



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



**DESAIN DAN PERANCANGAN
MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Rendhi Saputra
NIM. 2202311024

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



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



**DESAIN DAN PERANCANGAN
MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Rendhi Saputra
NIM. 2202311024

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



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

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

DESAIN DAN PERANCANGAN MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS

Oleh:
Rendhi Saputra
NIM. 2202311024
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1


Fajar Mulyana, S.T., M.T.
NIP. 197805222011011003

Pembimbing 2


Azam Mulyah Muhamad, S.T., M.T.
NIP. 199608232024061001

Kepala Program Studi
D3 Teknik Mesin


Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

DESAIN DAN PERANCANGAN MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS

Oleh:
Rendhi Saputra
NIM. 2202311024
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D-III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. Rosidi, S.T., M. T NIP. 196509131990031001	Penguji 1		24 Juli 2025
2	Andy Permana Rusdja, S.S.T., M. T NIP. 199302222024061001	Penguji 2		24 Juli 2025
3	Azam Milah Muhamad, M. T NIP. 199608232024061001	Penguji 3/Moderator		24 Juli 2025

Depok, 24 Juli 2025
Disahkan Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rendhi Saputra
NIM : 2202311024
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan 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.

Depok, 23 Juli 2025



Rendhi Saputra
NIM. 2202311024



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

DESAIN DAN PERANCANGAN MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS

Rendhi Saputra¹, Fajar Mulyana¹, Azam Milah Muhamad¹

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: rendhi.saputra.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan pembersihan permukaan logam akibat karat, oli, dan residu manufaktur memerlukan solusi yang efisien, presisi, dan tidak merusak material dasar. Salah satu metode yang efektif adalah vapor blasting, yaitu proses pembersihan dengan campuran air dan media abrasif bertekanan tinggi. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin vapor blasting berbasis sistem CNC 2 Axis yang mampu mengatur gerakan nozzle secara otomatis guna meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pembersihan. Proses perancangan meliputi identifikasi kebutuhan, studi literatur, perhitungan teknis, pemilihan komponen, pembuatan desain, serta perakitan prototipe. Mesin ini dirancang agar ergonomis, ekonomis, serta mudah dioperasikan untuk kebutuhan bengkel dan industri kecil. Berdasarkan hasil pengujian, mesin mampu bekerja pada tekanan hingga 116 PSI dan menghasilkan pembersihan permukaan logam yang merata dan konsisten. Inovasi ini menunjukkan potensi sebagai solusi sederhana namun efektif dalam mendukung perawatan dan pemanfaatan kembali komponen logam.

Kata kunci: *vapor blasting, CNC 2 Axis, desain mesin, pembersihan permukaan, tekanan tinggi, teknik mesin.*



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

DESAIN DAN PERANCANGAN MESIN *VAPOR BLASTING* CNC 2-AXIS

Rendhi Saputra¹, Fajar Mulyana¹, Azam Milah Muhamad¹

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: rendhi.saputra.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

The issue of cleaning metal surfaces affected by rust, oil, and manufacturing residue requires a solution that is efficient, precise, and non-damaging to the base material. One effective method is vapor blasting, a cleaning process that uses a high-pressure mixture of water and abrasive media. This final project aims to design and develop a vapor blasting machine based on a 2-Axis CNC system capable of automatically controlling the movement of the nozzle to enhance the accuracy and efficiency of the cleaning process. The design process includes identifying system requirements, conducting literature studies, performing technical calculations, selecting components, creating design drawings, and assembling the prototype. The machine is designed to be ergonomic, cost-effective, and easy to operate, particularly for workshops and small-scale industries. Based on testing results, the machine is capable of operating at pressures up to 116 PSI and delivers consistent, uniform cleaning on metal surfaces. This innovation demonstrates strong potential as a simple yet effective solution for maintaining and reconditioning reusable metal components.

Keyword: *vapor blasting, CNC 2-Axis, machine design, surface cleaning, high pressure, mechanical engineering*

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Proses Manufaktur Mesin *Vapor blasting* CNC-2 Axis”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, ST selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Fajar Mulyana, S. T., M. T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Azam Milah Muhamad, S.Tr, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kepada kedua orang tua tercinta, atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral dan material, serta pengorbanan yang tulus tanpa henti. Doa dan restu dari orang tua menjadi sumber kekuatan dan semangat utama dalam menyelesaikan proses pendidikan hingga tahap ini.
6. Bapak Ilham Wisnu Aji, S.Pd., yang senantiasa memberikan dukungan, kesempatan, serta motivasi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Semangat dan kepercayaannya menjadi dorongan yang berarti dalam menghadapi berbagai tantangan selama penyusunan tugas akhir.
7. Bapak Rahmat Sani, S.T., M.T., dan Kak Novia, S.T., B.Eng., atas segala dukungan, kesempatan, serta keringanan dalam pekerjaan yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Kebaikan dan pengertian yang diberikan sangat membantu dalam menjaga fokus dan semangat untuk menyelesaikan tugas ini dengan baik.



