



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta

Sub judul : Improvisasi Rancangan Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri

NIM. 2102311043

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat
V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta**
Sub judul : Improvisasi Rancangan Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat
V13

Oleh:

Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri

NIM. 2102311043

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T.

NIP. 197707142008121005.

Pembimbing 2

Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM.,

NIP. 199409072024061001

Kepala Program Studi

Diploma III Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T
NIP. 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat
V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta**
Sub judul : Improvisasi Rancangan Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat

V13

Oleh:

Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri

NIM. 2102311043

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan
Dewan Penguji pada tanggal 27 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan
untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

Dewan Penguji

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Budi Yuwono, S.T.	Penguji 1		27 Juli 2026
2.	Ir. Rosidi, S.T., M.T	Penguji 2		27 Juli 2026
3.	Muhammad Hidayat Tullah. S.T	Moderator/Pembimbing		27 Juli 2026

Depok, 27 Juli 2026

Disahkan Oleh:



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORSINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri
NIM 2102311043
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang ditulis di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri
NIM. 2102311043



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta

Sub judul : Improvisasi Rancangan Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut
Maximat V13

**Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri¹⁾, Muhammad Hidayat Tullah²⁾,
Sepriandi Parningotan³⁾**

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: muhammad.hidayattullah@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang membutuhkan sistem pendingin (*coolant*) untuk mengurangi panas dan gesekan selama proses pemesinan. Berdasarkan hasil observasi di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, sistem pendingin pada mesin bubut masih memiliki beberapa kendala, yaitu proses pendinginan yang belum optimal, penggunaan instalasi pipa PVC yang kurang sesuai untuk lingkungan bengkel, serta belum adanya sistem penyaringan *coolant* sehingga cairan pendingin mudah terkontaminasi oleh serpihan logam, minyak, dan lemak. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas *coolant* menurun dan meningkatkan frekuensi perawatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang pengembangan sistem pendingin pada mesin bubut Maximat V-13 melalui penggantian instalasi menjadi pipa galvanis serta penambahan sistem filter *coolant*. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi lapangan, studi literatur, identifikasi permasalahan, perancangan sistem, serta analisis menggunakan persamaan kontinuitas, persamaan Bernoulli, dan perhitungan debit aliran. Rancangan filter terdiri atas tiga tahapan penyaringan. Hasil perancangan menunjukkan pipa galvanis memberikan keunggulan dari segi kekuatan mekanis dan ketahanan. Berdasarkan perhitungan teoritis, sistem mampu menghasilkan aliran *coolant* yang sesuai dengan kebutuhan proses pembubutan sehingga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pendinginan. Selain itu, rancangan filter tiga kolom diharapkan mampu menjaga kualitas *coolant*. Dengan demikian, rancangan yang diusulkan dapat menjadi alternatif pengembangan sistem pendingin pada mesin bubut di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kata kunci: mesin bubut, *coolant*, pipa galvanis, filter tiga kolom, fluida dinamis, sistem pendingin.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta

Sub judul : Improvisasi Rancangan Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13

Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri¹⁾, Muhammad Hidayat Tullah²⁾,
Sepriandi Parningotan³⁾

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: hanif.zhafar.rafi.ghulam.sumantri.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

A lathe is one of the machine tools that requires a coolant system to reduce heat and friction during the machining process. Based on observations conducted at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Negeri Jakarta, the coolant system of the Maximat V-13 lathe still has several limitations, including a less effective cooling process, the use of PVC piping that is not suitable for workshop conditions, and the absence of a coolant filtration system. As a result, the coolant is easily contaminated by metal chips, oil, and grease, leading to a decrease in coolant quality and an increase in maintenance requirements.

This study aims to design an improved coolant system for the Maximat V-13 lathe by replacing the existing PVC piping with galvanized steel pipes and incorporating a three-column coolant filtration system. The research method consisted of field observation, literature review, problem identification, system design, and theoretical analysis using the continuity equation, Bernoulli's equation, and flow rate calculations. The proposed filtration system consists of three stages: the first column uses steel wool to remove coarse metal chips, the second column employs a coalescing filter to separate oil from the coolant, and the third column uses cotton fiber as the filtration medium to remove residual grease and fine particles before the coolant is returned to the reservoir.

The design results indicate that galvanized steel pipes provide better mechanical strength and durability than PVC pipes. Theoretical calculations show that the proposed system is capable of delivering coolant flow suitable for the machining process, thereby improving cooling performance. Furthermore, the three-column filtration system is expected to maintain coolant quality, reduce contamination, and extend the service life of the coolant. Therefore, the proposed design can serve as an alternative solution for improving the coolant system of the Maximat V-13 lathe at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Negeri Jakarta

Keywords: lathe machine, coolant system, galvanized pipe, three-column filter, fluid dynamics, cooling system.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “ Rancang Bangun Sistem Pendingin Pahat pada Mesin bubut ”.

