



© 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



**RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER*  
FILAMENT EXTRUDER MENGGUNAKAN METODE  
*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

**LAPORAN SKRIPSI**  
**POLITEKNIK**  
**NEGERI**  
**JAKARTA**

Oleh:

**Muhammad Alwan Dzaikra**

**NIM. 2102411036**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**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



**RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER*  
*FILAMENT EXTRUDER* MENGGUNAKAN  
METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

**LAPORAN SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan Sarjana Terapan Program Studi  
Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

Muhammad Alwan Dzaikra

NIM. 2102411036

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2025**

## HALAMAN PERSEMBAHAN



© 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







**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 SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER FILAMENT EXTRUDER*  
MENGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

Oleh:

Muhammad Alwan Dzaikra

NIM. 2102411036

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Laporan skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Haolia Rahman , S.T., M.T. Ph.D  
NIP. 198406122012121001

Pembimbing 2

Vina Nanda Garjati , S.T., M.T.  
NIP. 199206232020122014

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.  
NIP. 199403192022031006



## © 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 PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

### RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER FILAMENT EXTRUDER* MENGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

Oleh:

Muhammad Alwan Dzaikra

NIM. 2102411036

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 25 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan  
Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

### DEWAN PENGUJI

| No. | Nama                                                                    | Posisi<br>Penguji | Tanda<br>Tangan | Tanggal   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| 1.  | Vina Nanda Garjati , S.T., M.T.<br>NIP. 199206232020122014              | Ketua             |                 | 29/7/2025 |
| 2.  | Dr.Eng., Pribadi Mumpuni Adhi , S.Si, M.Eng.<br>NIP. 198901312019031009 | Anggota           |                 | 29/7/2025 |
| 3.  | Azam Milah Muhamad , M.T.<br>NIP. 199608232024061001                    | Anggota           |                 | 29/7/2025 |

Depok, \_\_\_\_ 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**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Alwan Dzaikra

NIM : 2102411036

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) 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 (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya.



Muhammad Alwan Dzaikra

NIM. 2102411036





**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

# RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER FILAMENT EXTRUDER* MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

Muhammad Alwan Dzaikra<sup>1</sup>, Haolia Rahman<sup>1</sup>, dan Vina Nanda Garjati<sup>1</sup>

Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin,  
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, Indonesia  
Email: [muhammad.alwan.dzaikra.tm21@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:muhammad.alwan.dzaikra.tm21@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

Teknologi *3D printing* semakin banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan objek berbahan dasar plastik dengan tingkat presisi yang tinggi. Proses penting dalam teknologi ini adalah produksi filamen plastik melalui ekstrusi, dimana kualitas filamen sangat dipengaruhi oleh konsistensi diameternya yaitu 1,75 mm. Namun, banyak mesin ekstruder konvensional belum dilengkapi sistem pendinginan dan *spooler* otomatis, sehingga diameter filamen yang dihasilkan cenderung tidak stabil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin *Desktop 3D Printer Filament extruder* menggunakan metode *Quality function deployment* (QFD). Melalui pendekatan *House of Quality* (HoQ), kebutuhan pengguna seperti konsistensi diameter, kemudahan operasi, dan efisiensi desain dipetakan ke dalam spesifikasi teknis. Analisis HoQ menunjukkan bahwa kontrol RPM *screw*, *spooler*, sistem pendinginan, dan kontrol suhu memiliki peran yang penting terhadap pemenuhan kebutuhan pelanggan. Uji coba dilakukan pada suhu 200°C, 205°C, dan 210°C dengan kecepatan *screw* konstan 7 rpm. Hasil terbaik diperoleh pada suhu 210°C, menghasilkan diameter filamen *Acrylonitrile Butadiene Styrene* dengan rata-rata 1,76 mm dengan standar deviasi 0,04 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa metode QFD efektif dalam menghasilkan mesin yang mampu menjaga konsistensi diameter filamen yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar *3D printing*.

Kata Kunci : *3D Printing*, Ekstrusi, *Filament Extruder*, *Acrylonitrile Butadiene Styrene*, QFD, HoQ



**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

# **RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER FILAMENT* *EXTRUDER* MENGGUNAKAN METODE *QUALITY* *FUNCTION DEPLOYMENT***

**Muhammad Alwan Dzaikra<sup>1</sup>, Haolia Rahman<sup>1</sup>, dan Vina Nanda Garjati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

Email : [muhammad.alwan.dzaikra.tm21@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:muhammad.alwan.dzaikra.tm21@mhs.w.pnj.ac.id)

## **ABSTRACT**

3D printing technology is increasingly used in the manufacturing industry to produce plastic-based objects with high precision. A critical process in this technology is the production of plastic Filament through extrusion, in which the Filament quality is highly influenced by its diameter consistency, specifically at 1.75 mm. However, many conventional extruder machines are not equipped with a cooling system and automatic spooler, resulting in unstable Filament diameter. This study aims to design and develop a desktop 3D printer Filament extruder using the Quality function deployment (QFD) method. Through the House of Quality (HoQ) approach, user requirements such as diameter consistency, operational ease, and design efficiency were translated into technical specifications. HoQ analysis showed that screw RPM control, spooler, cooling system, and temperature control play a significant role in meeting customer *needs*. Testing was conducted at temperatures of 200°C, 205°C, and 210°C with a constant screw speed of 7 RPM. The best result was obtained at 210°C, producing Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Filament with an average diameter of 1.76 mm and a standard deviation of 0.04 mm. These results demonstrate that the QFD method is effective in developing a machine capable of maintaining Filament diameter consistency in accordance with user requirements and 3D printing standards.