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

8. Larasati, A.Md.T., selaku rekan yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, baik melalui diskusi, dukungan teknis, maupun semangat yang diberikan. Bantuan dan kerja samanya memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam kelancaran penyusunan tugas ini hingga selesai.
9. Muhammad Faiz Fadilah, selaku rekan yang telah memberikan dukungan secara langsung dengan menyediakan tempat untuk beristirahat, serta kesediaannya menemani dan memberikan semangat selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Kehadiran dan bantuannya menjadi salah satu faktor penting yang meringankan beban selama menjalani masa-masa sulit dalam menyelesaikan tugas ini.
10. Kepada seluruh teman-teman seangkatan maupun dari angkatan lain yang telah menunjukkan kepedulian, memberikan semangat, serta mendukung perkembangan tugas maupun kondisi pribadi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Dukungan yang diberikan sangat berarti dalam menjaga motivasi dan semangat hingga tugas ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran untuk perbaikan kedepannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi mahasiswa untuk pengembangan di dunia industri.

Depok, 2 Juni 2025

Rendhi Saputra
NIM. 2202311024



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

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Pustaka	5
2.1.1 Pengertian <i>Vapor blasting</i>	5
2.1.2 Pengertian Mesin <i>Vapor blasting</i>	6
2.1.3 Pengertian CNC.....	7
2.1.4 Pengertian Mesin CNC.....	7
2.1.5 Pengertian Mesin <i>Vapor blasting</i> CNC 2-Axis	8
2.1.6 Prinsip Kerja Mesin <i>Vapor blasting</i> CNC 2-Axis	8
2.2 Langkah – Langkah Pengembangan Produk	9
2.2.1 Metode Quality Function Deployment (QFD)	10
2.2.2 House of Quality (HOQ)	10
2.2.3 Konsep <i>Screening</i>	11
2.2.4 Konsep <i>Scoring</i>	12
2.3 Analisa Perhitungan.....	12



© 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

2.3.1 Perhitungan Masa Mesin	12
2.3.2 Perhitungan Beban Pertitik Tumpu	13
2.3.3 Perhitungan Sambungan Las	13
2.3.4 Perhitungan <i>Tensile Strength</i>	14
2.4 Analisis Kekuatan Dengan Software Solidworks	14
2.5 Kajian Pembanding Alat Sejenis	15
2.5 State Of The Art (Fishbone)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	23
4.1 Identifikasi Kebutuhan Konsumen	23
4.2 Identifikasi Kebutuhan Spesifikasi	23
4.3 Matrix <i>House of Quality</i> (HOQ)	24
4.4 Konsep Desain Rancangan	25
4.4.1 Konsep Desain Rancangan Alternatif 1	25
4.4.2 Konsep Desain Rancangan Alternatif 2	26
4.5 Konsep <i>Screening</i>	27
4.6 Konsep <i>Scoring</i>	28
4.7 Analisis Rancangan Rangka	29
4.7.1 Data Perancangan	29
4.7.2 Perhitungan tegangan bending	29
4.7.3 Evaluasi Kekuatan	30
4.8 Pengujian Kekuatan Menggunakan Software Solidworks	31
4.9 Uraian Domain Parts	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37



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 Hasil Vapor blasting.....	5
Gambar 2. 2 Mesin Vapor blasting.....	6
Gambar 2. 3 Diagram langkah pengembangan produk.....	9
Gambar 2.4 Diagram Quality Function Deployment	11
Gambar 2. 5 Software Solidworks.....	15
Gambar 2. 6 Diagram Fishbone.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 4. 1 Matrix House of Quality (HOQ).....	24
Gambar 4. 2 Design Alternatif 1 Mesin Vapor blasting	26
Gambar 4. 3 Design Alternatif 2 Mesin Vapor Blasting.....	27
Gambar 4. 4 Material Properties AISI 1035	31
Gambar 4. 5 Gaya Fixed Geometry.....	32
Gambar 4. 6 Gaya Pada Rangka.....	33
Gambar 4. 7 Mesh Pada Rangka	33
Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Von Misses	34

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Identifikasi Kebutuhan Konsumen	23
Tabel 4. 2 Konsep Screening	28
Tabel 4. 3 Table Scoring.....	28
Tabel 4. 4 Domain Parts	35





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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal dan Kegiatan	40
Lampiran 2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)	41
Lampiran 3. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	42
Lampiran 4. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	43
Lampiran 5. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	44
Lampiran 6. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	45
Lampiran 7. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	46
Lampiran 8. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	47
Lampiran 9. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	48
Lampiran 10. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis	49

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Vapor blasting merupakan metode pembersihan permukaan logam dengan memanfaatkan campuran antara media abrasif, air, dan udara bertekanan tinggi untuk menghasilkan permukaan yang bersih, halus, dan tanpa merusak dimensi asli dari komponen tersebut. Metode ini sering digunakan dalam industri otomotif, manufaktur, maupun restorasi komponen mesin karena dinilai lebih halus dibandingkan sandblasting kering (M. Yusuf et al., 2018). Teknik ini juga dikenal sebagai wet blasting karena menggunakan cairan sebagai media utama dalam prosesnya.

Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya kebutuhan akan proses pembersihan yang efisien dan presisi, banyak industri maupun UKM yang mulai mengembangkan mesin *vapor blasting* sendiri, baik secara manual maupun semi-otomatis (Andi Haslinah, 2023). Namun, sebagian besar mesin tersebut masih memiliki kelemahan, seperti kontrol arah semprotan yang belum presisi dan harga produksi yang tinggi karena penggunaan material stainless steel sebagai rangka. Selain itu, belum banyak penelitian yang menggabungkan sistem CNC pada mesin *vapor blasting* untuk mengontrol pergerakan nozzle secara otomatis, sehingga proses pembersihan belum maksimal (Dian et al., 2019).