Selama penyusunan laporan ini, penulis menghadapi beberapa tantangan dan kesulitan, tetapi berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, di antaranya:

1. Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Nabila Yudisha, S.T., M.T.. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
2. Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T. dan Ir.Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM., selaku dosen pembimbing
3. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
4. Kepada Keluarga Besar saya yang selalu men-support saya baik materi maupun mental dalam melewati perkuliahan ini. Terlebih bagi ibu dan adik saya dirumah dan untuk mending almarhum ayah saya.
5. Kepada keluarga Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan sampai dengan penulisan laporan ini.
6. Kepada teman-teman Produksi-B M23 yang selalu kebersamai saya dalam keadaan apapun.
7. Kepada teman-teman kompetitif di game dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang telah memberikan support dalam penulisan ini



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, segala kritikan dan saran yang diberikan kepada penulis akan diterima dengan baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca

Jakarta, ... Juli 2026

Hanif Zhafar Rafi Ghulam Sumantri
2102311043





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORSINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Lokasi Objek Tugas Akhir.....	5
1.7 Metode Penelitian.....	5
1.8 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Mesin Bubut	7
2.2 <i>Stainless Steel 304 (SS304)</i>	10
2.2.1 Pengertian dan Klasifikasi <i>Stainless Steel 304 (SS304)</i>	10
2.2.2 Komposisi Kimia SS340.....	10
2.2.3 Sifat Mekanik SS340	10
2.2.4 Ketahanan Korosi	11
2.2.5 Kemampuan Fabrikasi	11
2.2.6 Aplikasi SS340.....	11
2.3 <i>PVC (Polyvinyl Chloride)</i>	12
2.3.1 Kelebihan Pipa PVC	13



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.2 Kekurangan Pipa PVC	13
2.4 Galvanis	14
2.4.1 Kelebihan Pipa Galvanis	15
2.4.2 Kekurangan Pipa Galvanis	15
2.4.3 Perbandingan Pipa Galvanis dan PVC	15
2.5 <i>Filterbox</i>	16
2.5.1 Prinsip Kerja <i>Filterbox</i>	17
2.5.2 Komponen <i>Filterbox</i>	17
2.5.3 Pemilihan Material Stainless Steel 304 (SS304)	18
2.5.4 Kelebihan dan Kekurangan <i>Stainless Steel 304</i>	19
2.6 Cairan Pendingin (<i>Coolant</i>)	19
2.6.1 Fungsi Cairan Pendingin	19
2.6.2 Jenis Cairan Pendingin	20
2.6.3 Cara Penggunaan Cairan Pendingin (<i>Coolant</i>)	22
2.6.4 Sirkulasi Cairan Pendingin	24
2.6.5 Dampak <i>Coolant</i> Terkontaminasi	25
2.7 Fluida Dinamis	27
2.7.1 Debit Aliran	28
2.7.2 Hukum Kontinuitas	28
2.7.3 Hukum Bernoulli	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Metode Penelitian	30
3.2 Diagram Alir	32
3.2.1 Penjelasan Diagram Alir	32
3.3 Metode Penyelesaian dan Pemecahan Masalah	35
3.3.1 Identifikasi Permasalahan	36
3.3.2 Pengumpulan Data	36
3.3.3 Analisis Kebutuhan	36
3.3.4 Perancangan Sistem	36
3.3.5 Perhitungan dan Analisis	37
3.3.6 Evaluasi Rancangan	37
BAB IV Hasil Dan Pembahasan	38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1 Kondisi Sistem Pendingin (<i>Coolant</i>).....	38
4.2 Perancangan Sistem Pendingin	39
4.2.1 Rancangan Instalasi Pipa Galvanis	41
4.2.2 Rancangan Filter <i>Coolant</i> 3 Kolom	42
4.3 Hasil Perancangan Sistem Pendingin	44
4.3.1 Hasil Perancangan Instalasi Pipa Galvanis	44
4.3.2 Hasil Perancangan Filter <i>Coolant</i> Tiga Kolom.....	46
4.3.3 Hasil Perancangan Jalur Sirkulasi <i>Coolant</i>	47
4.3.4 Spesifikasi Komponen Rancangan	48
4.4 Pembahasan Hasil Rancangan	50
4.4.1 Pembahasan Penggantian Material Pipa PVC Menjadi Pipa Galvanis	50
4.4.2 Pembahasan Rancangan Filter <i>Coolant</i> Tiga Kolom.....	51
4.4.3 Pembahasan Hasil Perhitungan Aliran <i>Coolant</i>	51
4.5 Perhitungan dan Analisis Perancangan.....	52
4.5.1 Perhitungan Luas Penampang Pipa.....	53
4.5.2 Perhitungan Luas Penampang <i>Nozzle</i>	53
4.5.3 Perhitungan Kecepatan Air Pada Pipa	53
4.5.4 Perhitungan Kecepatan pada <i>Nozzle</i>	54
4.5.5 Perhitungan Persamaan <i>Bernoulli</i>	54
4.5.6 Perhitungan Debit <i>Coolant</i>	56
4.6 Evaluasi Rancangan Instalasi Pendingin.....	56
4.6.1 Evaluasi Rancangan.....	56
4.6.2 Evaluasi Instalasi Pipa Galvanis.....	57
4.6.3 Evaluasi Rancangan Filter Tiga Kolom	58
4.6.4 Evaluasi Sistem Sirkulasi <i>Coolant</i>	58
4.6.5 Evaluasi Kelayakan Rancangan.....	58
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bubut Facing	7
Gambar 2. 2 Bubut Alur	8
Gambar 2. 3 Bubut Rata	8
Gambar 2. 4 Bubut Ulir	8
Gambar 2. 5 Bubut Tirus	9
Gambar 2. 6 Bubut Drilling	9
Gambar 2. 7 Mesin Bubut	9
Gambar 2. 8 Bubut Boring	9
Gambar 2. 9 Pipa PVC	12
Gambar 2. 10 Pipa Galvanish	14
Gambar 2. 11 Filterbox	16
Gambar 2. 12 Minyak Murni	20
Gambar 2. 13 Minyak Sintetik	20
Gambar 2. 14 Solube Oil	21
Gambar 2. 15 Cairan Semi Sintetik	22
Gambar 2. 16 Proses Pendinginan Dibanjirkan	22
Gambar 2. 17 Proses Pendinginan Disemprotkan	23
Gambar 2. 18 Proses Pendinginan Dikabutkan	23
Gambar 2. 19 Skema Jalur Coolant	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir	32
Gambar 4. 1 Rancangan Instalasi 2D	41
Gambar 4. 3 Rancangan Filterbox	42
Gambar 4. 4 Skema Aliran Coolant	42
Gambar 4. 6 Rancangan Pipa Galvanis dengan Filterbox	45
Gambar 4. 5 Hasil Perancangan Pipa Galvanis	45
Gambar 4. 7 Rancangan Filterbox 3 Kolom	46
Gambar 4. 8 Diagram Aliran Coolant	47
Gambar 4. 9 Kebutuhan Komponen	50
Gambar 4. 10 Diagram Alir Skema Perputaran Coolant	52



