifikasikan sebagai paduan tembaga kuningan yang sangat mudah dibentuk dan memiliki karakteristik sebagai penghantar panas yang baik serta memiliki ketahanan terhadap korosi. Pada proses pembuatan mesin *injection molding* pipa kuningan digunakan untuk membuat *nozzle* pada mesin.



Gambar 3.13. Kuningan Pejal

e. Baut dan Mur

Baut dan mur adalah pasangan yang memiliki fungsi utama untuk menyambungkan dua benda atau lebih. Tipe sambungan yang digunakan adalah sambungan tidak tetap yang artinya sambungan tersebut dapat dilepas kembali tanpa harus merusak sambungan kedua benda. Pada mesin ini baut dan mur digunakan untuk menghubungkan beberapa bagian dari mesin.



Gambar 3.14. Baut

f. Plastik PET

Bahan yang akan diuji dalam pembuatan mesin *Injection Molding* ialah plastik berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang sudah di cacah. Plastik ini hanya digunakan sebagai specimen dalam pengujian mesin *injection molding*.



Gambar 3.15. Plastic PET yang sudah di cacah

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian pembuatan mesin *Injection Molding* adalah sebagai berikut :

#### 3.3.1 Studi literatur

Studi literatur bertujuan guna mengumpulkan data – data teori, informasi, serta sebagai acuan yang bersinggungan dengan permasalahan yang akan dibahas. Hal ini dilakukan guna mencari dasar teori melalui jurnal, buku, karya ilmiah serta internet yang membantu penulis untuk melakukan pembuatan mesin *Injection moulding*.

### 3.3.2 Observasi Lapangan

Observasi atau studi lapangan merupakan salah satu Teknik yang membantu penulis dalam pengambilan data yang akan dilakukan dengan cara survei langsung kelapangan untuk mendapatkan informasi serta data-data yang menyangkut pada pembuatan mesin *Injection Molding Vertical*.

### 3.3.3 Pembuatan Mesin

Merupakan proses utama dalam melakukan rancang bangun mesin *injection molding*. Tahapan ini terdiri dari beberapa proses fabrikasi seperti bubut, *milling*, *cutting*, dan las. Proses fabrikasi dilakukan dengan mengacu pada desain yang sudah dibuat sebelumnya. Selain proses fabrikasi juga terdapat proses *assembling* yang merupakan proses perakitan komponen-komponen akan digunakan. Pembuatan alat plastik *injection* dilakukan di perbengkelan *molding* bubut merbabu. Setelah proses *assembling* selesai, mesin akan dicoba untuk dilakukan *running test*. Hal ini berfungsi untuk memastikan bahwa alat plastik *injection molding* yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan awal.

## 3.4 Populasi dan Sampel

Pada pembuatan mesin ini mempunyai populasi yang akan dibahas yaitu merealisasikan sebuah rancangan mesin *injection molding vertical* menjadi mesin yang dapat digunakan, dengan batasan sampel yang akan digunakan dalam proses penelitian yaitu cara kerja mesin menggunakan system *Pneumatic*. Dengan bahan pengujian yaitu menggunakan plastic PET yang diperoleh dari limbah botol plastik

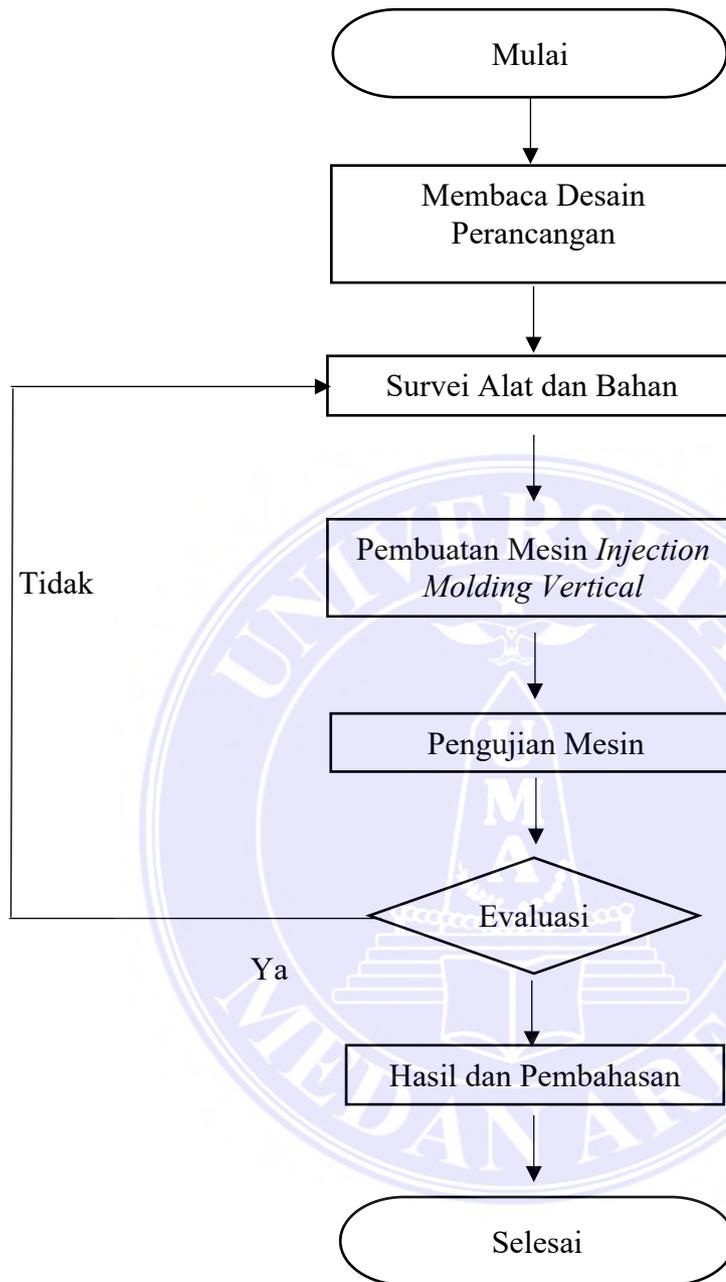
yang telah dicacah.

### 3.5 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam pembuatan mesin *Plastic injection molding vertical* ini adalah :

- a. Menyiapkan data-data maupun informasi mengenai cara pembuatan mesin yang telah dicari sebelumnya.
- b. Menyiapkan bahan-bahan seperti apa yang sudah dirancangan.
- c. Mulai mengolah bahan yang telah disiapkan sesuai dengan dimensi seperti yang telah dirancang.
- d. Memulai proses pemotongan benda kerja seperti plat besi dan yang lainnya.
- e. Setelah proses pemotongan masuk kepada proses pengelasan.
- f. Setelah rangkaian proses kerja dilakukan masuk kepada proses *Assembling*, dimana benda yang sudah melalui proses tadi disatukan menjadi sebuah mesin, mulai dari sasis dan yang lainnya.
- g. Menjalankan atau mengoperasikan mesin dengan harapan mesin yang telah dibuat sesuai dengan rancangan dapat beroperasi dengan semestinya.

### 3.5.1 Diagram Alir Pembuatan Mesin *Injection Molding Vertical*



Gambar 3.16. Diagram Alir Pembuatan mesin *Injection Molding Vertical*

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Kesimpulan dari pembuatan mesin *Injection Molding Vertical* adalah

- a. Berdasarkan dari proses pembuatan mesin *Injection Molding* adalah menggunakan metode *Machining*, *Joining*, dan *Finishing*. Alasan penulis memakai metode tersebut adalah dinilai lebih efisien. Pada proses *Machining* terdapat proses pembubutan, pemotongan, dan pelubangan. Pada proses *Joining* terdapat pengelasan, dan penyambungan baut. Dan pada proses *Finishing* terdapat proses pengecatan.
- b. Biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan ini sebesar Rp 15.422.000 dimana biaya ini dihitung mulai dari pembelian *online* maupun *offline*.
- c. Pengujian mesin yang telah selesai dibuat dengan menggunakan metode pembuatan yang telah dipilih dan sesuai dengan desain perancangan berhasil diuji dan bekerja dengan target volume 300 Cm<sup>3</sup>.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pembuatan mesin *Injection Molding Vertical* saran yang bisa disampaikan berupa mesin yang telah dibuat oleh penulis dapat dikembangkan lagi seperti volumenya dan material yang digunakan dapat di optimalkan Kembali karena penulis yakin mesin *Injection Molding Plastic Vertical* ini mempunyai potensi yang besar dalam bidang industrial menengah kebawah maupun menengah keatas.