Dalam penelitian ini dilakukan kerja sama dengan salah satu bengkel otomotif di Yogyakarta yang membutuhkan mesin *vapor blasting* berkapasitas sedang untuk membersihkan komponen mesin. Berdasarkan kebutuhan di lapangan, mesin ini harus memiliki tekanan kerja maksimum hingga 116 PSI dan mampu mengarahkan semprotan secara akurat melalui sistem CNC 2 Axis. Saat ini, belum tersedia mesin *vapor blasting* dengan spesifikasi tersebut di pasaran, sehingga dibutuhkan rancang bangun baru yang efisien dan ekonomis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis memilih judul “*Design dan Perancangan Mesin Vapor blasting CNC 2-Axis*” yang bertujuan untuk merancang mesin *vapor blasting* berkapasitas 116 PSI dengan sistem penggerak

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

nozzle berbasis CNC dua sumbu. Perancangan mencakup pemilihan komponen dinamis seperti motor, poros, dan bantalan (bearing). Selain itu, dilakukan analisis perbandingan kekuatan antara material rangka AISI 1045 dan Stainless Steel 304 menggunakan simulasi *SolidWorks* untuk menentukan pilihan material yang optimal dari segi kekuatan dan efisiensi biaya (Nawrot et al., 2003). Penulis juga merancang ruang semprot (chamber) dengan sistem double wall untuk meningkatkan efisiensi penyemprotan dan mengurangi kebocoran media (Husodo, 2020).

Berdasarkan hasil kajian dalam Perancangan Rancang Bangun Mesin *Vapor Blasting*, ditemukan beberapa kekurangan, yaitu: (1) Harga terendah yang ditemukan dalam kajian masih tergolong cukup tinggi, yaitu di atas Rp 7.000.000; (2) Dengan harga tersebut, dimensi mesin yang dapat dibuat adalah 2.000 mm x 1.000 mm x 2.000 mm, yang menyebabkan pemborosan ruang kerja; (3) Mesin *vapor blasting* tidak dapat dibongkar pasang, sehingga menyulitkan proses pemindahan; dan (4) Mesin yang diproduksi masih bersifat manual dan bergantung pada tenaga manusia.

Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut, maka mesin *vapor blasting* dirancang agar: (1) Mesin dapat dibongkar pasang, (2) Biaya pembuatan di bawah Rp 7.000.000, (3) Dimensi mesin menjadi 420 mm x 400 mm x 1.400 mm, dan (4) Mesin menggunakan sistem CNC 2-Axis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, sehingga didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana *design* ruang semprot (chamber) agar pasir langsung masuk ke tempat penampungan?
2. Bagaimana menentukan material dan menghitung kontruksi rangka yang digunakan pada mesin *vapor blasting*?

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 kritis 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

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan rancang bangun ini meliputi:

1. Membuat *design* ruang semprot (chamber) agar pasir langsung masuk ke tempat penampungan.
2. Menentukan material dan menghitung konstruksi rangka yang digunakan pada mesin *vapor blasting*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir sebagai berikut:

1. Dalam tugas akhir ini penulis berfokus pada proses *design* yaitu pengujian rangka menggunakan solidworks dan pemilihan materialnya.
2. Dimensi *design* mesin dibatasi berdasarkan optimasi biaya pembuatan agar tetap ekonomis tanpa mengurangi fungsi utama mesin.
3. Tugas Akhir ini difokuskan pada perhitungan konstruksi rangka saja, tanpa mencakup aspek sistem kendali, proses manufaktur secara keseluruhan, atau analisis komponen lainnya di luar struktur rangka.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir rancang bangun ini adalah:

1. Meningkatkan efisiensi proses pembersihan permukaan logam, karena mesin dapat bekerja secara otomatis dan presisi pada dua sumbu gerak (X dan Y).
2. Mempermudah proses pemindahan alat, karena desain mesin dirancang modular dan ringkas, sehingga tidak memerlukan pembongkaran menyeluruh saat akan dipindahkan.
3. Mengurangi penggunaan energi dan bahan abrasif, berkat kontrol arah gerak nozzle yang lebih akurat dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembersihan.

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. Memberikan hasil pembersihan yang lebih merata dan konsisten, dibandingkan metode manual, karena pergerakan nozzle dapat dikendalikan secara otomatis dan berulang.
5. Menjadi referensi pengembangan mesin lokal, sebagai inovasi dalam bidang teknik mesin untuk kebutuhan industri kecil hingga menengah yang memerlukan perawatan logam.
6. Meningkatkan nilai kompetensi mahasiswa, terutama dalam bidang desain mekanik, otomasi, serta integrasi sistem kontrol berbasis CNC.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis membagi menjadi 5 bab. Sistematika penulisan laporan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tinjauan pustaka mengenai teori-teori yang mendasari penelitian, seperti mesin CNC, teknologi *vapor blasting*, serta proses manufaktur yang relevan dengan pembuatan mesin *vapor blasting* CNC 2-Axis.

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tahapan metodologi yang digunakan, mulai dari perancangan mesin, pemilihan material, dan proses manufaktur dari mesin *vapor blasting* CNC 2-Axis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil fabrikasi dan pembahasan hasil pengujian mesin *vapor blasting* CNC 2-Axis.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh terkait komponen dan sistem yang digunakan, serta memberikan saran untuk pengembangan di masa mendatang.