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Pipa Galvanis dan PVC	15
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi Rancangan	57





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin bubut merupakan salah satu mesin perkakas yang banyak digunakan dalam proses manufaktur untuk membentuk, memotong, dan menghaluskan benda kerja yang umumnya berbahan logam. Prinsip kerja mesin bubut adalah memutar benda kerja pada sumbu utamanya, sedangkan pahat bergerak melakukan penyayatan sehingga menghasilkan bentuk dan ukuran sesuai dengan kebutuhan [1], [2].

Selama proses pembubutan berlangsung, terjadi gesekan antara pahat dan benda kerja yang menghasilkan panas. Panas yang berlebihan dapat mempercepat keausan pahat, menurunkan kualitas permukaan benda kerja, serta memengaruhi ketelitian dimensi hasil pembubutan. Oleh karena itu, penggunaan sistem pendingin (*coolant*) memiliki peran penting dalam proses permesinan. Selain berfungsi menurunkan temperatur pada daerah pemotongan, *coolant* juga berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan, membantu mengeluarkan serpihan hasil pemotongan (*chip*), serta menjaga umur pakai pahat agar lebih Panjang [3], [4].

Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta memiliki mesin bubut Maximat V-13 yang telah dilengkapi dengan sistem pendingin (*coolant*). Namun, berdasarkan hasil observasi, sistem pendingin tersebut masih memiliki beberapa kendala yang memengaruhi efektivitas penggunaannya. Salah satu permasalahan terdapat pada instalasi penyalur *coolant* yang masih menggunakan pipa PVC. Dalam lingkungan bengkel yang sering mengalami getaran, benturan, serta paparan *coolant* secara terus-menerus, material PVC memiliki keterbatasan dari segi kekuatan mekanis dan ketahanan sehingga berpotensi mengalami keretakan atau kebocoran yang dapat mengganggu kelancaran distribusi *coolant*.

Selain instalasi pipa, kondisi penampung *coolant* juga menjadi perhatian. Penampung *coolant* belum dilengkapi dengan sistem penyaringan yang memadai



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sehingga serpihan logam, residu oli, dan kotoran hasil proses permesinan dapat bercampur kembali dengan *coolant* yang akan disirkulasikan. Akibatnya, kualitas *coolant* menurun dan berpotensi mempercepat keausan pompa maupun komponen sistem pendingin. Berdasarkan kondisi di bengkel, pembersihan penampung *coolant* juga belum dilakukan secara rutin dan umumnya hanya dilakukan pada akhir semester. Hal tersebut menyebabkan endapan kotoran terus menumpuk dan menimbulkan bau tidak sedap akibat kualitas *coolant* yang menurun.