**Keywords :** 3D Printing, Extrusion, Filament Extruder, Acrylonitrile Butadiene Styrene, QFD, HoQ





**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 ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "RANCANG BANGUN *DESKTOP 3D PRINTER FILAMENT EXTRUDER* MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*" Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir., Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Haolia Rahman, S.T., M.T. Ph.D selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan dukungan selama proses pengerjaan skripsi ini.
4. Ibu Vina Nanda Garjati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan dukungan selama proses pengerjaan skripsi ini.
5. Ayah dan Ibu, atas doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Arianne yang telah memberikan semangat dan dukungan emosional dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. MANDALA 41 beserta seluruh rekan yang telah berjuang bersama selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. Keluarga Manufaktur M21 yang telah memberikan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penulisan. Oleh karena itu, penulis



## © 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

mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pembaca serta pihak-pihak yang berkepentingan.

Depok, 15 Juli 2025

Muhammad Alwan Dzaikra





**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 PERSEMBAHAN .....                                                                                                    | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                                                                      | iv   |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                                                                         | v    |
| ABSTRAK .....                                                                                                                | vi   |
| ABSTRACT.....                                                                                                                | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                                                                         | viii |
| DAFTAR ISI.....                                                                                                              | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                                                          | xiii |
| DAFTAR TABEL.....                                                                                                            | xv   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                                                         | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                                                                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                                                     | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                                                                     | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                                                                  | 3    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                                                                                    | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                                                                                 | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Skripsi.....                                                                               | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                                                                 | 6    |
| 2.1 Landasan Teori.....                                                                                                      | 6    |
| 2.1.1 Plastik.....                                                                                                           | 6    |
| 2.1.2 <i>Filament 3D Printing</i> .....                                                                                      | 7    |
| 2.1.3 <i>Extrusion</i> .....                                                                                                 | 8    |
| 2.1.4 <i>Extruder Filament 3D Printing</i> .....                                                                             | 9    |
| 2.1.5 Metode <i>Quality function deployment (QFD)</i> .....                                                                  | 17   |
| 2.1.6 <i>House of Quality</i> .....                                                                                          | 18   |
| 2.2 Kajian Literatur .....                                                                                                   | 20   |
| 2.2.1 Perancangan Ulang Mesin Filamen Ekstruder Pada Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Semi Otomatis (2024) .....           | 20   |
| 2.2.2 <i>A Material-Recycling Unit for the Fused Deposition Modelling of Three-Dimensional Printing Systems</i> (2024) ..... | 21   |





## © 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

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3 Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Metode Penarik dan Penggulung Otomatis (2020) ..... | 22 |
| 2.2.4 <i>Design of 3D Filament extruder for Fused deposition modeling (FDM) additive manufacturing</i> (2019).....                     | 23 |
| 2.2.5 <i>3D Printer Filament Extruder Machine's Filament Collecting Machine</i> (2024) .....                                           | 24 |
| 2.2.6 <i>Dimensional Accuracy of 3D Printed Polypropylene Filament Using Extrusion Machine</i> (2021) .....                            | 25 |
| 2.2.7 <i>Construction of Low-Cost Equipment for Winding 3D Printer Filaments</i> (2020).....                                           | 26 |
| 2.2.8 Desain Mesin Filament Extruder (2022).....                                                                                       | 27 |
| 2.2.10 PENGEMBANGAN MESIN EKSTRUSI FILAMEN 3D PRINTER DENGAN SISTEM KENDALI SEMI OTOMATIS (2023).....                                  | 28 |
| 2.3 Kajian Paten .....                                                                                                                 | 29 |
| 2.3.1 <i>Recycling materials in various environments including reduced gravity environments US10759089B1</i> .....                     | 30 |
| 2.3.2 <i>Multi-Filament three-dimensional printing US11571852B2</i> .....                                                              | 31 |
| 2.3.3 <i>Filament Guide Mechanism for Filament Spool Container US7938351B2</i> .....                                                   | 32 |
| BAB III METODOLOGI Pengerjaan Skripsi .....                                                                                            | 33 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                                                                                                      | 33 |
| 3.2 Jenis Penelitian.....                                                                                                              | 35 |
| 3.3 Objek Penelitian.....                                                                                                              | 36 |
| 3.4 Metode Pengambilan Sampel .....                                                                                                    | 36 |
| 3.5 Jenis dan Sumber Penelitian .....                                                                                                  | 37 |
| 3.6 Metode Pengumpulan Data Penelitian.....                                                                                            | 37 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                                                      | 38 |
| 4.1 Analisa Pengembangan mesin .....                                                                                                   | 38 |
| 4.1.1 Identifikasi kebutuhan konsumen .....                                                                                            | 38 |
| 4.1.2 Identifikasi Kebutuhan Spesifikasi .....                                                                                         | 39 |
| 4.1.3 Matriks Kesesuaian Kebutuhan Konsumen dan Kemampuan Mesin..                                                                      | 39 |
| 4.1.4 <i>Customer Requirement Matrix</i> .....                                                                                         | 40 |
| 4.1.5 <i>Functional Requirement Matrix</i> .....                                                                                       | 41 |
| 4.1.6 <i>Relationship Matrix</i> .....                                                                                                 | 44 |
| 4.1.7 <i>Priorities Rank</i> .....                                                                                                     | 45 |
| 4.1.8 <i>House of Quality</i> .....                                                                                                    | 46 |