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 V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perancangan ruang semprot (*chamber*) pada mesin *vapor blasting* berhasil diwujudkan dalam bentuk desain tertutup yang ergonomis, dilengkapi sistem corong di bagian bawah untuk mengarahkan media abrasif langsung ke penampungan, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan media dan memudahkan proses daur ulang.
2. Pemilihan material rangka menggunakan baja SS400 dengan profil 30×30×3 mm menunjukkan hasil yang aman berdasarkan simulasi kekuatan menggunakan *software SolidWorks*, di mana rangka mampu menahan beban hingga 20 kg tanpa melebihi batas tegangan izin, serta mendukung pergerakan sistem CNC 2-Axis secara stabil dan presisi.

5.2 Saran

Setelah mempertimbangkan kesimpulan yang telah di jelaskan dan mengacu pada tujuan penelitian ini, terdapat beberapa saran yaitu:

1. Prototipe mesin sebaiknya segera direalisasikan dan diuji secara langsung untuk mengevaluasi performa semprotan, efisiensi sistem CNC 2-Axis, serta ketahanan struktur rangka dalam kondisi kerja sebenarnya.
2. Sistem kontrol CNC perlu dikembangkan menggunakan mikrokontroler yang lebih fleksibel, serta dilengkapi fitur antarmuka yang mendukung pengaturan pola gerak nozzle secara lebih presisi dan *user-friendly*.
3. Fitur pendukung seperti sistem pencahayaan dalam chamber, ventilasi udara, serta filter pemisah media abrasif disarankan untuk ditambahkan guna meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi operasional mesin.

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Dzierwa, P. Pawlus, dan W. Zelasko, "*The Influence of Disc Surface Topography after Vapor blasting on Wear of Sliding Pairs under Dry Sliding Conditions*," *Coatings*, vol. 10, no. 2, pp. 1–15, 2020. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.3390/coatings10020102>
- [2] A. R. Priyanto, "Rancang Bangun Mesin *Vapor blasting* Semi Otomatis untuk Komponen Aluminium," Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2022.
- [3] R. Karuppuswamy, et al., "*Performance Evaluation of Wet Abrasive Jet Machining Process Using Silicon Carbide Slurry*," *IJERT*, vol. 6, no. 5, pp. 421–425, 2017.
- [4] M. Fadillah, "Pengaruh Proses Wet Blasting terhadap Kekasaran Permukaan Baja Karbon," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 65–72, 2021.
- [5] H. Irawan, "Desain dan Implementasi Mesin *Vapor blasting* untuk Finishing Komponen Motor," Skripsi, Universitas Negeri Malang, 2020.
- [6] S. Kurniawan dan M. Yuliana, "Penerapan Teknologi Wet Blasting dalam Perawatan Komponen Logam Industri Otomotif," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [7] Y. Zhao, et al., "Effect of Micro Abrasive Slurry Jet Polishing on Coated Tools," *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, vol. 36, no. 1, pp. 1–12, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1186/s10033-023-00948-9>
- [8] H. P. Putra, "Parametric Characterization of Machined Textured Surfaces after *Vapor blasting*," *Jurnal Material dan Permukaan*, vol. 12, no. 3, pp. 88–93, 2022.
- [9] S. Novan, "A Comparative Analysis of Post-Processing Methods for FFF 3D Printing: Vapor Smoothing vs Blasting," *Jurnal Teknik Manufaktur*, vol. 7, no. 2, pp. 34–40, 2022.
- [10] R. Saputra, "Perancangan Sistem Nozzle dan Pompa pada Mesin *Vapor blasting* untuk Presisi Tinggi," Tugas Akhir, Politeknik Negeri Semarang, 2024.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

[11] *Teknik*, 29(1), 62–70. Nugroho, T. U., Saputro, H., & Estriyanto, Y. (2012). *Pengaruh Kecepatan Pemakanan Dan Waktu Pemberian Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Cutter End Mill Hss Hasil Pemesinan Cnc Milling Pada Baja St 40*, 1(1), 79–89



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 :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal dan Kegiatan

No.	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli
1	Studi Literatur				
2	Menentukan Pembuatan				
3	Pembelian Material dan Bahan				
4	Pembuatan Mesin				
5	Evaluasi Pembuatan Mesin				
6	Penyusunan Laporan				
7	Sidang Hasil				

Lampiran 2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

	ITEM	UNIT	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
A	ELEKTRIKAL				
	A. 1	Motor Stepper	pcs	2	Rp 400.000
	A. 2	Power Supply	pcs	1	
	A. 3	Modul CNC Shield	pcs	1	Rp 65.000
	A. 4	Driver CNC Shield A4988	pcs	2	Rp 24.500
	A. 5	Kabel 1 m	pcs	4	Rp 7.000
	A. 6	Adaptor Arduino	pcs	1	Rp 25.000
	A. 7	Kabel Jumper	pcs	1	Rp 15.000
	A. 8	Push Button	pcs	3	Rp 20.000
Total				Rp	642.000
B	MANUFAKTUR				
	B1	Selang Kompresor	pcs	1	Rp 65.000
	B2	Selang Air	pcs	2	Rp 10.000
	B3	Selang Nozzle	pcs	1	Rp 65.000
	B4	Besi Siku ASTM A53 3mm	pcs	2	Rp 55.000
	B5	Dempul Sampilac	pcs	1	Rp 35.000
	B6	Pylox Silver	pcs	1	Rp 30.000
	B7	Gun + Nozzle Vapor Blasting	pcs	1	Rp 345.000
	B8	Pompa Air 100 Watt	pcs	1	Rp 450.000
	B9	Aluminium Profile 2040	cm	154	Rp 1.000
	B10	Aluminium Profile 2040	cm	71	Rp 195.000
	B11	Copler Shaft 8x8	pcs	1	
	B12	Leadscrew T8 30cm	pcs	1	
	B13	Pasir Silika	pcs	1	
	B14	Bearing Blok KP08	pcs	4	Rp 11.000
	B15	Linear Bearing LM12UU	pcs	4	Rp 25.000
	B16	Sleding Nut M6	pcs	5	Rp 14.000
	B17	Mika Akrilik	pcs	1	Rp 600.000
	B18	Braket L	pcs	2	Rp 35.000
	B19	Linear Rail Shaft Support SK8	pcs	8	Rp 588.000
	B20	Road Stainless Steel 30 cm	pcs	2	
	B21	Leadscrew T8 30cm	pcs	1	
	B22	Siku 2040 B90	pcs	8	
	B23	Nut T8 2 mm	pcs	2	Rp 150.000
	B24	Biaya Sewa Bengkel	pcs	1	
	B25	Dudukan Nozzle	pcs	1	
	B26	Clamp Ring	pcs	4	
	B27	Baut L M6	pcs	45	
	B28	Regulator Valve	pcs	1	Rp 100.000
Total				Rp	3.460.500
Total Keseluruhan				Rp	4.102.500,00000