Pengelolaan *coolant* yang kurang baik tidak hanya berdampak pada performa mesin, tetapi juga dapat memengaruhi aspek kesehatan dan keselamatan kerja. *Coolant* yang telah terkontaminasi oleh bakteri maupun kotoran dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi kulit, dermatitis, hingga gangguan pada sistem pernapasan apabila terpapar secara terus-menerus. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan pada sistem pendingin agar kualitas *coolant* tetap terjaga dan lebih aman digunakan oleh operator maupun mahasiswa selama kegiatan praktikum.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan *improvement* pada instalasi sistem pendingin dengan mengganti material pipa PVC menjadi pipa galvanis. Material galvanis dipilih karena memiliki kekuatan mekanis yang lebih baik, lebih tahan terhadap benturan, lebih kokoh sebagai instalasi permanen, serta memiliki umur pakai yang lebih panjang dibandingkan pipa PVC. Selain itu, untuk menjaga kualitas *coolant*, dirancang sebuah sistem filter tiga kolom pada penampung *coolant*. Rancangan filter tersebut diharapkan mampu menyaring serpihan logam, endapan kotoran, dan residu lainnya secara bertahap sebelum *coolant* dipompa kembali ke mesin, sehingga sirkulasi *coolant* menjadi lebih bersih dan umur pakainya lebih lama [7], [11].

Melalui pengembangan instalasi menggunakan pipa galvanis serta penerapan sistem filter *coolant* tiga kolom, diharapkan sistem pendingin pada mesin bubut Maximat V-13 menjadi lebih andal, efektif, dan mudah dalam perawatan. Selain meningkatkan kualitas proses pembubutan, pengembangan ini juga diharapkan dapat mengurangi frekuensi penggantian *coolant*, meminimalkan potensi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kerusakan instalasi, serta meningkatkan kebersihan dan keselamatan kerja di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis bermaksud melaksanakan penelitian dalam bentuk Tugas Akhir dengan judul **"Improvement Instalasi Pendingin pada Mesin Bubut Maximat V-13 di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta."**

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan baru yang timbul dalam Instalasi Pendingin pada mesin bubut maximat v13:

1. Bagaimana merancang sistem pendingin (*coolant*) yang lebih efektif sehingga proses pembubutan dapat berlangsung dengan lebih optimal?
2. Bagaimana merancang instalasi pipa menggunakan material galvanis sebagai pengganti pipa PVC agar sistem pendingin lebih kuat, tahan lama, dan sesuai dengan kondisi lingkungan bengkel?
3. Bagaimana merancang filter *coolant* tiga kolom yang mampu menyaring serpihan logam, memisahkan minyak, serta mengurangi sisa lemak sehingga kualitas *coolant* tetap terjaga?
4. Bagaimana merancang sistem sirkulasi *coolant* yang memungkinkan cairan pendingin digunakan kembali secara lebih efisien melalui proses penyaringan sebelum kembali ke penampung?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai Penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pendingin (*coolant*) pada mesin bubut Maximat V-13 yang lebih efektif untuk mendukung proses pembubutan agar berlangsung secara optimal.
2. Merancang instalasi pipa menggunakan material galvanis sebagai pengganti pipa PVC sehingga diperoleh sistem perpipaan yang lebih kuat, tahan lama, dan sesuai dengan kondisi lingkungan bengkel.
3. Merancang filter *coolant* tiga kolom yang mampu menyaring serpihan logam,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memisahkan minyak, serta mengurangi sisa lemak sehingga kualitas *coolant* dapat terjaga sebelum digunakan kembali.

4. Merancang sistem sirkulasi *coolant* yang memungkinkan cairan pendingin dapat digunakan kembali secara lebih efisien melalui proses penyaringan sehingga penggunaan *coolant* menjadi lebih efektif dan perawatannya lebih mudah.

1.4 Batasan Masalah

Agar perancangan dan pembuatan Tugas Akhir ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka Penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan (*design*) sistem pendingin (*coolant*) pada mesin bubut Maximat V-13 di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Perancangan hanya mencakup penggantian instalasi pipa dari material PVC menjadi pipa galvanis tanpa mengubah konstruksi utama mesin bubut.
3. Sistem filtrasi yang dirancang terdiri atas tiga kolom, yaitu sabut kawat sebagai penyaring serpihan logam, filter koalensi sebagai pemisah minyak, dan sabut kapas sebagai penyaring sisa lemak serta partikel halus.
4. Analisis sistem dilakukan berdasarkan perhitungan teoritis menggunakan persamaan kontinuitas, persamaan Bernoulli, dan perhitungan debit aliran fluida.
5. Penelitian tidak mencakup proses pembuatan, pemasangan, pengujian kinerja, maupun analisis biaya dari sistem pendingin yang dirancang.
6. Cairan pendingin (*coolant*) yang digunakan diasumsikan memiliki sifat fluida yang seragam sehingga perubahan sifat fisik akibat temperatur dan kontaminasi tidak dianalisis secara mendalam.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan alternatif pengembangan sistem pendingin yang lebih efektif, andal, dan mudah dalam perawatan sehingga dapat menunjang kegiatan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

praktikum.

2. Meningkatkan kemudahan dalam pengoperasian sistem pendingin serta membantu menjaga kualitas *coolant* sehingga lingkungan kerja menjadi lebih bersih dan aman.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan sarana praktikum serta bahan pembelajaran mengenai sistem pendingin pada mesin bubut.
4. Menjadi acuan dan sumber informasi dalam penelitian yang berkaitan dengan pengembangan instalasi sistem pendingin, pemilihan material pipa, maupun perancangan sistem filtrasi *coolant*.per

1.6 Lokasi Objek Tugas Akhir

Pelaksanaan studi lapangan, pengambilan data, proses perancangan, hingga pengujian alat aktual Tugas Akhir ini dilakukan di lingkungan Kampus Politeknik Negeri Jakarta, lebih tepatnya berada di area bengkel Jurusan Teknik Mesin yang berada di gedung M.