## DAFTAR PUSTAKA

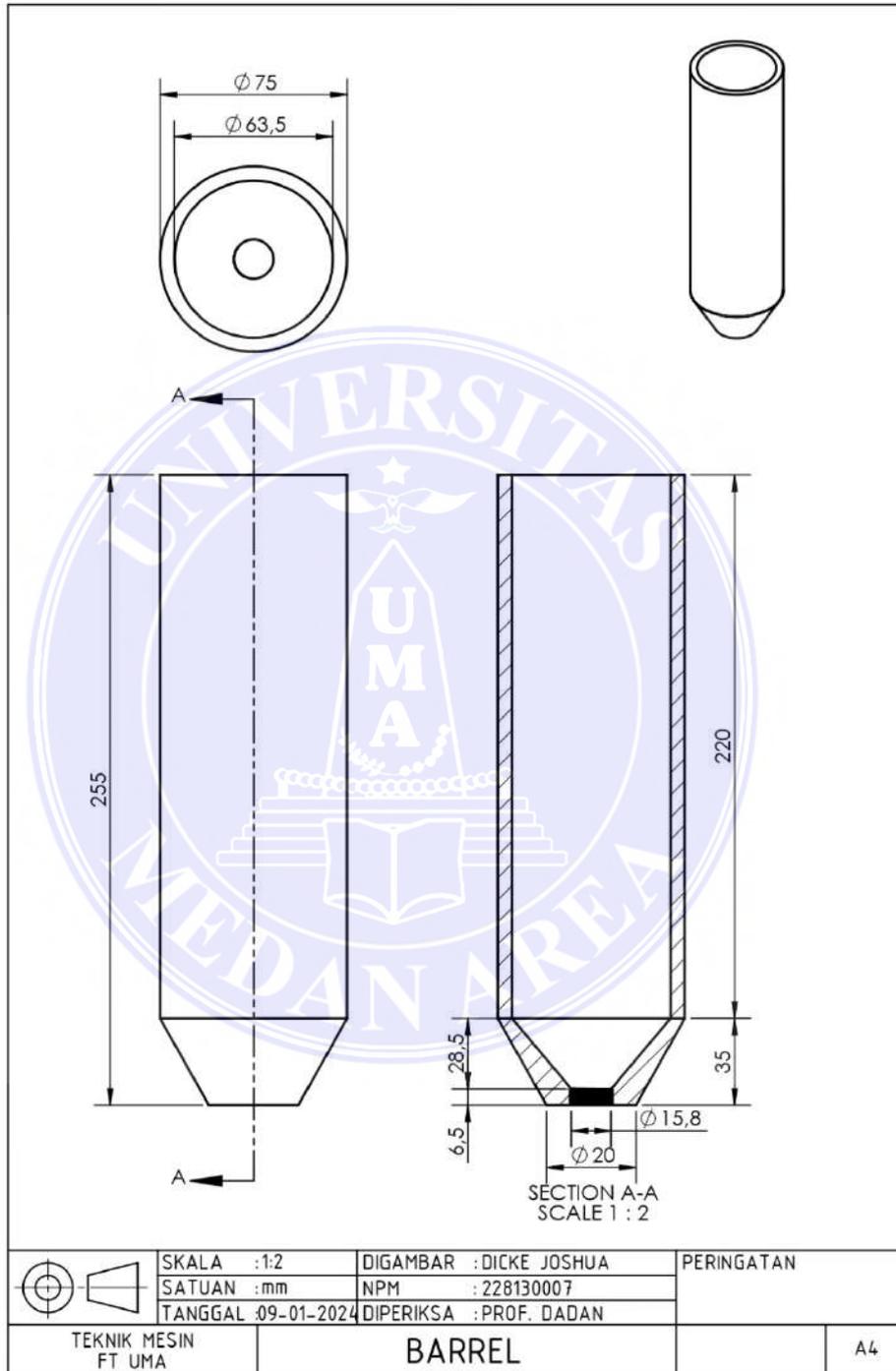
- Ahmad Zubair Sultan, Muh. Arsyad Suyuti, Muh. Devo Alfara, Muh. Asrul Adhani Yunus dan Mujahid Ikhlasul Amal, 2021 “Rancangan Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Sistem Penekan Pneumatik”. *Sinergi* 2021 19 (2) : 245.
- Anggun Angkasa Bela Persada, Adhiela Noer Syaif, Zulkifli, 2019 “Perancangan Rangkaian Sistem Pemanas pada Plastik *Injection Molding*”. *Jurnal Teknik Mesin* 2019 8 (2) : 158.
- Anhar Khalid, H. Raihan, 2016 “Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik Untuk Pemindah Barang”. *Jurnal INTEKA*, 16 (1), 2016.
- Arya Rudi Nasution, Wawan Septiawan Damanik, Affandi, 2021 “Analisa Gaya Potong Pada Proses Pemesinan Turning Menggunakan Bahan Politetrafluoroetilena (PTFE)”.
- Edi Tri Astuti, Ersam Mahendrawan, Ihat Solihat, Eko Hari Sutopo, Agustina Diah Setyowati, 2021 “Pelatihan Pembacaan Alat Ukur Dimensi Jangka Sorong dan Mikrometer Skrup untuk Pngukuran Teknik” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1 (2) : 7
- Elvira wahyu Arum fanani, 2017 “Makalah Elemen Mesin 1”. Universitas sebelas maret, 2017.
- Fenoria Putri, 2010 “Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah dengan Elektroda 6013”. *Jurnal Student* 2010, 2 (2)
- Haura Muthia Munawar, Iwan Nugraha Gusniar, Rizal Hanafi, 2023 “Pengaruh jenis Elektroda Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur *Micro*”. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 11 (1).
- Irvan Okatama, 2016 “Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis *Polyethylene Terphthalate* (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik”. *Jurnal Teknik Mesin* 05 (3) :109
- Irwan Yulianto, Rispianda, Hendro Prassetiyo, 2014 “Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses *Injection Molding*.”. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 3(2) : 141
- Jatmiko Wahyudi, Hermain Teguh Prayitno, Arieanti Dwi Astuti, 2018 “Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif.” *Jurnal Litbang* 14 (1) : 60.
- Jaya Alamsyah, Asman Ala dan Markus Yando, 2021 “Pelatihan Dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Tentang Teknik Membubut Dalam Rangka Meningkatkan Keterampilan Bagi Masyarakat Nelayan Kelurahan Marunda Di Lingkungan Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran” *Jurnal Karya Abdi* 2021 5(2) : 239.
- M. Anwar Fathoni, Bambang Waluyo F, Joko Sedyono, 2015 “Analisa Pengaruh Parameter Tekanan Terhadap Cacat Warpaga dari Produk *Injection Molding* Berbahan *Polyproylene*”.
- Mardiyah Noviyanti, Hufri, 2020 “Rancang Bangun Set Eksperimen Kalorimeter Digital dengan Pengindra Seonsor Termokopel dan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduio Uno”. *Pillar of Physics* 13.
- Marthina Mini, 2016 “Perencanaan Mesin Bor Meja Skala Praktikum” Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumian Universitas Sains dan Teknologi Jayapura.

- Subhan M, Satmoko, 2016 “Penentua Dimensi dan Spesifikasi Silinder Pneumatik untuk Pergerakan Tote Iradirator Gamma Multiguna” *Jurnal Perangkat Nuklir* 10 (02)
- Sularso, 2004 “Elemen Mesin”. Pradnya Paramita. Jakarta
- Wahyu Kurniawan, Andi Saidah, 2019 “Rancang Bangun Mesin Pemotong Penggosok Logam dan Non Logam Metal dan Non Metal *Cutting Machine Design*” *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 06 (01)
- Yofianus Limbong Kelen, A. Muhammad Idkhan, Badaruddin Anwar, 2020 “Pengaruh kecepatan Terhadap Nilai Kekerasan Hasil Pembubutan Baja ST 37”. *Jurnal Mechanical Engineering*.