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

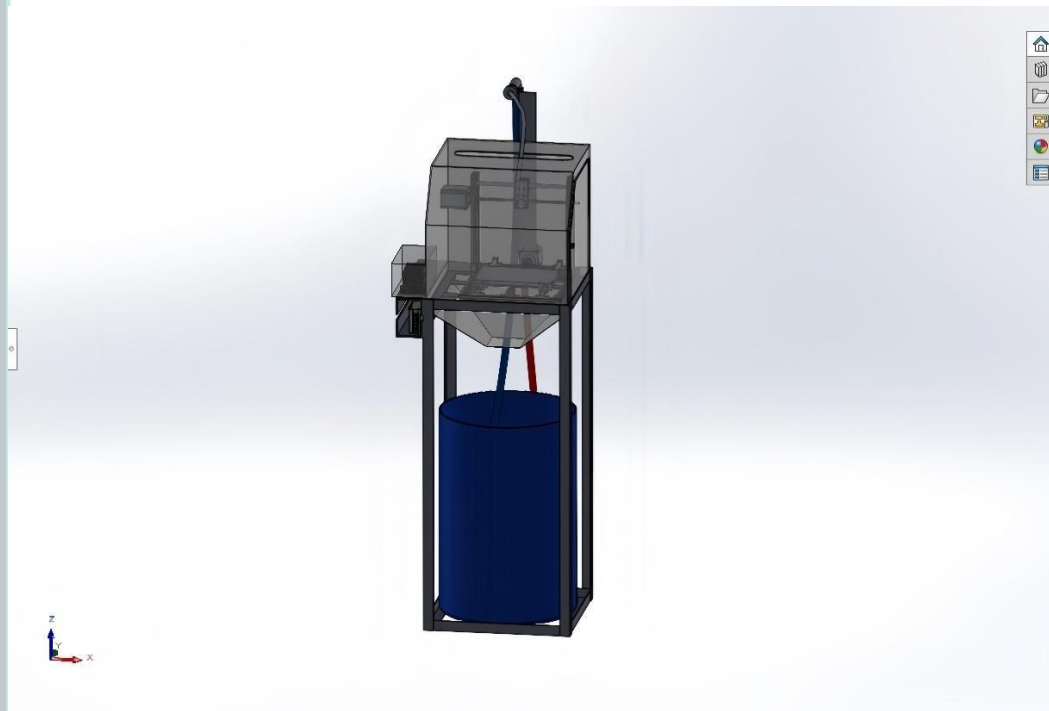
Lampiran 3. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



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

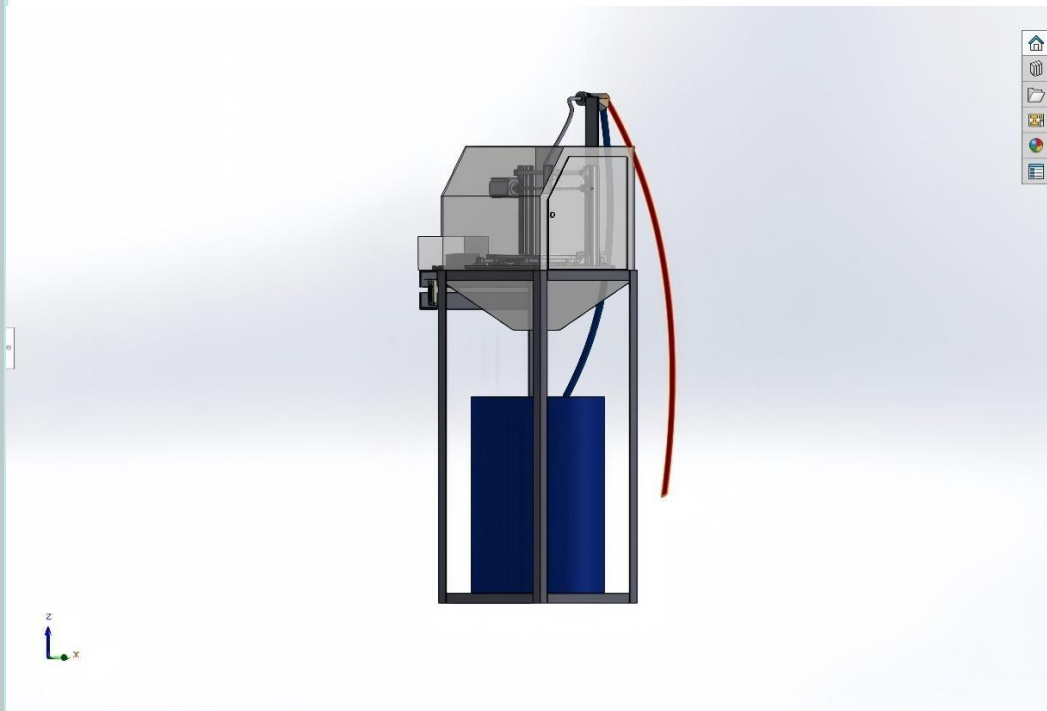
Lampiran 4. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