1.7 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah observasi untuk mendapatkan rujukan serta informasi dari lapangan. Selain observasi, eksperimen juga diperlukan untuk mengetahui seberapa efektif alat yang dibuat. Kedua metode ini digunakan untuk mendapat desain dan spesifikasi dari sistem pendingin pahat.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Improvement Instalasi Pendingin Pada Mesin Bubut Maximat V13 Pada Bengkel Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta” sebagai berikut:

1. BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian yang menjadi dasar dilakukannya perancangan sistem pendingin pada mesin bubut Maximat V-13. Selain itu, bab ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai pedoman dalam penyusunan Tugas Akhir.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian, seperti pengertian mesin bubut, sistem pendingin (*coolant*), pipa galvanis, pipa PVC, fluida dinamis, sirkulasi *coolant*, dampak *coolant* yang terkontaminasi, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan sistem pendingin pada mesin perkakas. Teori-teori tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan dan analisis.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan data melalui observasi dan studi literatur, proses perancangan sistem pendingin, hingga metode analisis yang digunakan. Pada bab ini juga disajikan perhitungan teoritis menggunakan persamaan kontinuitas, persamaan Bernoulli, dan perhitungan debit sebagai dasar dalam menentukan kelayakan rancangan.

4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari perancangan sistem pendingin yang diusulkan. Pembahasan meliputi kondisi sistem pendingin yang digunakan saat ini, hasil rancangan instalasi pipa galvanis, rancangan filter *coolant* tiga kolom, hasil perhitungan dan analisis aliran *coolant*, serta pembahasan mengenai kelebihan rancangan yang diusulkan dibandingkan sistem sebelumnya.

5. BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk pengembangan sistem pendingin maupun penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem pendingin (*coolant*) pada mesin bubut Maximat V-13 di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan sistem pendingin (*coolant*) yang diusulkan mampu memberikan alternatif sistem yang lebih efektif dibandingkan kondisi sebelumnya. Melalui perancangan jalur sirkulasi yang lebih baik dan didukung hasil analisis teoritis menggunakan persamaan kontinuitas, persamaan Bernoulli, serta perhitungan debit aliran, sistem dirancang agar mampu menyalurkan *coolant* secara optimal ke daerah pemotongan sehingga dapat mendukung proses pembubutan dengan lebih baik.
2. Perancangan instalasi menggunakan pipa galvanis sebagai pengganti pipa PVC dinilai lebih sesuai dengan kondisi lingkungan bengkel. Pipa galvanis memiliki kekuatan mekanis yang lebih tinggi, lebih tahan terhadap benturan dan getaran, serta memiliki umur pakai yang lebih panjang sehingga diharapkan mampu meningkatkan keandalan instalasi sistem pendingin dan mengurangi potensi kerusakan pada saluran *coolant*.
3. Perancangan filter *coolant* tiga kolom telah memenuhi tujuan penelitian dalam menjaga kualitas cairan pendingin sebelum digunakan kembali. Rancangan tersebut terdiri atas media sabut kawat untuk menyaring serpihan logam, filter koalensi untuk memisahkan minyak, serta media sabut kapas untuk menyaring sisa lemak dan partikel halus. Dengan sistem penyaringan bertahap tersebut, kualitas *coolant* diharapkan tetap terjaga sehingga frekuensi penggantian *coolant* dan kebutuhan perawatan dapat diminimalkan.
4. Perancangan sistem sirkulasi *coolant* secara tertutup memungkinkan cairan pendingin digunakan kembali setelah melalui proses penyaringan. Rancangan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan *coolant*, menjaga kebersihan sistem, mempermudah proses perawatan, serta mendukung