## © 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

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2 Konsep Rancangan Desain.....                                                 | 47 |
| 4.2.1 Penyaringan Konsep ( <i>Concept Screening</i> ) .....                      | 50 |
| 4.2.2 Penilaian Konsep ( <i>Concept Scoring</i> ) .....                          | 50 |
| 4.3 Pemilihan <i>Motor stepper</i> .....                                         | 51 |
| 4.4 Analisa Elemen Pemanas .....                                                 | 52 |
| 4.5 Desain <i>Screw Extruder</i> .....                                           | 54 |
| 4.6 Desain <i>Barrel</i> .....                                                   | 55 |
| 4.7 Proses Fabrikasi .....                                                       | 56 |
| 4.8 Spesifikasi Akhir <i>Assembly Desktop 3D Printer Filament Extruder</i> ..... | 61 |
| 4.9 Hasil Uji Coba Alat.....                                                     | 63 |
| 4.9.1 Grafik Perbandingan Rata – Rata Hasil Uji Coba.....                        | 69 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                                                  | 72 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                             | 72 |
| 5.2 Saran.....                                                                   | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                             | 74 |
| LAMPIRAN .....                                                                   | 79 |

**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 GAMBAR**

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 <i>Filament</i> .....                                                                                                                      | 8  |
| Gambar 2.2 <i>Filament Extruder</i> .....                                                                                                             | 8  |
| Gambar 2.3 <i>Hopper</i> .....                                                                                                                        | 9  |
| Gambar 2.4 <i>Motor Stepper</i> .....                                                                                                                 | 10 |
| Gambar 2.5 <i>Driver Motor</i> .....                                                                                                                  | 10 |
| Gambar 2.6 <i>Screw Extruder</i> .....                                                                                                                | 11 |
| Gambar 2.7 <i>Band heater</i> .....                                                                                                                   | 11 |
| Gambar 2.8 <i>Barrel</i> .....                                                                                                                        | 13 |
| Gambar 2.9 <i>Flexible Coupling</i> .....                                                                                                             | 14 |
| Gambar 2.10 <i>Nozzle</i> .....                                                                                                                       | 14 |
| Gambar 2.11 <i>PID Controller</i> .....                                                                                                               | 15 |
| Gambar 2.12 <i>Spooler Filament</i> .....                                                                                                             | 16 |
| Gambar 2.13 <i>Bearing</i> .....                                                                                                                      | 17 |
| Gambar 2.14 <i>Cooling Fan</i> .....                                                                                                                  | 17 |
| Gambar 2.15 <i>House of Quality</i> .....                                                                                                             | 18 |
| Gambar 2.16 <i>Desain Mesin Filament Extruder</i> .....                                                                                               | 20 |
| Gambar 2.17 <i>prototype of the 3D printer filament-recycling machine</i> .....                                                                       | 21 |
| Gambar 2.18 <i>Penggulung dan Rangka Utama Penarik</i> .....                                                                                          | 22 |
| Gambar 2.19 <i>Filament Extruder</i> .....                                                                                                            | 23 |
| Gambar 2.20 <i>3D Printer Filament Extruder Machine's Filament Collecting Machine</i> .....                                                           | 24 |
| Gambar 2.21 <i>Mesin yang dirancang pada penelitian Dimensional Accuracy of 3D Printed Polypropylene Filament Using Extrusion Machine(2021)</i> ..... | 25 |
| Gambar 2.22 <i>Construction of Low-Cost Equipment for Winding 3D Printer Filaments</i> .....                                                          | 26 |
| Gambar 2.23 <i>Desain Mesin Filament Extruder</i> .....                                                                                               | 27 |
| Gambar 2.24 <i>Desain Single Screw Extruder Machine</i> .....                                                                                         | 28 |
| Gambar 2.25 <i>Mesin ekstrusi 3D printer semi otomatis</i> .....                                                                                      | 28 |
| Gambar 2.26 <i>spooling assembly for a recycler device dan extrusion mechanism of a recycler device</i> .....                                         | 30 |
| Gambar 2.27 <i>Multi-filament three-dimensional printing US11571852B2</i> .....                                                                       | 31 |
| Gambar 2.28 <i>Filament guide mechanism for filament spool container</i> .....                                                                        | 32 |
| Gambar 3.1 <i>Diagram Alir Penelitian</i> .....                                                                                                       | 33 |
| Gambar 4.1 <i>Customer Requirement Matrix</i> .....                                                                                                   | 41 |
| Gambar 4.2 <i>Direction of Improvement</i> .....                                                                                                      | 42 |
| Gambar 4.3 <i>Technical Correlation</i> .....                                                                                                         | 43 |
| Gambar 4.4 <i>Relationship Matrix</i> .....                                                                                                           | 44 |
| Gambar 4.5 <i>Priorities Rank</i> .....                                                                                                               | 45 |
| Gambar 4.6 <i>House of Quality</i> .....                                                                                                              | 46 |
| Gambar 4.7 <i>Desain Alternatif 1</i> .....                                                                                                           | 47 |
| Gambar 4.8 <i>Desain Alternatif 2</i> .....                                                                                                           | 48 |
| Gambar 4.9 <i>Desain Alternatif 3</i> .....                                                                                                           | 49 |
| Gambar 4.10 <i>Desain 3D dan 2D Screw</i> .....                                                                                                       | 55 |
| Gambar 4.11 <i>Model 3D Barrel Set</i> .....                                                                                                          | 56 |
| Gambar 4.12 <i>Hasil Akhir Rancangan</i> .....                                                                                                        | 62 |