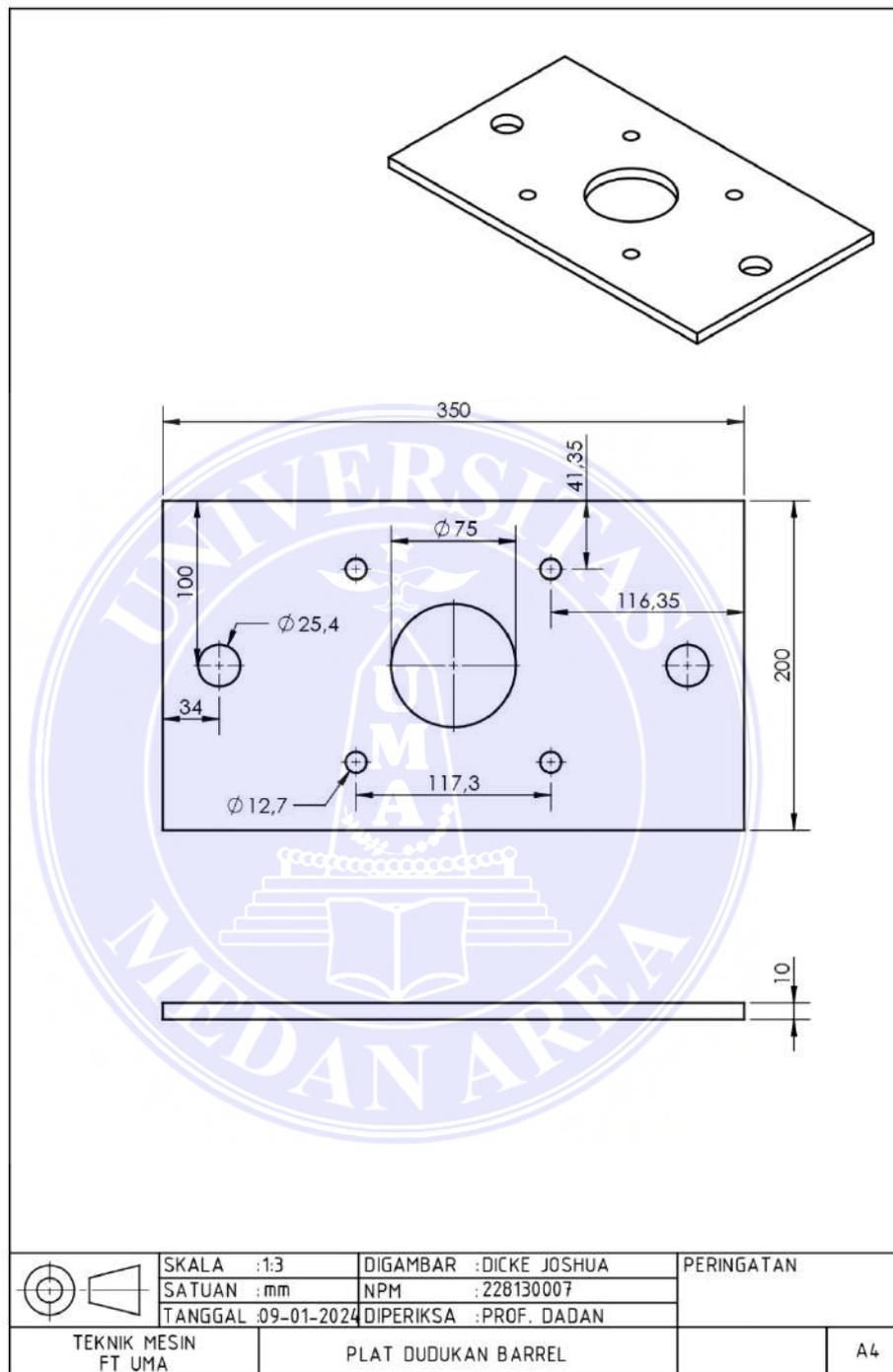


LAMPIRAN

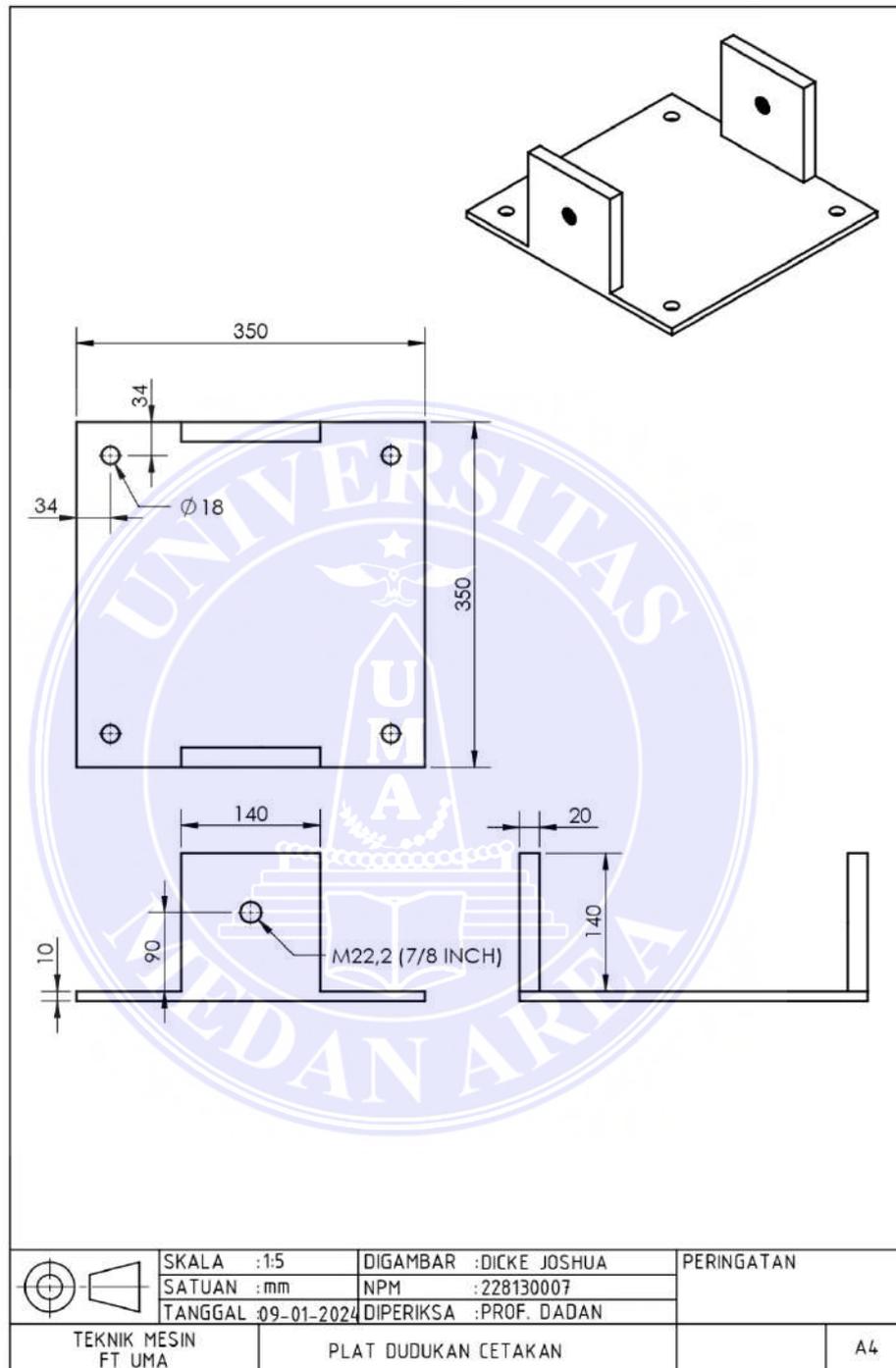
Lampiran 1 Gambar *Barrel*



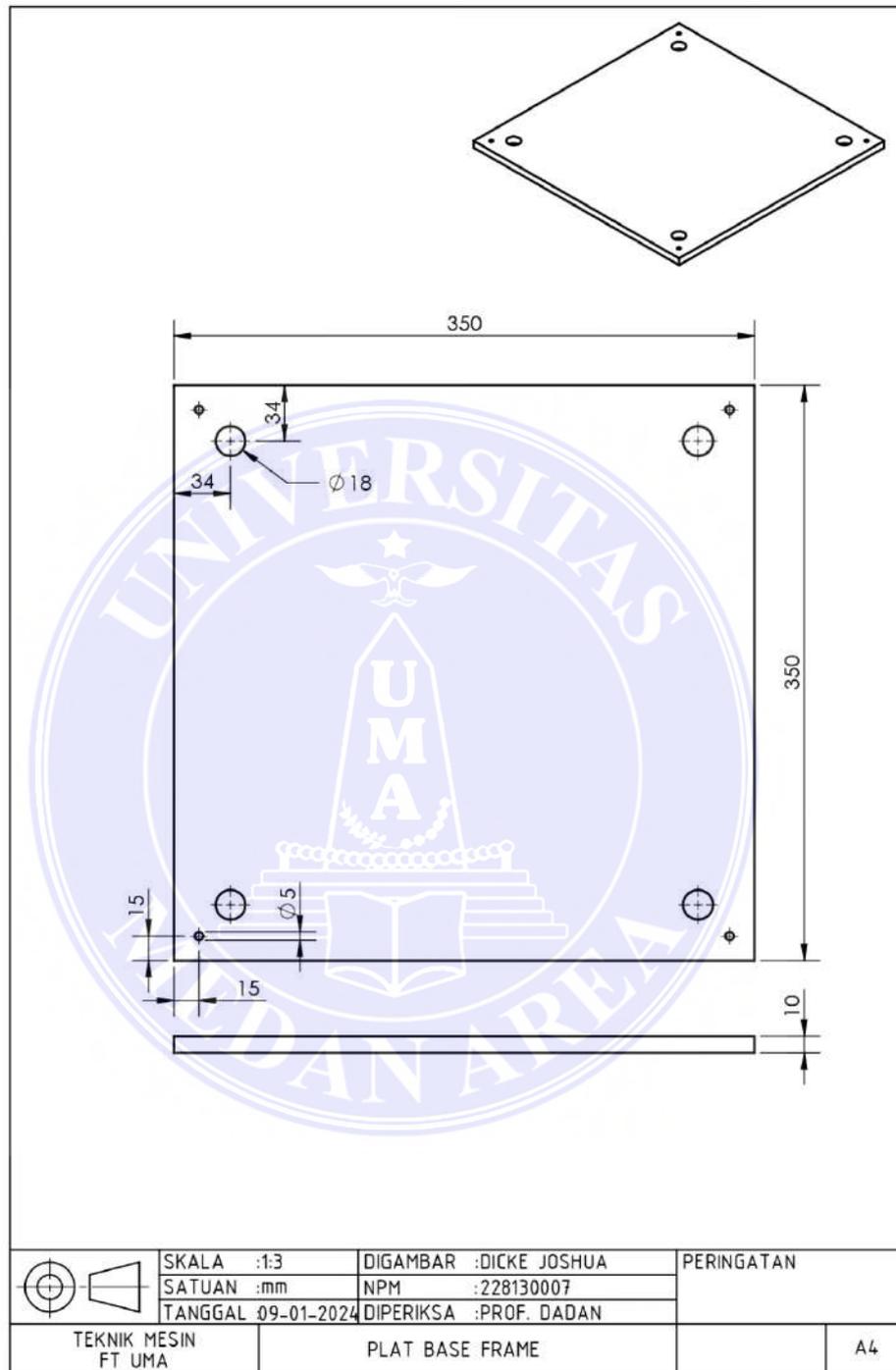