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terciptanya proses pembubutan yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Rancangan sistem pendingin yang telah dibuat perlu direalisasikan dalam bentuk prototipe atau dipasang langsung pada mesin bubut Maximat V-13 agar dapat dilakukan pengujian terhadap kinerja sistem secara nyata.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap efektivitas filter tiga kolom dalam mengurangi kandungan serpihan logam, minyak, dan lemak pada *coolant*, sehingga diperoleh data kuantitatif mengenai tingkat efisiensi penyaringan.
3. Perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam mengenai kehilangan tekanan (*head loss*), kapasitas pompa, dan efisiensi aliran pada sistem perpipaan agar diperoleh rancangan yang lebih optimal.
4. Sistem pendingin dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan indikator kondisi *coolant* atau jadwal perawatan berkala sehingga kualitas cairan pendingin tetap terjaga dan umur pakainya menjadi lebih panjang.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Yusuf dan A. Kamil, "Perancangan Alat Bantu Mesin Bubut Untuk Menaikkan Gaya Cekam (Studi Kasus untuk Produk Poolschif, Part dari Mikroskop Elektron)," *Rang Teknik Journal*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [2] S. Mochammad, Muslimin, dan M. R. Fadillah, "Optimalisasi Proses Manufaktur Pipa Koil Menggunakan Mesin Bubut Konvensional," *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [3] M. Rahmi, Rachmatullah, dan K. Umam, "Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) dan Perbedaan Waktu pada Proses Bubut terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140," *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, vol. 13, 2022.
- [4] S. Widiyawati, O. Novareza, D. H. Sulistyarini, dan W. Wijayanto Putro, "Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Keausan Pahat Bubut HSS," *Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 467–475, 2020.
- [5] A. S. Nurrohkayati, "Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja ST37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional," *TURBINE: Journal Technology Urgency Breakthrough in Engineering*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [6] H. H. Annafi dan A. Nugraha, "Pengaruh Variasi Pendingin dan Mata Pahat terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 37 pada Mesin Bubut Konvensional," *ROTARY*, vol. 6, no. 1, 2024.
- [7] M. Dahlan, G. A. Duma, N. Azis, I. P. A. Assagaf, E. Sulfiana, dan M. N. H. Amaluddin, "Analisis Perbandingan Kerugian Aliran pada Pipa Jenis PVC dan Galvanis dengan Menggunakan Elbow 90 Derajat," *Majamecha*, vol. 6, no. 1, 2024.
- [8] E. Julianto, Febriyan, Gunarto, Fuazen, dan E. Sarwono, "Analisis Minor Losses Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium," *DINAMIS*, vol. 10, no. 2, 2022.
- [9] P. Ramadhan, M. Rasyid, dan Joharsyah, "Pengaruh Ukuran Diameter Pipa pada Aliran Fluida terhadap Nilai Head Losses," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 9, no. 3, 2025.
- [10] I. Z. Fauzan, I. Mubarak, dan Y. Sukrawan, "Rancang Bangun dan Evaluasi Kinerja Simulator Sistem Pendingin Engine terhadap Tiga Jenis Cairan Pendingin," *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, vol. 8, no. 1, 2025.
- [11] W. D. Callister Jr. dan D. G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 10th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2020.
- [12] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 7th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2020.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[13] ASM International, *ASM Handbook Volume 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*. Materials Park, OH, USA: ASM International, 2023.

[14] Outokumpu, *Outokumpu Stainless Steel Handbook*. Espoo, Finland: Outokumpu Oyj, 2022.

[15] D. A. Stephenson and J. S. Agapiou, *Metal Cutting Theory and Practice*, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016.



LAMPIRAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

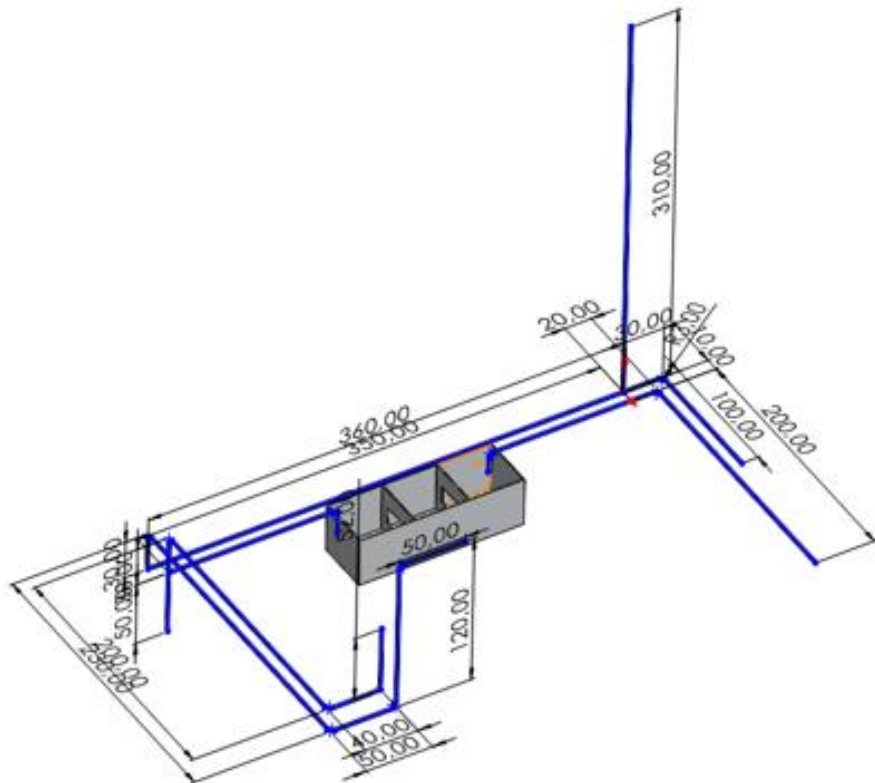
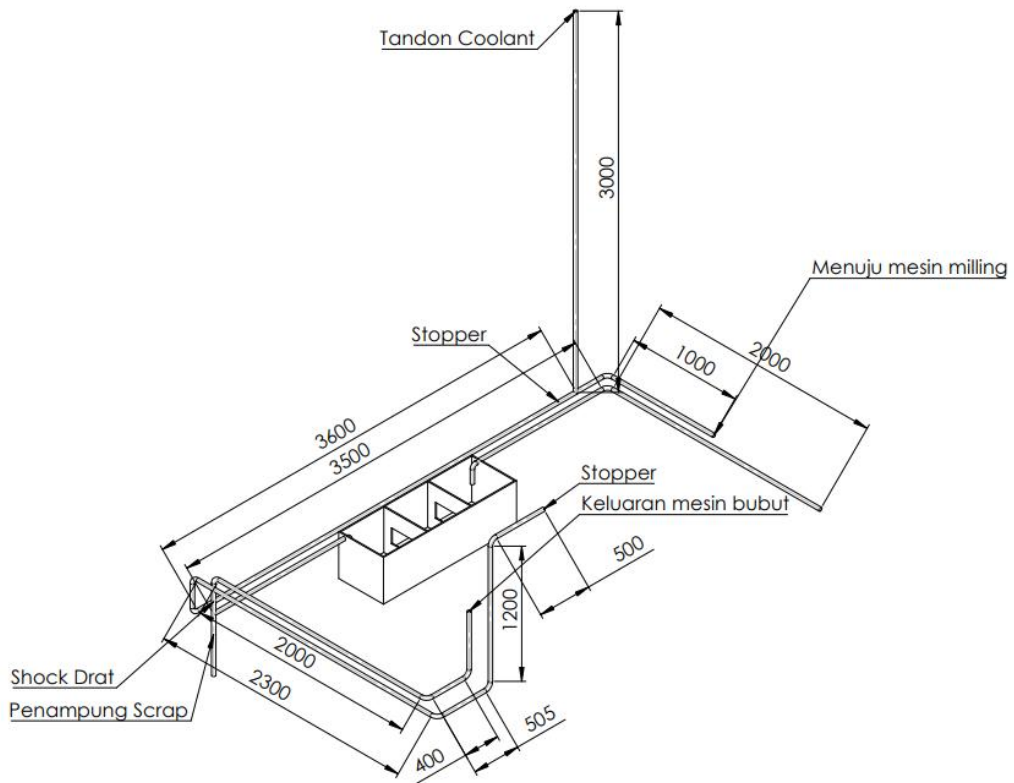