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

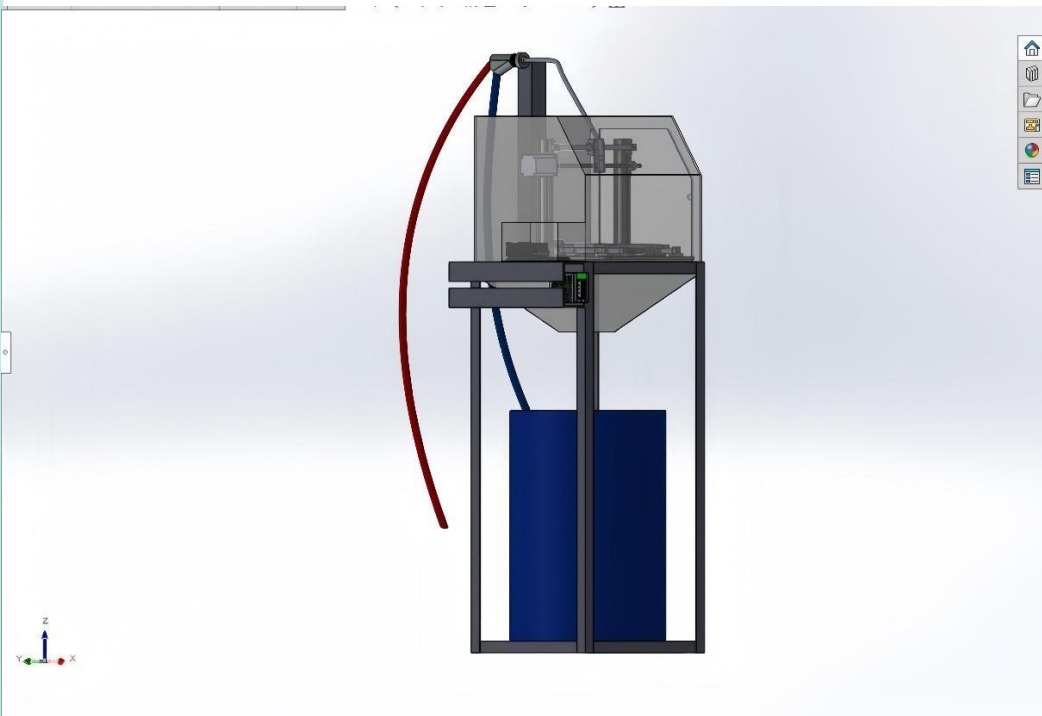
Lampiran 5. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



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

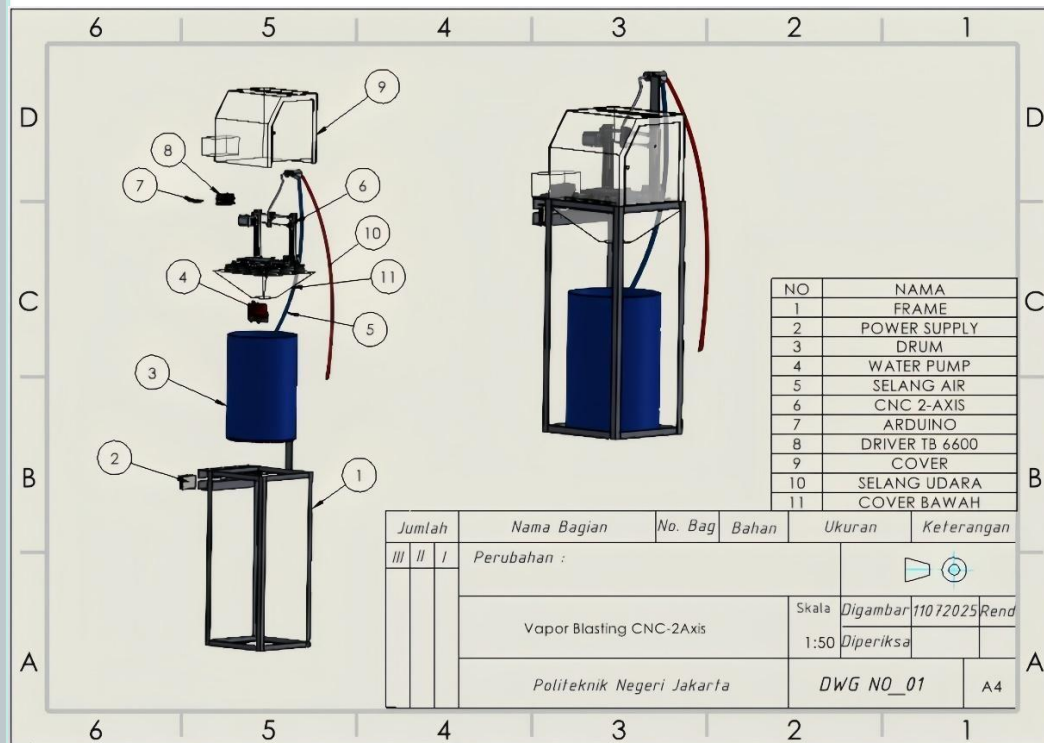
Lampiran 6. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