Lampiran 2 Gambar Plat Dudukan *Barrel*



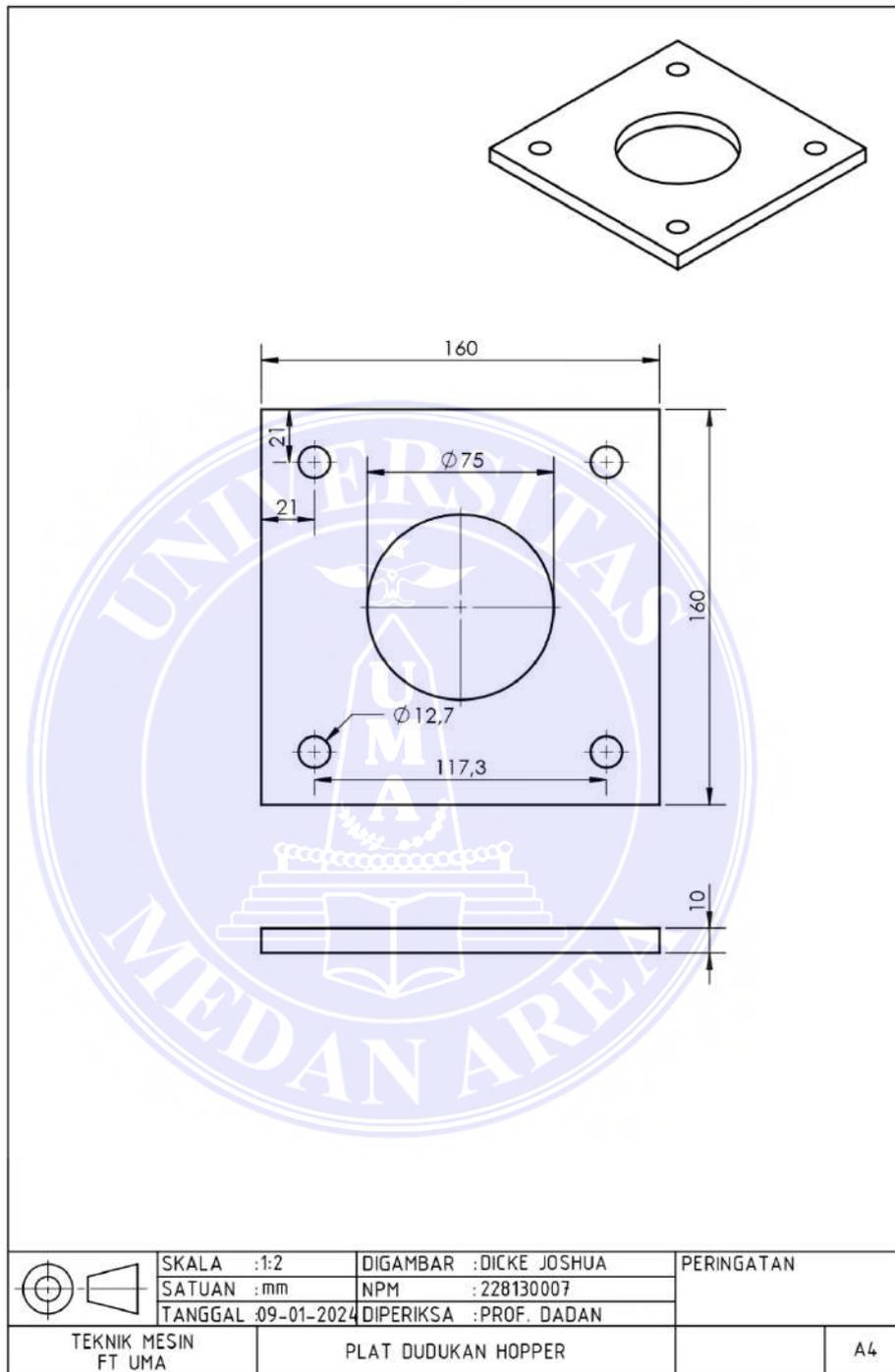
Lampiran 3 Gambar Plat Dudukan Cetakan



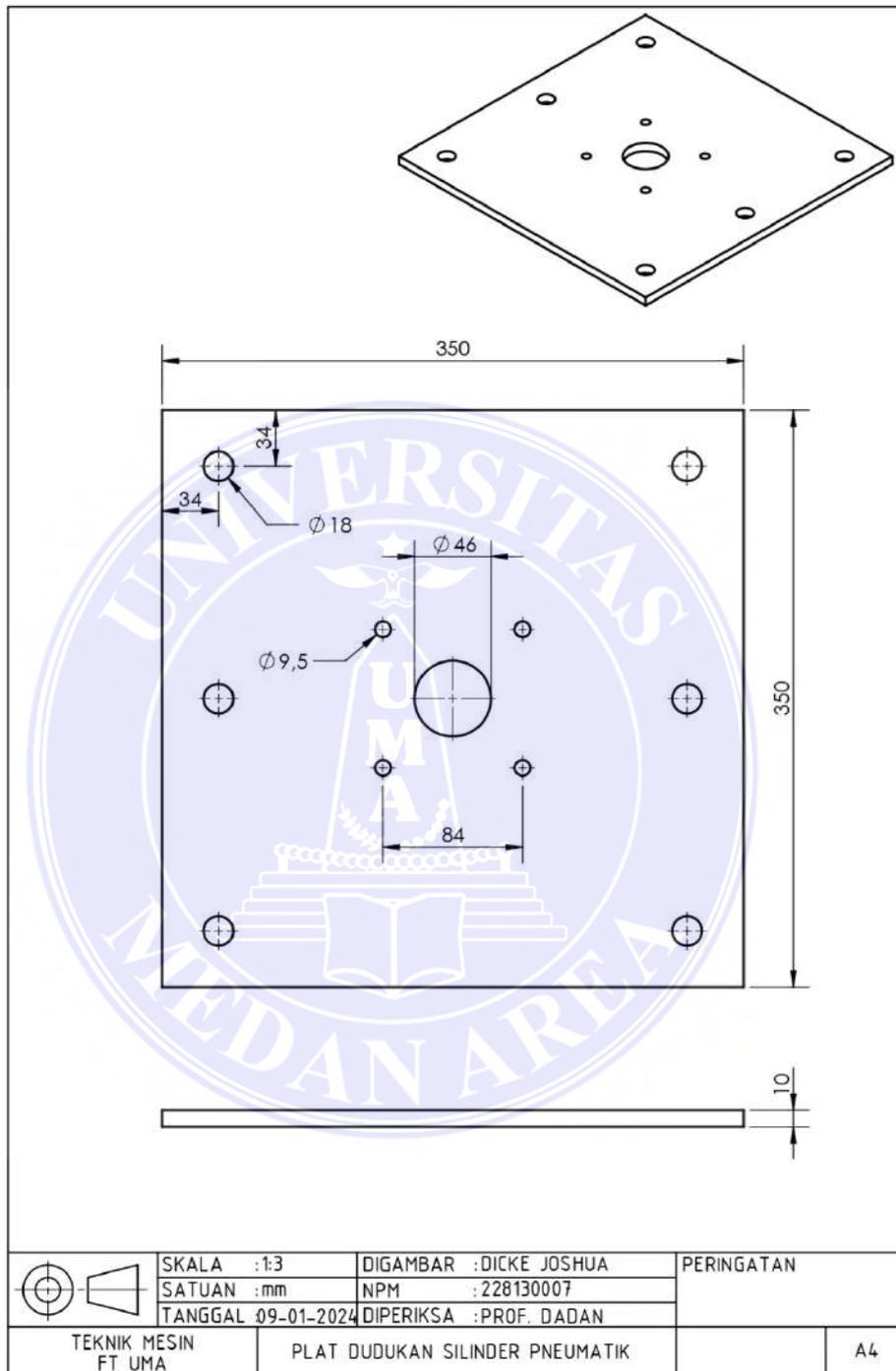
Lampiran 4 Gambar Plat *Base Frame*