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

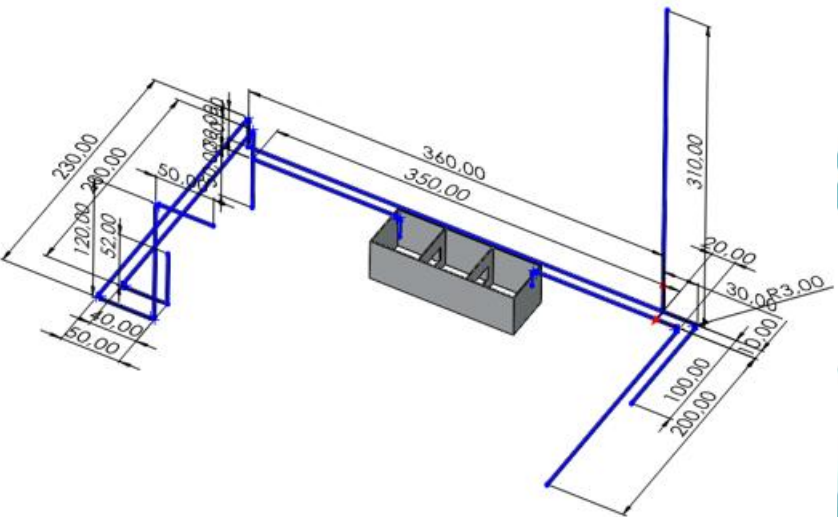
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