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

Lampiran 7. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis

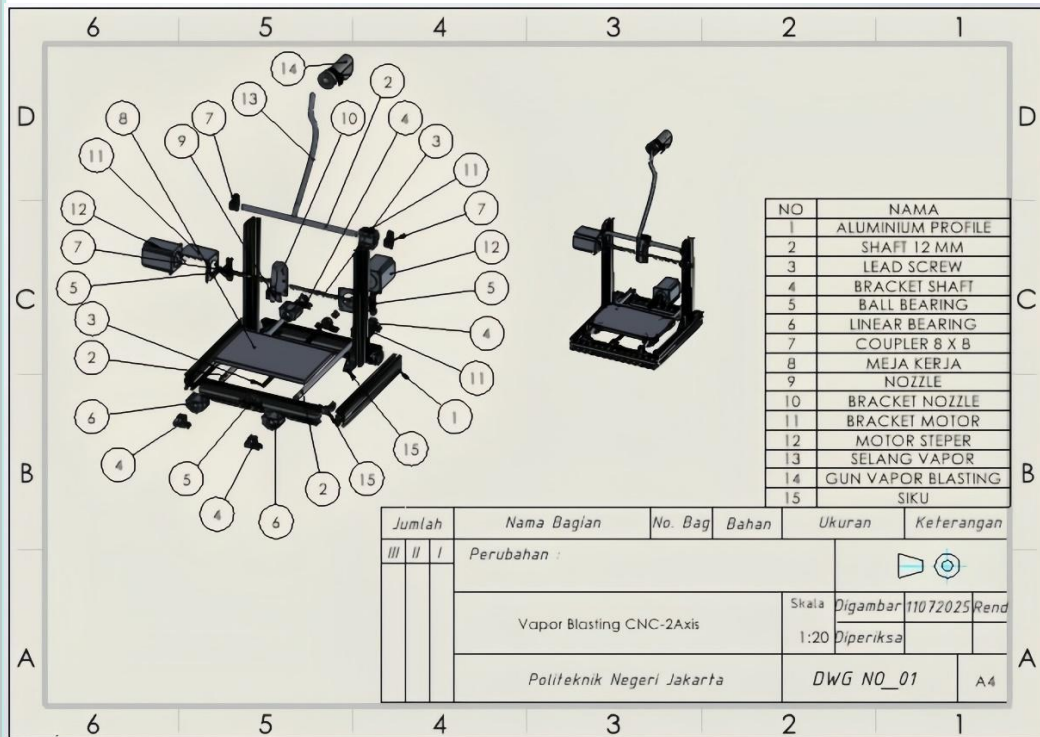


POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

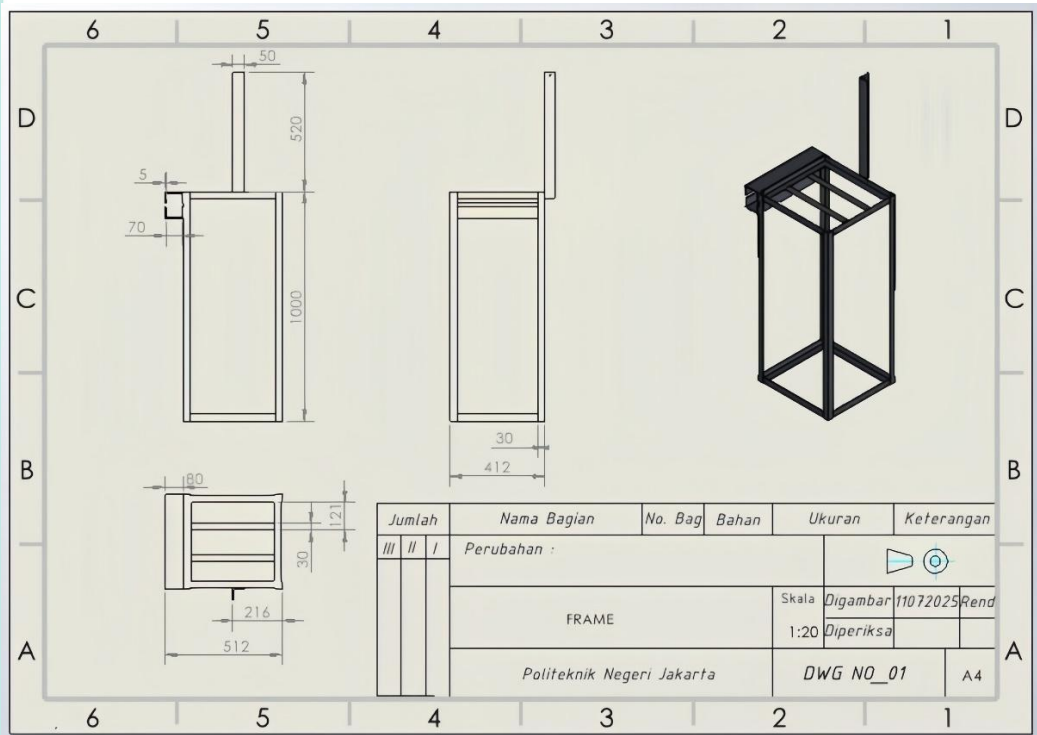
Hak Cipta :