## © 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

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.13 Filamen Hasil Ekstrusi Pada Suhu 200°C ..... | 65 |
| Gambar 4.14 Filamen Hasil Ekstrusi Pada Suhu 205°C ..... | 67 |
| Gambar 4.15 Filamen Hasil Ekstrusi Pada Suhu 210°C ..... | 68 |
| Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Rata-Rata Diameter.....  | 69 |





**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 tabel <i>Processing TemperatureRate</i> .....                              | 7  |
| Tabel 2.2 <i>Material Properties ABS</i> .....                                       | 7  |
| Tabel 4.1 <i>Customer Needs</i> .....                                                | 38 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi Teknis .....                                                   | 39 |
| Tabel 4.3 Matriks Kesesuaian Kebutuhan Konsumen dan Kemampuan Mesin ...              | 40 |
| Tabel 4.4 <i>Concept Screening</i> .....                                             | 50 |
| Tabel 4.5 <i>Concept Scoring</i> .....                                               | 51 |
| Tabel 4.6 Geometri <i>screw</i> .....                                                | 54 |
| Tabel 4.7 Komponen Yang Dibuat .....                                                 | 56 |
| Tabel 4.8 Komponen Tambahan .....                                                    | 59 |
| Tabel 4.9 Spesifikasi Akhir <i>Assembly Desktop 3D Pronter Filament Extruder</i> ... | 62 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Diameter Pada 7 RPM, suhu 200°C .....                    | 64 |
| Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Diameter Pada 7 RPM, suhu 205°C .....                    | 65 |
| Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Diameter Pada 7 RPM, suhu 210°C .....                    | 67 |

**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 LAMPIRAN

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....                                                                         | 79 |
| Lampiran 2 Focus Group Discussion.....                                                                       | 80 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Pembuatan <i>Screw</i> , Rangka, <i>Wiring</i> , <i>Assembly</i> , dan Uji Coba ..... | 80 |
| Lampiran 4 SS 304 <i>Data Sheet</i> .....                                                                    | 84 |
| Lampiran 5 S45C <i>Data Sheet</i> .....                                                                      | 84 |







**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

Dalam industri manufaktur *3D printing* banyak digunakan untuk membuat sebuah objek atau part yang berbahan dasar plastik dengan keberagaman bentuk yang dapat dihasilkan. *3D printing* merupakan proses pencetakan objek tiga dimensi yang menggunakan filamen plastik sebagai bahan baku. Bahan filamen dipanaskan kemudian diekstrusi dan dikeluarkan melalui *nozzle printer* untuk membentuk objek tiga dimensi. Bahan utama yang biasanya digunakan untuk filamen *3D printing* adalah plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polylactic Acid* (PLA) dimana jenis plastik tersebut memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik sehingga cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi [1]. Bahan plastik untuk membuat filamen diproduksi dengan proses ekstrusi. Proses ekstrusi merupakan tahapan penting dalam mengolah material plastik mentah menjadi filamen dengan diameter dan sifat mekanis yang seragam. Keberhasilan *3D printing* tidak terlepas dari peran penting proses ekstrusi dalam menghasilkan filamen. Proses ekstrusi dapat dilakukan menggunakan mesin ekstruder.

Mesin ekstruder termoplastik merupakan perangkat yang berfungsi dalam proses ekstrusi, yakni mengolah potongan-potongan atau cacahan plastik dengan suhu tertentu untuk melelehkan bijih plastik. Plastik yang telah dilelehkan ini kemudian dicetak ulang menggunakan cetakan (*moulding*) untuk membentuk produk sesuai kebutuhan [2]. Termoplastik adalah salah satu polimer yang dapat didaur ulang dan disusun kembali dengan menggunakan mesin ekstruder [3].

Salah satu aspek penting dalam proses ini adalah konsistensi diameter filamen, diameter filamen yang tidak konsisten ini dapat menyebabkan hasil cetak yang tidak presisi atau bahkan kegagalan cetak [4]. Oleh karena itu, proses pembuatan filamen menjadi langkah penting dalam memastikan kualitas



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

hasil 3D *printing*. Bahan plastik mentah yang dipanaskan dalam mesin *extruder*, setelah mencapai suhu yang diinginkan, diekstrusi melalui *nozzle* dengan ukuran standar berdiameter 1,75 mm kemudian filamen didinginkan dan digulung menggunakan *spooler* menjadi sebuah gulungan sebagai penyimpanan.

Namun, Mesin ekstruder filamen konvensional masih memiliki beberapa kekurangan yang memengaruhi hasil filamen. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh R. A. Tya, Y. Setyoadi dan A. Burhanudin, pada mesin *extruder* yang menghasilkan filamen ABS, dimana peneliti melakukan tiga variasi suhu pemanas, yaitu 200°C, 205°C, dan 210°C. Percobaan yang dilakukan pada suhu 205°C memberikan suhu terbaik untuk diameter filamen yang cukup konsisten yaitu 1,74 mm yang dihasilkan dari proses ekstrusi. Meskipun demikian, penelitian tersebut tidak terdapat komponen seperti *spooler* dan pendingin[5]. Penelitian selanjutnya yang dilakukan Muhammad Fajar Ar Rakhman G, Siti Aisyah, Handri Toar menghasilkan kesimpulan dari pengujian yaitu pada plastik ABS yang diekstrusi memiliki karakteristik filamen yang kurang baik seperti agak rapuh, diameter filamen yang tidak konsisten disebabkan kurangnya komponen penggulung filamen otomatis dan pendinginan seperti kipas [6]. Kemudian pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di Politeknik Negeri Jakarta tentang rancang bangun mesin ekstruder filamen yang berhasil dirancang namun dengan output diameter filamen masih 1 mm. Namun, pada mesin ini belum dilengkapi dengan penggulung filamen (*spooler*) dan sistem pendingin filamen[7].