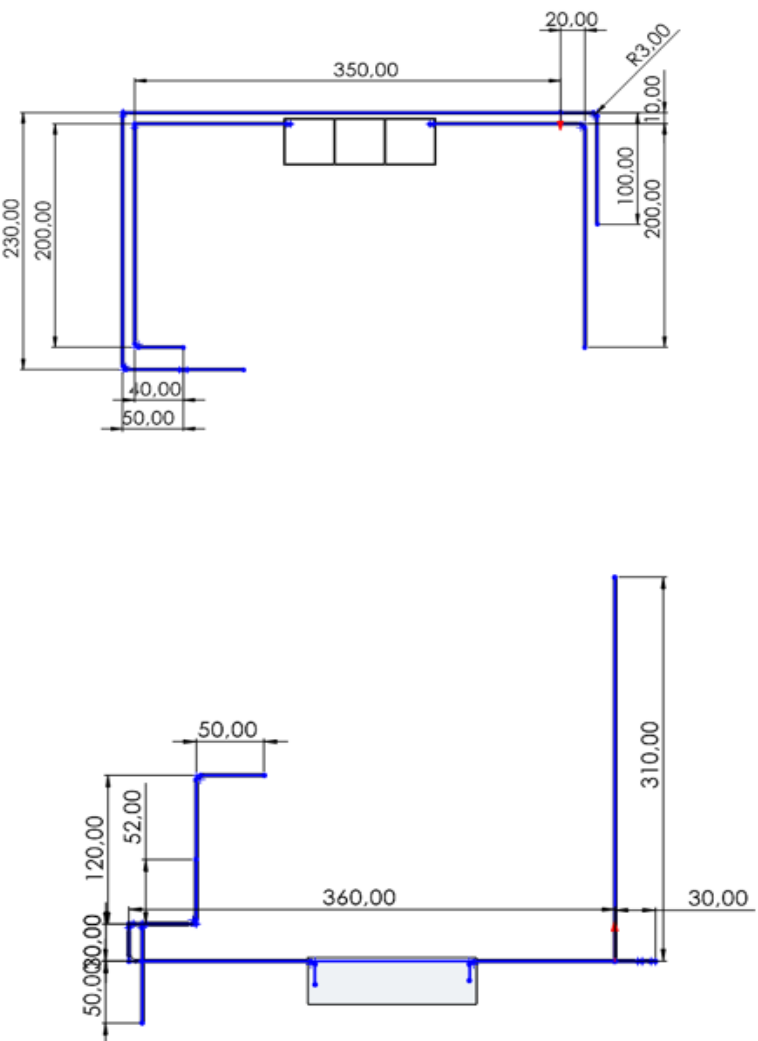


Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

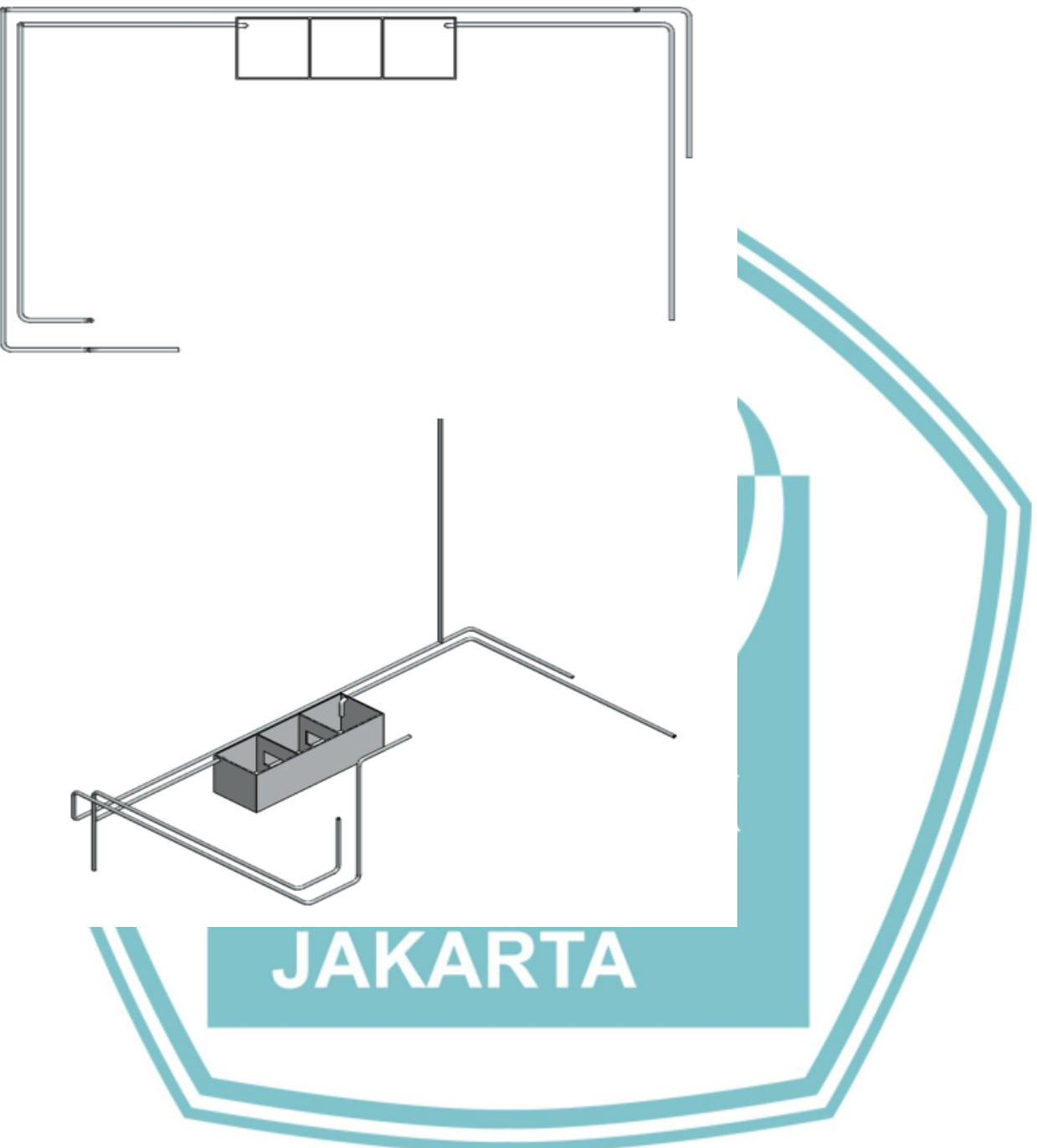


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