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

Lampiran 8. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



Lampiran 9. Explode View Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis

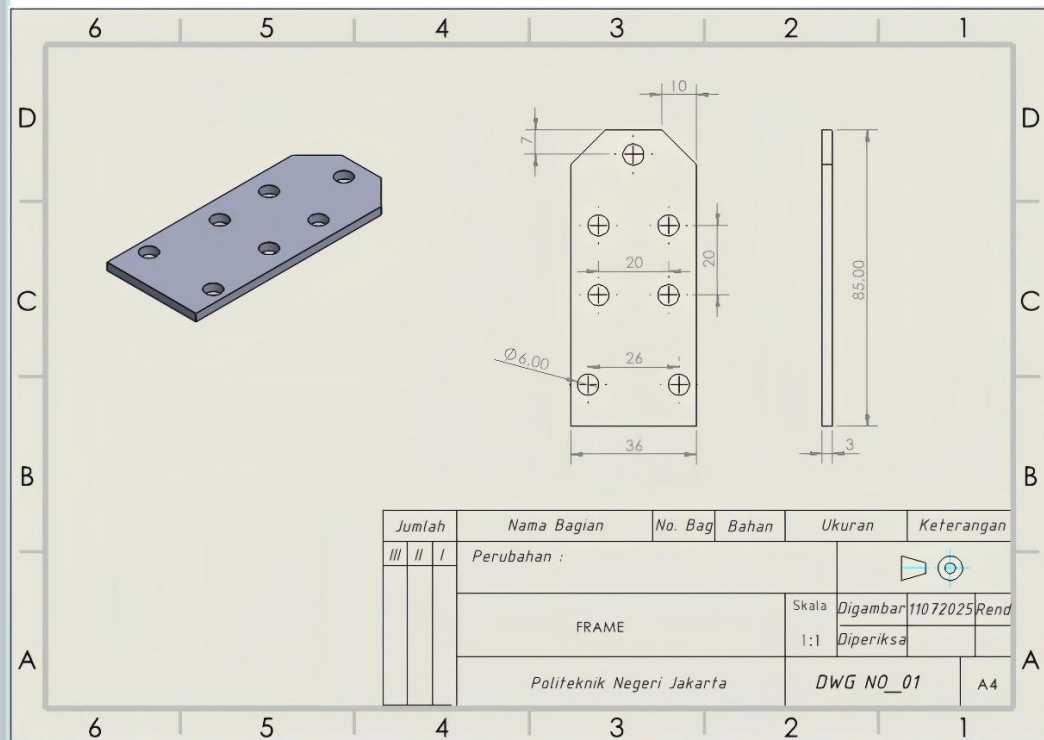


Hak Cipta :

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

Lampiran 10. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis

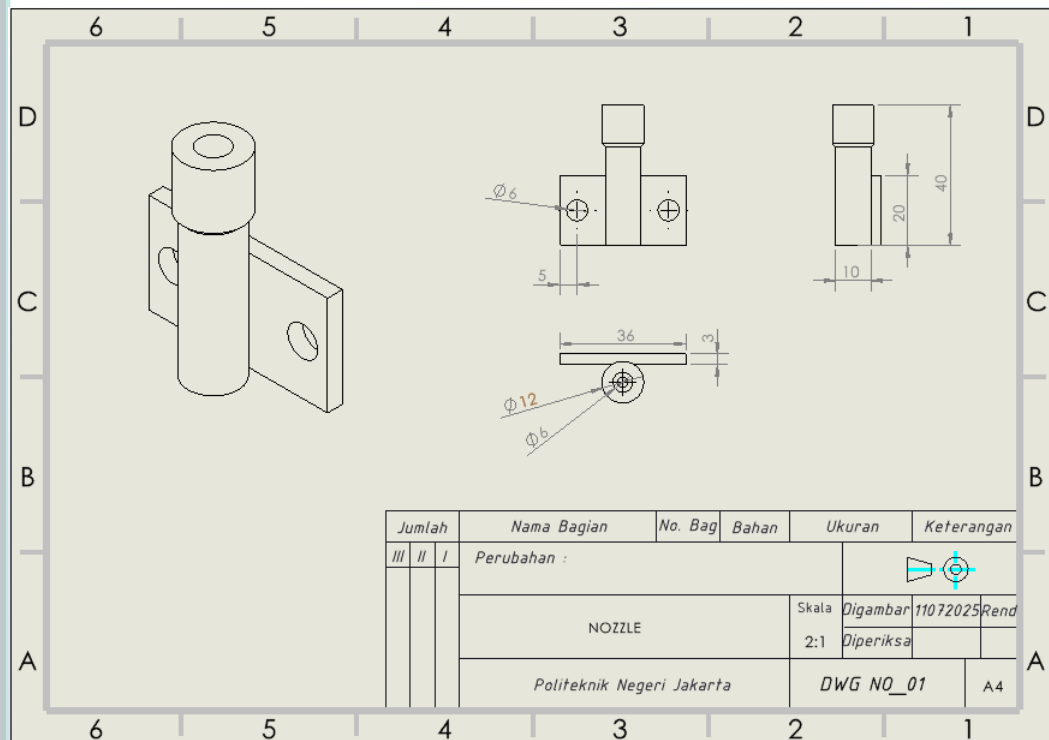


Hak Cipta :

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

Lampiran 11. Desain 3D Mesin Vapor Blasting CNC-2 Axis



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