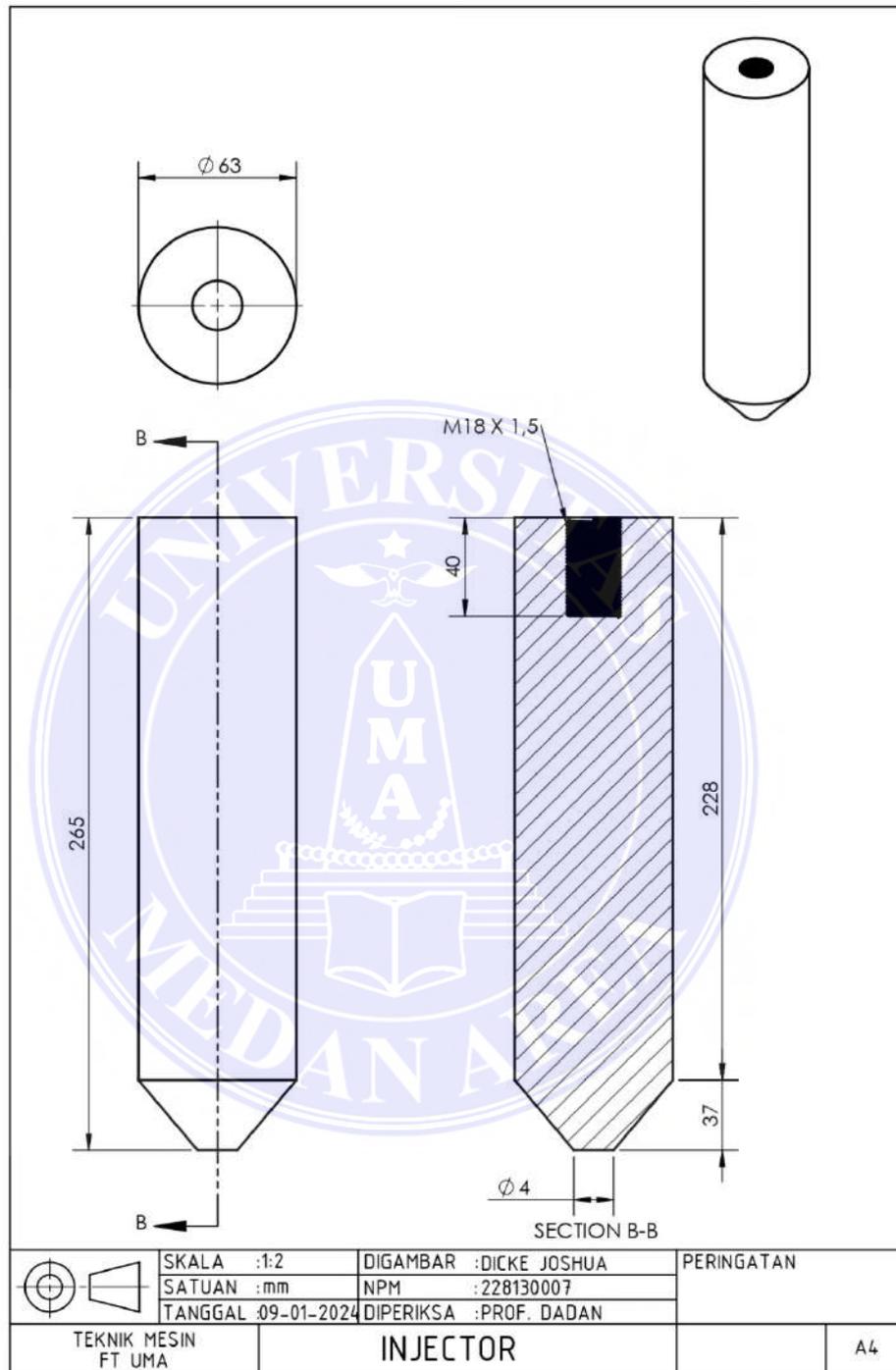
Lampiran 5 Gambar Plat Dudukan *Hopper*



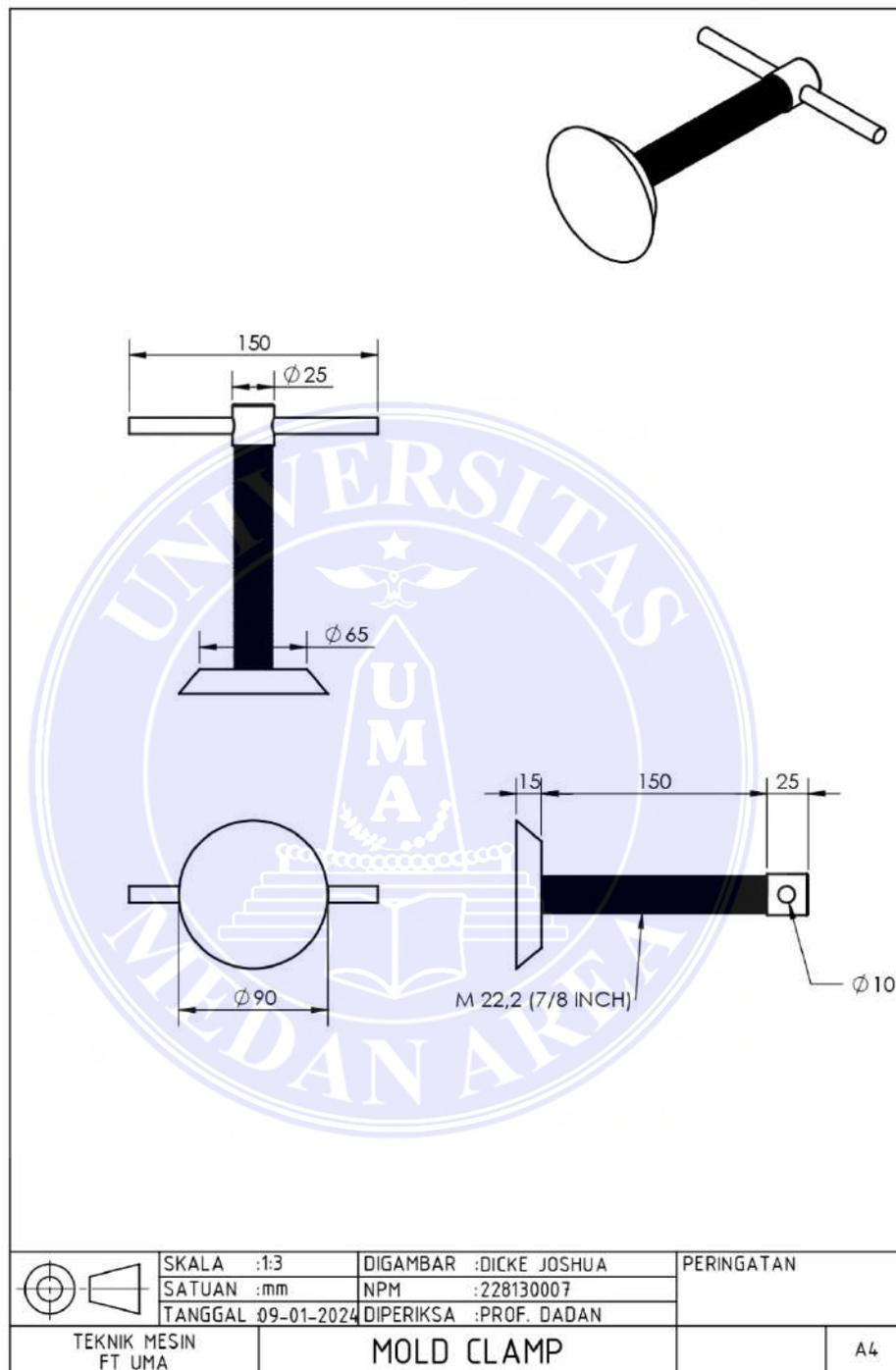
Lampiran 6 Gambar Plat Dudukan *Cylinder Pneumatic*