Di sisi lain, kegiatan 3D *printing* juga kerap menghasilkan sisa material seperti pada *support structure* dan objek hasil cetak yang gagal. Sisa material ini apabila tidak dimanfaatkan kembali, dapat menumpuk dan menjadi masalah lingkungan. Limbah 3D *printing* ini berasal dari bahan *thermoplastic* yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi gulungan filamen melalui proses pencacahan ulang kemudian diekstrusi kembali menggunakan mesin ekstruder[8]. Dengan demikian, kebutuhan terhadap mesin ekstruder skala





**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

laboratorium menjadi solusi ekonomis dalam pengadaan bahan baku filamen yang harganya relatif mahal di pasaran.

Dari uraian diatas maka untuk menunjang konsistensi diameter filamen yang dihasilkan mesin ekstruder pada ukuran diameter 1,75 mm dan memanfaatkan kembali sisa material yang dihasilkan pada kegiatan *3D printing*, dilakukan perancangan dan membangun *Desktop 3D Printer Filament Extruder* yang memiliki sistem pendinginan dan *spooler* dengan dimensi keseluruhan 1000 x 250 x 200 mm yang dapat menjaga konsistensi diameter filamen agar tetap terjaga 1,75 mm. Pengujian alat dilakukan dengan mevariasikan suhu pemanasan kemudian hasil filamen dilakukan pengukuran diameter yang optimal untuk keperluan filamen *3D printing*. Diharapkan juga alat ini dapat menunjang kebutuhan praktikum dan penelitian yang akan dilakukan oleh mahasiswa maupun pihak jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah pada penelitian ini, diantaranya :

1. Bagaimana kriteria perancangan *Desktop 3D Printer Filament Extruder* dengan menggunakan metode *Quality function deployment*?
2. Bagaimana proses fabrikasi *Desktop 3D Printer Filament Extruder*?
3. Bagaimana pengukuran konsistensi diameter filamen ABS dari mesin ekstruder yang sudah dirancang dan dibangun?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah pada penelitian ini, dapat disimpulkan tujuan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Mengetahui kriteria perancangan *Desktop 3D Printer Filament Extruder* dengan metode *Quality function deployment*.
2. Melakukan proses fabrikasi *Desktop 3D Printer Filament Extruder*.





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

3. Mengukur konsistensi diameter filamen ABS dari hasil proses ekstrusi *Desktop 3D Printer Filament Extruder*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian rancang bangun ini, diantaranya:

1. Penelitian ini hanya membahas merancang dan membangun *Desktop 3D Printer Filament Extruder*.
2. Penelitian ini tidak membahas material dan analisa struktur rangka yang digunakan untuk kerangka *Desktop 3D Printer Filament Extruder*.
3. Menggunakan geometri *screw* yang sudah ditentukan yaitu dengan diameter 25 mm dan Panjang 365 mm.
4. Pengujian mesin hanya dilakukan terhadap hasil diameter filamen yang dihasilkan dari proses ekstrusi menggunakan material ABS dengan parameter operasi mesin 7 RPM dan suhu ekstrusi pada 200°C, 205 °C, dan 210°C dengan target diameter sebesar 1,75 mm. Tidak membahas sifat mekanik lainnya pada filamen.
5. Penelitian ini mempertimbangkan waktu dan sumber daya yang terbatas selama proses pengerjaan. Hal tersebut akan menjadi pertimbangan utama penelitian.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah menambah wawasan dan pengetahuan di bidang rekayasa mesin dan teknologi manufaktur, khususnya terkait desain dan pengembangan alat menggunakan metode *Quality function deployment*. Penelitian ini menghasilkan *Desktop 3d Printer Filament Extruder* yang mampu menjaga konsistensi diameter filamen pada ukuran yang diinginkan yaitu 1,75 mm. Penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi mahasiswa dan peneliti pengembangan teknologi pendukung *3D printing*. Diharapkan juga alat ini dapat menunjang kebutuhan praktikum dan penelitian yang akan dilakukan oleh mahasiswa maupun pihak jurusan Teknik Mesin 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

**1.6 Sistematika Penulisan Laporan Skripsi**

Sistematika penulisan dalam laporan skripsi ini disusun menjadi lima bab utama, yaitu:

**1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini memaparkan latar belakang penelitian, tujuan penulisan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan skripsi.

**2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi pembahasan mengenai teori-teori yang mendukung dan kajian penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

**3. BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan alur penelitian melalui diagram alir dan langkah - langkah yang diambil dalam penerapan metode yang digunakan.

**4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang hasil dan pembahasan pada penelitian. Data yang terkumpul dan terolah akan menjadi pembahasan pada bab ini.