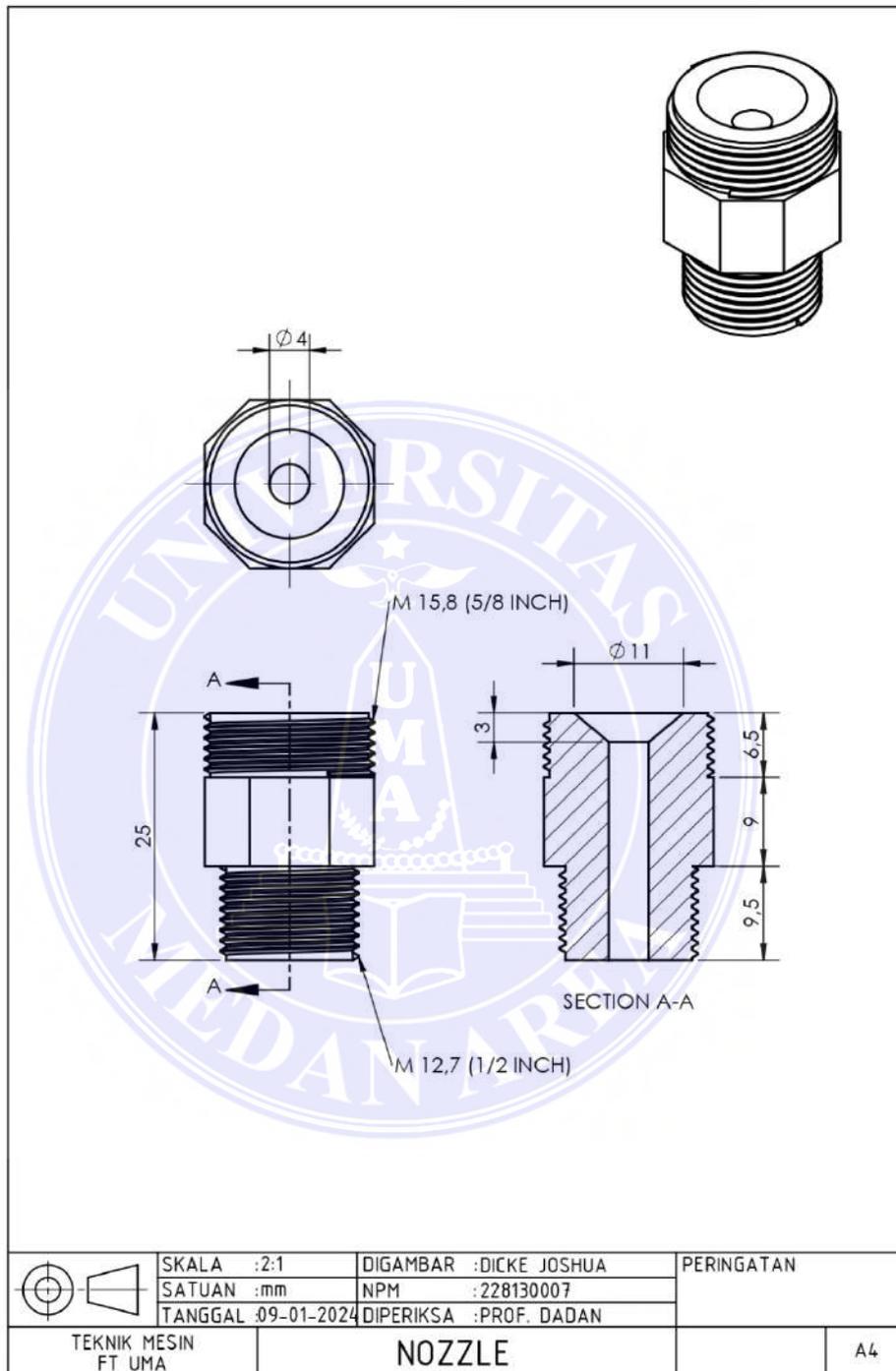
Lampiran 7 Gambar *Injector*



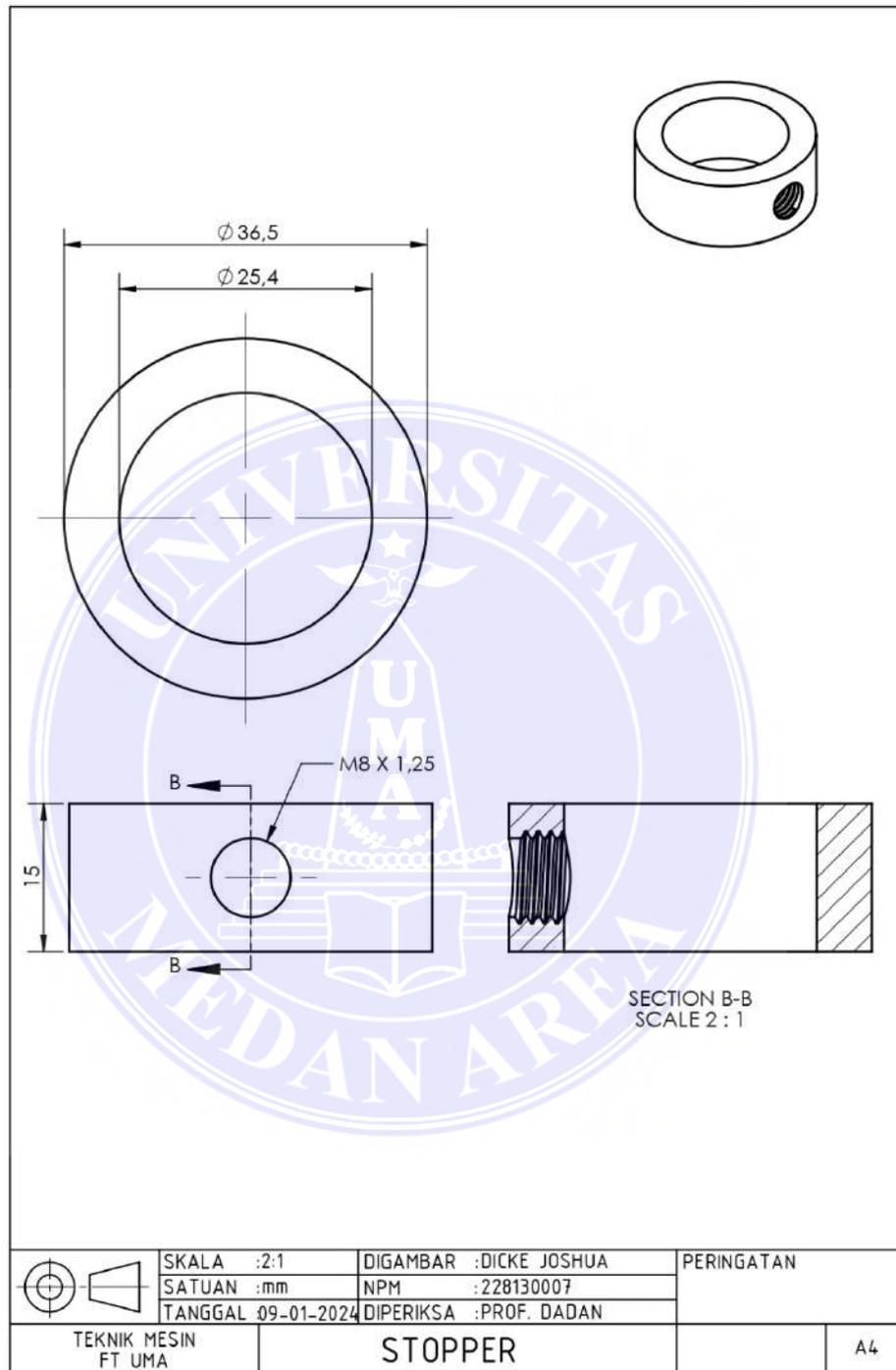
Lampiran 8 Gambar *Mold Clamp*



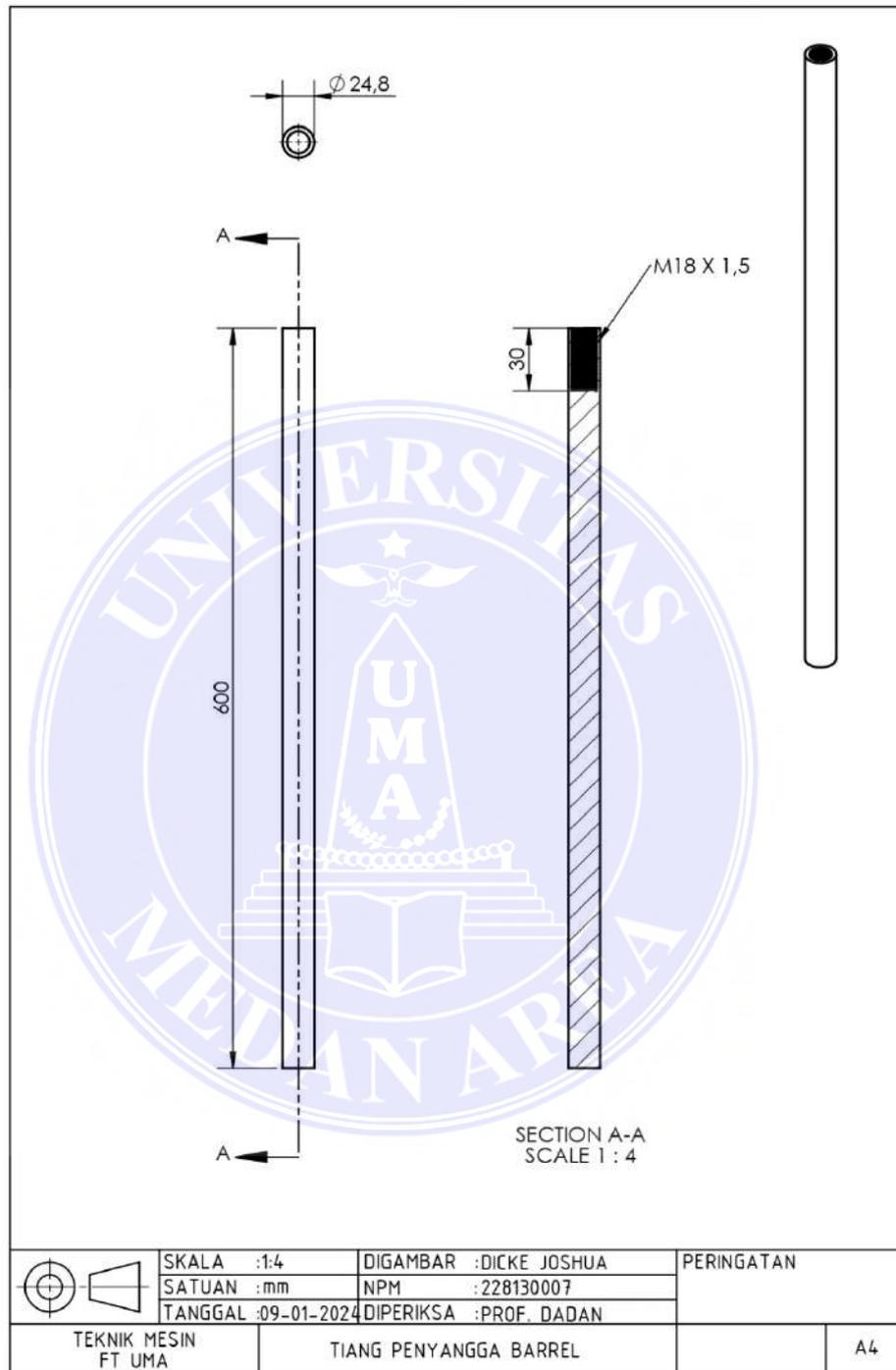
Lampiran 9 Gambar *Nozzle*



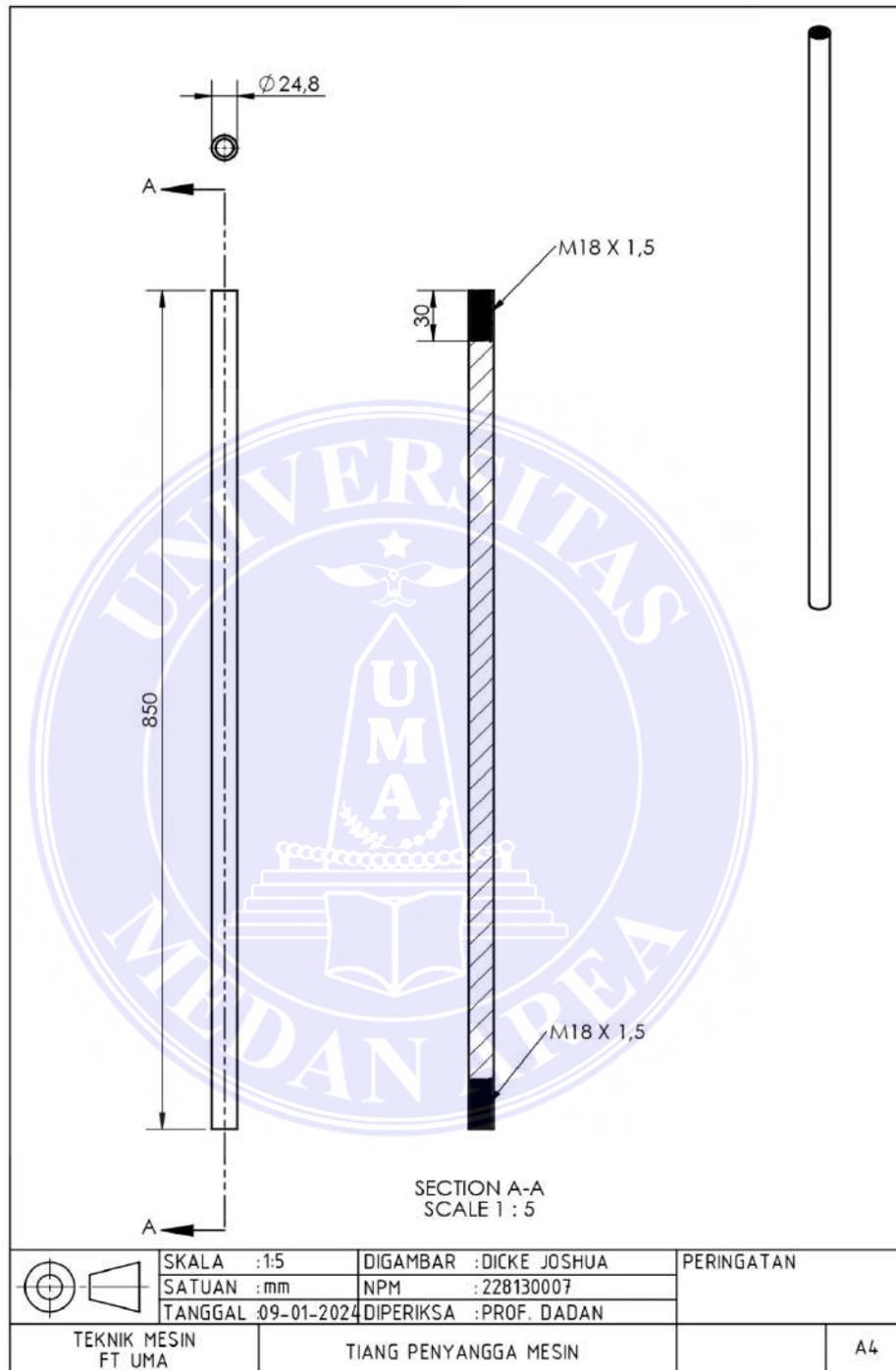
Lampiran 10 Gambar *Stopper*



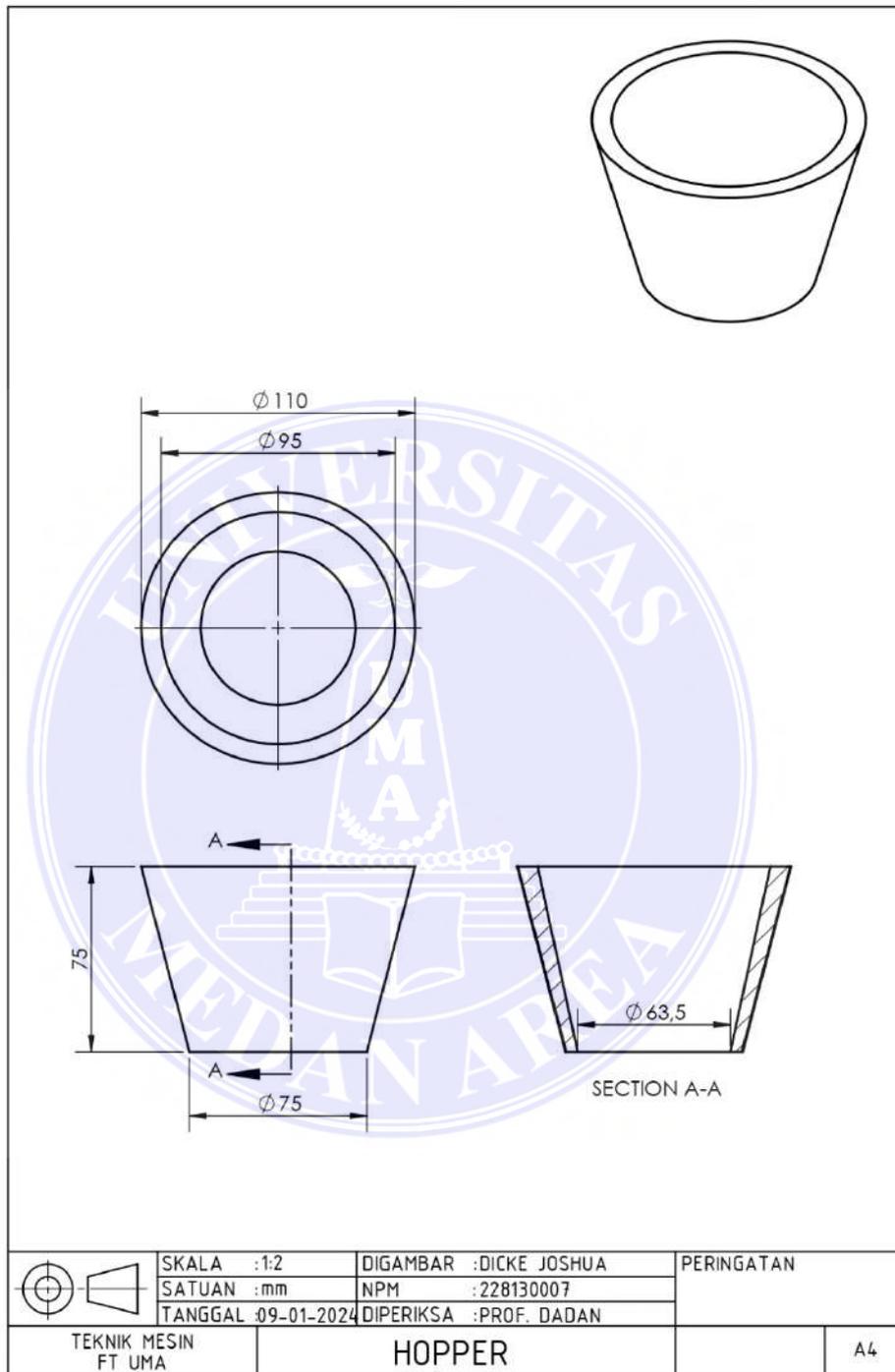
Lampiran 11 Gambar Tiang Penyangga Barrel



Lampiran 12 Gambar Tiang Penyangga Mesin



Lampiran 13 Gambar *Hopper*



Lampiran 14 Cylinder Pneumatic



## 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 (MPa)	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 CB TC							
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 Φ	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 TCM CA	Blank: G P: PT T: NPT
	TB: Round type barrel		40	50	20			CB	
	XB: Profile barrel		50	75	30			LB	
			80	...	40			YJ	
			80	...	50			FA	
			100	...	75			FB	
			100	...	75			TC	
			125 (Only TB is optional)	...	100			FD	
			160 (Only TB is optional)	...	100			...	

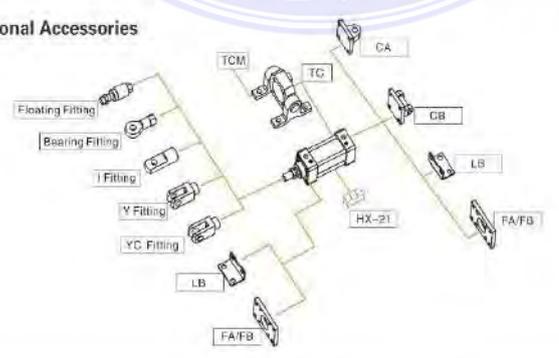
Blank: Standard material (NBR seal)  
V: VITON seal  
(The standard is VITON seal, if NBR seal please apply for non-standard.)

Series No.	Cushion Type	Type No.	Bore Φ	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				
			83	...	75				
			80	...	...				
			100	...	...				

T: Multi-position type

**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/LJ/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**

**Main Dimension**

TBC  $\phi 32 - \phi 160$

NO	Part Name	Material
1	Nut	Carbon steel
2	Piston rod	S45C Iron chrome carbon steel
3	Piston rod seal	TPU
4	Self lubricating bearing	Bronze powder
5	Head cover	Aluminium alloy
6	Cushion seal	NBR
7	O-ring	NBR
8	Barrel	Aluminium alloy
9	O-ring	NBR
10	Piston	Aluminium 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	Aluminium alloy
18	Retainer ring	Spring steel
19	O-ring	NBR
20	Nut	Brass

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	6	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	M16X1.6	M6X1
63	153	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.6	M8X1.25
80	182	75	107	46	54	21	33	40	26	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	18	M36X2.0	M16X2.0

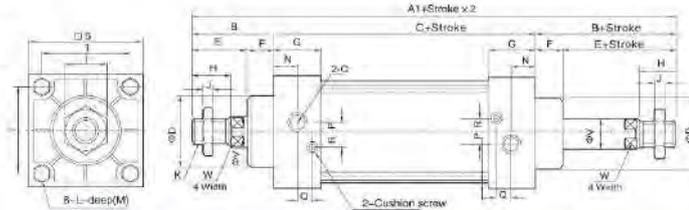
Bore/Sign	M	N	Q	P	Q	R	S	T	V	W
32	13	14	1/8"	3.5	7	6.5	45	33	12	10
40	13	13.5	1/4"	5	5.5	8.5	50	37	18	14
50	13	14.5	1/4"	8.5	3	11	62	47	20	17
63	13	15	3/8"	7	5	9.5	75	56	20	17
80	15.5	16.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	22
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	22
125	19	19	1/2"	15	5	15	137.5	104	32	27
160	19.5	19	3/4"	15	6	15	173.5	134	40	36

# TBC/XBC Series Standard Cylinder



## Main Dimension

TBCD  $\Phi$ 32- $\Phi$ 160



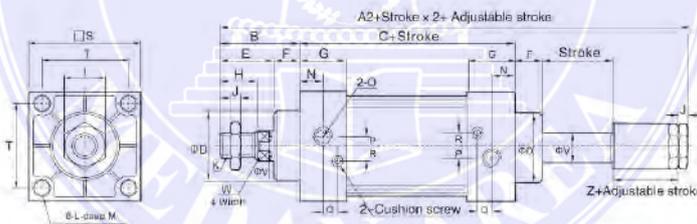
Bore/Sign	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
32	187	47	93	26	32	15	27.5	22	17	6	M10X1.25	M6X1
40	191	49	93	32	34	15	27.5	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	207	57	93	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	210	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16X1.5	M8X1.25
80	257	75	107	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
100	263	75	113	46	54	21	33	40	26	10	M20X1.5	M10X1.5
125	306	88	130	52	66	20	38	54	41	13.5	M27X2.0	M12X1.75
160	357	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  $\Phi$ 32- $\Phi$ 160