**5. BAB 5 PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

**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 V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. *Desktop 3D printer Filament Extruder* telah berhasil dirancang dan dibangun dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui penerapan metode *Quality function deployment* (QFD). Pada proses penerapan QFD hasil matriks *House of Quality* (HOQ) menunjukkan bahwa spesifikasi teknis yang menjadi pengaruh dalam memenuhi kebutuhan pengguna adalah kontrol RPM *screw*, *spooler*, dan kipas pendingin. Hal ini menunjukkan bahwa metode QFD dapat memenuhi kebutuhan pengguna dalam menghasilkan filamen 3D *printing* dengan diameter 1,75 mm.
2. Keberhasilan rancang dan bangun mesin ini dalam menghasilkan filamen ABS yang diameternya mendekati nilai standar 1,75 mm tidak terlepas dari faktor teknis yang saling mendukung. Pada mesin ini suhu, kecepatan *screw* dan kecepatan *spooler* dapat diatur sesuai kebutuhan, penambahan kipas pendingin dan *spooler* mampu membantu menjaga bentuk filamen setelah keluar dari *nozzle* agar tidak terjadi perubahan bentuk saat akan digulung.
3. Uji coba dilakukan pada suhu ekstrusi 200°C, 205°C, dan 210°C dengan kecepatan putar *screw* konstan 7 RPM. Hasil pengukuran diameter filamen menunjukkan bahwa suhu 210°C menghasilkan filamen dengan material ABS yang paling optimal dengan rata-rata diameter 1,76 mm dimana angka ini mendekati ukuran standar filamen yaitu 1,75 mm.

#### 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan. Maka dari itu penulis memberikan saran atau masukan sebagai berikut :





## © 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

1. Perlu menambahkan komponen tambahan untuk menutupi komponen *band heater* dan *barrel* agar suhu operasi mesin lebih stabil dan tidak terjadi perubahan suhu yang disebabkan oleh hembusan angin.
2. Masih membutuhkan penelitian lebih lanjut, yaitu meneliti parameter operasi mesin yang paling optimal untuk menghasilkan filamen secara kontinu. Perlu ditambahkan evaluasi lebih lanjut terkait kombinasi uji coba terbaik antara suhu operasi, kecepatan *screw*, kecepatan *spooler* terhadap material biji plastik yang akan diekstrusi.





**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 PUSTAKA**

- [1] M. Taufik, G. Suryani Lubis, M. Ivanto, P. Studi Teknik Mesin, U. Tanjungpura, and J. H. Hadari Nawawi, "Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET," *Lubis & Ivanto*, vol. 4, no. 1, pp. 1–08, 2023.
- [2] Kevin, M. Z. Fatwa, and W. Jufri, "Pengembangan Mesin Ektrusi Filamen 3D Printer dengan Sistem kendali Otomatis," *Jur. Tek. Mesin Politek. Negeri Ujung Pandang, Makasar*, 2023.
- [3] A. Govana, "Studi Rancangan Bangun Sistem Pendingin Mesin Ekstrusi Kapasitas 5 Kg Per Jam Dan Pengaruhnya Terhadap Konsistensi Ketebalan Produk Filamen," 2023.
- [4] B. Shaqour *et al.*, "Gaining a better understanding of the extrusion process in fused filament fabrication 3D printing: a review," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 114, no. 5–6, pp. 1279–1291, 2021, doi: 10.1007/s00170-021-06918-6.
- [5] R. A. Tya, Y. S. Adi, and A. Burhanuddin, "Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Hasil Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs)," *Sci. Eng. ...*, vol. 5, no. Sens 5, pp. 495–506, 2020, [Online]. Available: <http://conference.upgris.ac.id/index.php/sens/article/view/1526>
- [6] M. Fajar *et al.*, "Desain Mesin Filament Extruder," vol. 14, no. 2, pp. 145–152, 2022.
- [7] P. Studi, S. Terapan, J. T. Mesin, and P. N. Jakarta, *RANCANG BANGUN DESKTOP EXTRUDER UNTUK Oleh* : 2022.
- [8] İ. ERTUNA, U. C. TOPÇU, Ç. YALÇINKAYA, D. AÇIKGÖZ, E. CIRIK, and C. GÖDE, "Design and Manufacturing of The Prototype System for Recycling Waste Generated in 3 Dimensional Production to Filaments by Fused Deposition Modeling Method," *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, vol. 17, no. 3, pp. 261–266, 2021, doi: 10.18466/cbayarfbe.869473.
- [9] F. Rosmi, D. A. Sari, and S. Imawati, "Upaya Meningkatkan Pengetahuan





## © 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

- dalam Memanfaatkan Sampah Plastik Melalui Kerajinan Bunga dari Kantong Kresek di RT 001,” *J. Pengabd. Masy.*, pp. 1–10, 2020.
- [10] J. Wahyudi, H. T. Prayitno, and A. D. Astuti, “Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif,” *J. Litbang Media Inf. Penelitian, Pengemb. dan IPTEK*, vol. 14, no. 1, pp. 58–67, 2018, doi: 10.33658/jl.v14i1.109.
  - [11] H. Gunawan, “Density Terhadap Kekuatan Bending Core,” 2022.
  - [12] M. Moradi, R. Beygi, N. Mohd. Yusof, A. Amiri, L. F. M. da Silva, and S. Sharif, “3D Printing of Acrylonitrile Butadiene Styrene by Fused Deposition Modeling: Artificial Neural Network and Response Surface Method Analyses,” *J. Mater. Eng. Perform.*, vol. 32, no. 4, pp. 2016–2028, 2023, doi: 10.1007/s11665-022-07250-0.
  - [13] B. Akhoundi, M. Nabipour, O. Kordi, and F. Hajami, “Calculating printing speed in order to correctly print PLA/continuous glass fiber composites via fused filament fabrication 3D printer,” *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 36, no. 1, pp. 162–181, 2023, doi: 10.1177/0892705721997534.
  - [14] D. Oktavian, B. Arifvianto, and M. Mahardika, “Ekstruksi Dan Karakterisasi Filamen Komposit Polylactid Acid (Pla) / Carbon Nano Tube (Cnt),” *J. Mater. Teknol. Proses War. Kemajuan Bid. Mater. Tek. Teknol. Proses*, vol. 2, no. 2, p. 12, 2021, doi: 10.22146/jmtp.70481.
  - [15] L. Bhanuprakash and H. Kumar, “A Review of Thermoplastic Filament Extruder Design and Fabrication Technologies,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2837, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2837/1/012083.
  - [16] C. Series, “Design of stepper motor driver based on STM32 Design of stepper motor driver based on STM32,” 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2082/1/012009.
  - [17] J. K. N. Richard G. Budynas, *Shigley’s Mechanical Engineering Design*, 10th ed., vol. 16, no. 2. New York: Mc Graw Hill Education, 2015.
  - [18] E. Kurniawan, Syaifurrahman, and B. Jekky, “Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2020, [Online]. Available:





## © 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

- [https://ejournal.up45.ac.id/index.php/Jurnal\\_ENGINE/article/view/769](https://ejournal.up45.ac.id/index.php/Jurnal_ENGINE/article/view/769)
- [19] T. Suryana, “DESAIN MODIFIKASI SCREW EXTRUDER UNTUK MENINGKATKAN OUTFLOW YANG OPTIMAL DAN MENINIMALKAN CACAT PRODUK PADA PLASTIK,” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 19–27, 2019, doi: 10.35814/teknobiz.v9i1.886.
  - [20] E. K. Wati, *Perpindahan Kalor & Massa Konsep dan Aplikasi*. 2021.
  - [21] M. P. Allan, “Perancangan unit Extruder Pada Mesin Extrusion Laminasi Fleksible Packaging,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 2, no. 2, pp. 42–45, 2018, doi: 10.31543/jtm.v2i2.155.
  - [22] V. Harson, L. K. Pramudita, R. E. Saputra, and I. K. Adi, “PEMBUATAN EXTRUDER FILAMENT 3D PRINTER DENGAN BAHAN RECYCLE PLASTIK PP Andhy,” vol. 3, 2021.
  - [23] M. H. Wankhade and S. G. Bahale, “Design and Development of Plastic Filament Extruder for 3D Printing,” *IRA-International J. Technol. Eng. (ISSN 2455-4480)*, vol. 10, no. 3, p. 23, 2018, doi: 10.21013/jte.v10.n3.p1.
  - [24] M. Ghi and I. Ghi, “SS symmetry A New Optimized Solution for a Flexible Coupling with Bolts Used in the Mechanical Transmissions,” 2021.
  - [25] T. Wati, “Review of PID control design and tuning methods Review of PID control design and tuning methods,” 2023, doi: 10.1088/1742-6596/2649/1/012009.
  - [26] Sachin-Kumar-Gopal and Nishanth-Kathiresan, “3D Printer filament Extruder machine’s filament collecting machine,” *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 12, no. 2, pp. 357–361, 2024, doi: 10.30574/ijsra.2024.12.2.0957.
  - [27] Erdil et al, “Quality Function Deployment: More Than a Design Tool Publisher Citation Quality Function Deployment: More than a Design Tool,” *Int. J. Qual. Serv. Sci.*, 2023, [Online]. Available: <http://dx>.
  - [28] Mohammad Aldy Awaludin Azhari, Caecilia SW, and Lauditta Irianti, “Rancangan Produk Sepatu Olahraga Multifungsi Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd),” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 3, no. 4, pp. 241–252, 2015.



## © 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

- [29] Abil Syafiqur Rohman, Faisal Ashari, and Rizky Stighfarrinata, "Perancangan Ulang Mesin Filamen Ekstruder Pada Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Semi Otomatis," *J. Tek. Ind.*, vol. 25, no. 2, pp. 16–16, 2024.
- [30] M. N. Nattukallingal, Z. Ran, and A. Abass, "A Material-Recycling Unit for the Fused Deposition Modelling of Three-Dimensional Printing Systems," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 13, 2023, doi: 10.3390/app13137515.
- [31] R. Mahfud, Y. Setyoadi, and A. Burhanudin, "Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Ardiuno Mega2560 Dengan Metode Penarik Dan Penggulung Otomatis," *Sci. Eng. Natl.*, vol. 5, no. Desember, pp. 544–553, 2020, [Online]. Available: <http://conference.upgris.ac.id/index.php/sens/article/view/1526>
- [32] M. Nassar, M. El Farahaty, S. Ibrahim, and Y. Hassan, "Design of 3D filament extruder for Fused Deposition Modeling (FDM) additive manufacturing," *Int. Des. J.*, vol. 9, no. 4, pp. 55–62, 2019, doi: 10.21608/idj.1999.82553.
- [33] M. Edoward Ramadhan, M. Darsin, S. Ilham Akbar, and dan Danang Yudistiro, "Akurasi Dimensi Produk Filamen 3D Printing Berbahan Polipropilen Menggunakan Mesin Ekstrusi Dimensional Accuracy of 3D Printed Polypropylene Filament Using Extrusion Machine," *J. Tekno Sains*, vol. 11, no. 02, pp. 162–173, 2022.
- [34] D. C. de Andrade, T. V. B. Ferraz, A. L. B. Formiga, and e. J. A. Bonacin, "Construção De Equipamento De Baixo Custo Para Enrolar Filamentos De Impressoras 3D," *Quim. Nova*, vol. 43, no. 4, pp. 480–485, 2020, doi: 10.21577/0100-4042.20170493.
- [35] E. Widodo and A. B. Maulana, "Design of a Single Screw Extruder Machine for 3D Printing Filament Production Applications Perancangan Mesin Extruder Single Screw untuk Aplikasi Produksi Filamen 3D Printing," pp. 1–11, 2023.
- [36] G. Garsiman, "Studi Rancang Bangun Mesin Single Screw Extruder Portable Untuk Aplikasi Produksi Filament 3D Printer," p. 104, 2018.
- [37] N. F. Rijekki, N. P. Sari, A. Faizin, and S. D. N. Rosady, "The effect of



heating temperature on 3D print filament diameter consistency produced by HDPE and LDPE plastic extrusion machine,” *J. Eng. Appl. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 104–117, 2024, doi: 10.21831/jeatech.v5i2.76071.



## © 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







## © 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

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

#### Daftar Riwayat Hidup



1. Nama Lengkap : Muhammad Alwan Dzaikra
2. NIM : 2102411036
3. Tempat, tanggal lahir : Bogor, 28 Mei 2003
4. Jenis Kelamin : Laki – laki
5. Alamat : Jl. Tawakal No 37, RT03/RW05, Kel. Bubulak, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, Jawa Barat
6. Email : muhammad.alwan.dzaikra.tm21@mhsw.pnj.ac.id
7. Pendidikan
 

|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| SD (2009 – 2015)  | : SDN Gunung Batu 02 Bogor |
| SMP (2015 – 2018) | : SMPN 4 Kota Bogor        |
| SMA (2018 – 2021) | : SMAN 5 Kota Bogor        |
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
9. Bidang Peminatan : -
10. Tempat/Topik OJT : University of Nottingham

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

Lampiran 2 *Focus Group Discussion*



Lampiran 3 Dokumentasi Pembuatan *Screw, Rangka, Wiring, Assembly, dan Uji Coba*



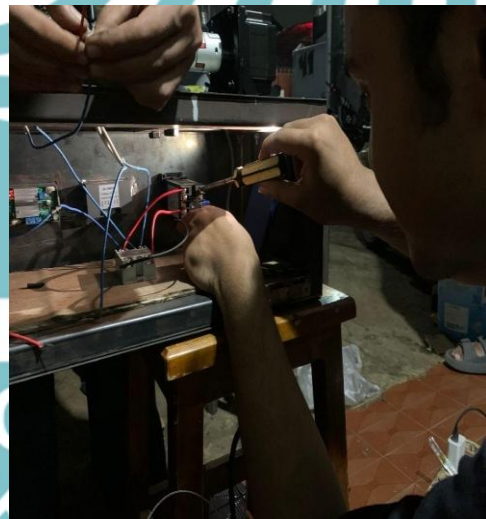




## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 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







## © 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





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







Hak Cipta

Lampiran 4 SS 304 Data Sheet

Sumber : <https://atlassteels.com.au>

### Mechanical Property Specification (Single values are minima except as noted)

| Grade | Tensile Strength (MPa) min. | Yield Strength 0.2% Proof (MPa) min. | Elongation (% in 50mm) min. | Hardness               |                   |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|
|       |                             |                                      |                             | Rockwell B (HR B) max. | Brinell (HB) max. |
| 304   | 515                         | 205                                  | 40                          | 92                     | 201               |
| 304L  | 485                         | 170                                  | 40                          | 92                     | 201               |
| 304H  | 515                         | 205                                  | 40                          | 92                     | 201               |

304H also has a requirement for a grain size of ASTM No 7 or coarser.

### Physical Properties (Typical values in the annealed condition)

| Grade   | Density (kg/m <sup>3</sup> ) | Elastic Modules (GPa) | Mean Coefficient of Thermal Expansion |                   |                   | Thermal Conductivity |                  | Specific Heat 0-100°C (J/kg.K) | Electrical Resistivity (nΩ.m) |
|---------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|         |                              |                       | 0-100°C (μm/m/°C)                     | 0-315°C (μm/m/°C) | 0-538°C (μm/m/°C) | at 100°C (W/m.K)     | at 500°C (W/m.K) |                                |                               |
| 304/L/H | 7900                         | 193                   | 17.2                                  | 17.8              | 18.4              | 16.3                 | 21.5             | 500                            | 720                           |

Lampiran 5 S45C Data Sheet Sumber : <https://www.matweb.com/>

### JIS S45C Steel, Normalized

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Carbon Steel](#); [AISI 1000 Series Steel](#); [Medium Carbon Steel](#)

Material Notes: Very common grade in Asia.

Key Words: Similar to AISI 1045 and DIN CK45.

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

| Physical Properties        | Metric    | English                  | Comments                                       |
|----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------------------|
| Density                    | 7.85 g/cc | 0.284 lb/in <sup>3</sup> | AISI 1045                                      |
| Mechanical Properties      | Metric    | English                  | Comments                                       |
| Hardness, Brinell          | 167 - 229 | 167 - 229                |                                                |
| Tensile Strength, Ultimate | 569 MPa   | 82500 psi                |                                                |
| Tensile Strength, Yield    | 343 MPa   | 49800 psi                |                                                |
| Elongation at Break        | 20 %      | 20 %                     |                                                |
| Modulus of Elasticity      | 205 GPa   | 29700 ksi                | Typical steel                                  |
| Poissons Ratio             | 0.29      | 0.29                     | Typical steel                                  |
| Machinability              | 55 %      | 55 %                     | Based on AISI 1212 steel as 100% machinability |
| Shear Modulus              | 80.0 GPa  | 11600 ksi                | Typical steel                                  |

### Hak Cipta :

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