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	199	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	88	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

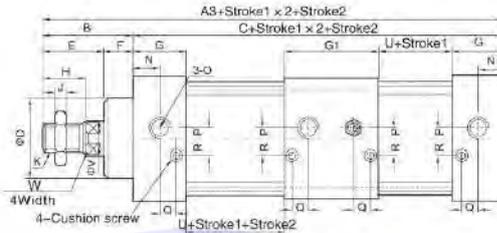
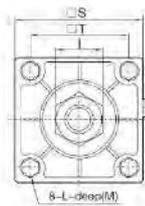
Bore/Sign	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W	Z
32	13	14	1/8"	3.5	7	6.5	45	33	12	10	21
40	13	13.5	1/4"	5	5.5	8.5	50	37	16	14	21
50	13	14.5	1/4"	8.5	3	11	62	47	20	17	23
63	13	15	3/8"	7	5	9.5	75	56	20	17	23
80	15.5	16.5	3/8"	7	8	10	94	70	25	22	29
100	15.5	16.5	1/2"	7.5	8	13	112	84	25	22	29
125	19	19	1/2"	15	5	15	137.5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

## TBC/XBC Series Standard Cylinder



### Main Dimension

TBCT  $\Phi 32$  -  $\Phi 100$



Bore/Sign	A3	B	C	D	E	F	G	G1	H	I	J	K	L
32	233	47	186	26	32	15	27.5	55	22	17	6	M10X1.25	M6X1
40	235	49	186	32	34	15	27.5	55	24	17	7	M12X1.25	M6X1
50	243	57	186	38	42	15	27.5	55	32	23	8	M16X1.5	M6X1
63	249	57	192	38	42	15	27.5	55	32	23	8	M10X1.5	M8X1.25
80	296	75	221	46	54	21	33	73	40	25	10	M20X1.5	M10X1.5
100	308	75	233	46	54	21	33	73	40	25	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	6.5	45	33	12	36	10
40	13	13.5	1/4"	5	5.5	6.5	50	37	16	36	14
50	13	14.5	1/4"	6.5	3	11	62	47	20	36	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.





## E Series Air Preparation Unit



EC  
FR-I



### 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 (1.5 µm is optional)				
Recommended oil	Turbine No 1 Oil ISOVG32				
Bowl material	Polycarbonate				
Bowl guard	None				Available
Pressure adjusting range(MPa)	0.15-0.65				
Valve type	W/o overflow				

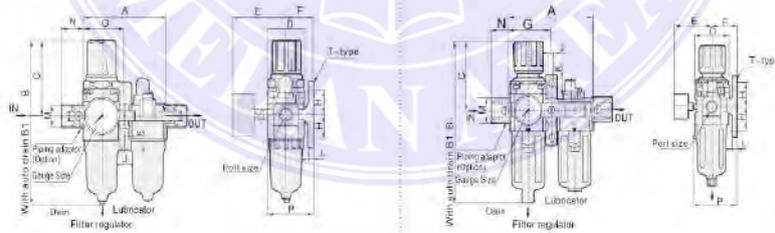
Model	Specifications						Accessories
	Assembly		* Rated Flow (L/min)	** Port Size (G)	Pressure (atmosphere) rated	Weight (kg)	
EC1010-MS	EW1000	EL1000	90	M5	1/16	0.22	Y10T
EC2010-01	EW2000	EL2000	945	1/8	1/8	0.66	Y20T
EC2010-02			960	1/4			
EC3010-02	EW3000	EL3000	1874	1/4	1/8	0.98	Y30T
EC3010-03			1956	3/8			
EC4010-03			4923	3/8			
EC1010-04	EW4000	EL4000	3120	1/2	1/4	1.80	Y40T
EC1010-06	EW4000-06	EL4000-06	3000	3/4	1/4	1.99	Y50T
EC5010-06			8000	3/4			
EC5010-10	EW5000	EL5000	6200	1	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	M5	58	109.5	-	50.5	25	25	25	20	20	4.5	7.5	5	17.5	16	38.5
EC2010	1/8"-3/8"	90	160	200	76	40	53	29.5	45	24	5.5	8.5	5	22	23	50
EC3010	1/4"-3/8"	116	210.5	224.5	92	53	51	40	58.5	35	7.5	11	7.2	34.2	26	69.5
EC4010	1/4"-3/8"	154	264	267	113.5	70	67	49.5	77	40	9	13	7.2	42.2	33	98
EC4010-06	3/4"	164	268	271	116	70	67	49.5	82	40	9	13	7.2	46.2	36	98
EC5010	3/4"-1"	195	343	348	118.5	90	72	66.5	97.5	50	12	16	10.5	55.2	40	115

Lampiran 16 Solenoid Valve

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

### How to Order?

**Standard Solenoid Valve**

Series No.	Port Positions	Control	Port Size	Coil Voltage	Coil Type	Acting Type	Terminal
RV	5: 5 ways 2: 2 positions 3: 3 positions	1: Single control 2: Double control	M5: M5 05: 1/8" 06: 1/4" 10: 3/8" 15: 1/2"	E1: AC110V E2: AC220V E3: AC380V E4: DC24V E5: DC12V E6: AC30V E7: AC20V E8: DC12V E9: DC24V E10: DC5V	Blank: DIN connector L: Plug-in type F: Flying leads K: Waterproof DIN connector (Only for 5/3 way)	Blank: Internal pilot WB: External pilot	Blank: G P: PT T: NPT

**Coil Example**  
RV series solenoid valve, 2 series valve body size, 5/2 way, single control, 1/4" port size, standard coil, DC24V, DIN connector, G thread, ERP code is: RV5221-08E4

**Specifications**

Model No.	RV5211-M5 RV5212-M5 RV5312-M5	RV5211-06 RV5212-06 RV5312-06	RV5221-08 RV5222-08 RV5322-08	RV5221-08 RV5222-08 RV5322-08	RV5231-08 RV5232-08 RV5332-08	RV5231-10 RV5232-10 RV5332-10	RV5241-10 RV5242-10 RV5342-10	RV5241-15 RV5242-15 RV5342-15
Port size	M5	G1/8	G1/8	G1/4(Ex.G1/8)	G1/4	G3/8(Ex.G1/4)	G3/8	G1/2
Sectional area(mm <sup>2</sup> )	52.55(CV=0.31) 58.56(CV=0.28)	52.12(CV=0.67) 53.9(CV=0.50)	52.14(CV=0.78) 53.12(CV=0.67)	52.14(CV=0.89) 53.12(CV=0.67)	52.25(CV=1.0) 53.18(CV=0.8)	52.30(CV=1.68) 53.30(CV=1.00)	52.50(CV=2.79) 53.30(CV=1.67)	52.60(CV=4.79) 53.30(CV=1.67)
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							
Guaranteed pressure(MPa)	1.2							
Working temperature(°C)	-20-70(No freezing)							
Voltage range	±15%-10%							
Power consumption	DC:2.8W ; AC:3.0VA				DC:3.0W ; AC:4.0VA			
Insulation class	Class F							
Protective class	IP65(DIN40050)							
Max. acting 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: 208 RV5222: 314 RV5322: 357	RV5231: 289 RV5232: 408 RV5332: 450	RV5241: 526 RV5242: 636 RV5342: 727				

### Flow Chart

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



**Internal Structure**

Single Solenoid Valve

Double Solenoid Valve

5/3 Solenoid Valve

No.	Part Name	Material
1	Connector	Engineered plastics
2	Nut	POM+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	16.5	18	0	24.6	14.1	3.2	3.3	24.5	14	9.5	27	55.2	33.9	17.0	27.2	31.5	103.1
RV5211-06	G1/8	G1/8	30	13	16.5	18	3	25.6	16	3.3	3.3	24.5	14	9.5	27	55.2	33.9	17.5	28	31.5	103.1
RV5221-06	G1/8	G1/8	38	17	16	22	0	26	18	3.3	4.3	25	20	10.5	35	66.7	40.2	17	36	35	120.7
RV5221-08	G1/4	G1/8	38	17	16	22	3	24.5	21	3.3	4.3	25	20	10.5	35	66.7	40.2	17	36	35	120.7
RV5231-08	G1/4	G1/4	50	20	19.1	27	0	33.1	22	4.3	4.3	32.1	24	13.5	40	69.2	40.2	21.6	45	44.1	139.5
RV5231-10	G3/8	G1/4	50	20	19.1	27	4	32.1	24	4.3	4.3	32.1	24	13.5	40	69.2	40.2	21.6	45	44.1	139.5
RV5241-10	G3/8	G3/8	72	27	21	34	0	39	36	4.3	5.5	43	28	17.5	50	74.2	40.2	25.5	63	57	168.7
RV5241-15	G1/2	G1/2	72	27	21	34	4	36	36	4.3	5.5	43	28	17.5	50	74.2	40.2	25.5	63	57	168.7

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

Double Solenoid Valve

5/3 Solenoid Valve

Model/Sign	W1
RV5212-M5	143.2
RV5212-06	143.2
RV5222-06	171.4
RV5222-08	171.4
RV5232-08	180.4
RV5232-10	180.4
RV5242-10	223.4
RV5242-15	223.4

Model/Sign	W2
RV5312-M5	158.2
RV5312-06	158.2
RV5322-06	190.4
RV5322-08	190.4
RV5332-08	206.4
RV5332-10	206.4
RV5342-10	244.4
RV5342-15	244.4

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