

**Perancangan Ekstruder *3D Print Metal* Aluminium 6061 dengan
Metode Cetak *Drop on Demand Magnetohydrodynamic***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhamad Rizky Julyadi

221421019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Perancangan Ekstruder 3D Print Metal Aluminium 6061 Dengan
Metode Cetak *Drop on Demand Magnetohydrodynamic***

Oleh:

Muhamad Rizky Julyadi

221421019

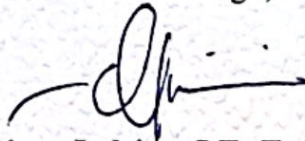
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 07 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,

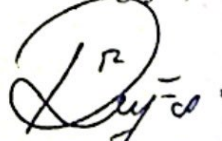


Dinny Indrian, S.Tr.T., M.T.

NIP. 199201062018032001

Disahkan,

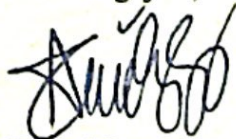
Penguji I,



Riky Adhianto, S.T., M.T.

NIP. 198506162014041002

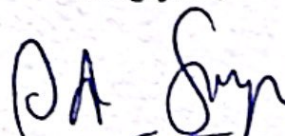
Penguji II,



Widya Prapti Pratiwi, S.T., M.T.

NIP. 199002202022032006

Penguji III,



Adi Surya Pradipta, S.T., M.T.

NIP. 199107252022031004

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Rizky Julyadi
NIM : 221421019
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : PERANCANGAN EKSTRUDER 3D PRINT
METAL ALUMINIUM 6061 DENGAN
METODE CETAK *DROP ON DEMAND*
MAGNETOHYDRODYNAMIC

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 07 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,



(Muhamad Rizky Julyadi)
NIM 221341

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Rizky Julyadi
NIM : 221421019
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : PERANCANGAN EKSTRUDER 3D PRINT METAL ALUMINIUM 6061 DENGAN METODE CETAK *DROP ON DEMAND MAGNETOHYDRODYNAMIC*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneklusif* ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 07 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,



(Muhamad Rizky Julyadi)
NIM 221421019

MOTTO PRIBADI

“You'll Never Walk Alone”

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk ibu yang sudah tenang di surga miliknya dan juga untuk seorang bapak yang selalu saya banggakan karena teladan yang diberikan sebagai sikap pendidikannya terhadap saya. Dari lubuk hati yang terdalam, terima kasih Bu.... Pak....

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “PERANCANGAN EKSTRUDER 3D PRINT METAL ALUMINIUM 6061 DENGAN METODE CETAK *DROP ON DEMAND MAGNETOHYDRODYNAMIC*”

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat S.ST.,M.T
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S.ST., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Ibu Dinny Indrian, S.Tr.T., M.T. sekaligus juga sebagai dosen pembimbing yang dengan penuh keikhlasan membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
4. Seluruh Penguji tugas akhir.
5. Seluruh Panitia tugas akhir.

6. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Untuk kakak penulis yang selalu menjadi teman diskusi dalam menghadapi persoalan hidup.
8. Teman-teman kelas DEC Angkatan 2021 dan juga UKM Otomotif Polman Bandung yang telah kebersamai penulis selama kurang lebih 4 tahun.
9. Dan juga saya ucapkan terimakasih kepada seluruh elemen mahasiswa, teman kos Griya Laras dan semua yang pernah andil bekerja sama dengan penulis, sehingga penulis bisa terus belajar dan menjadi lebih baik.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamiin.

Bandung, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Teknologi *3D printing* aluminium dengan metode *fused deposition modelling* (FDM) saat ini masih memerlukan bahan tambah termoplastik pada filamen sebagai pengikatnya. Menjawab tantangan itu, pada 2024 penelitian dilakukan di Polman Bandung yang merancang ekstruder *3D printing* dengan kawat aluminium murni tanpa bahan tambah dengan memanfaatkan prinsip magnetohidrodinamika (MHD). Meskipun berhasil mencairkan aluminium, rancangan tersebut masih menghadapi kendala dalam pengendalian sebaran panas, khususnya pada suhu kerja magnet NdFeb yang mengakibatkan demagnetisasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan merancang ulang sistem ekstruder MHD dengan peningkatan pada aspek sebaran panas, efektivitas sistem MHD, dan bobot keseluruhan perangkat. Metode yang digunakan adalah VDI 2222, yaitu metodologi desain konsep teknis yang cocok untuk pengembangan produk. Simulasi sebaran panas pada rancangan menggunakan *software* Solidworks flow simulation dengan parameter geometri, material, temperature, waktu, inlet velocity udara sebagai pendingin, dan mesh. Didapat hasil suhu yang ingin dicapai 850°C pada detik ke 700. Adapun sistem MHD pada rancangan terbaru menggunakan elektromagnetik coil yang dialiri arus pulsa sebesar 500A, arus tersebut akan menghasilkan medan magnet transient dan menginduksi arus eddy pada cairan aluminium dalam *chamber*, sehingga interaksi keduanya akan menimbulkan gaya lorenzt untuk mengekstrusikan cairan aluminium dengan kecepatan luaran 2.5 m/s. Analisis medan magnet dilakukan pada *software* Comsol multyphysic dengan modul elektromagnetik. Rancangan terbaru memiliki bobot yang lebih ringan yaitu 3,6 Kg dengan dimensi terluar 165x135x100 mm.

Kata kunci: *3D Printing*, magnetohidrodinamika, VDI 2222, CAE

ABSTRACT

The 3D printing technology of aluminum using the fused deposition modeling (FDM) method still requires thermoplastic additives in the filament as a binder. To address this challenge, research is being conducted in 2024 at Polman Bandung to design a 3D printing extruder using pure aluminum wire without additives, utilizing the principle of magnetohydrodynamics (MHD). Although successful in melting aluminum, the design still faces obstacles in controlling heat distribution, especially at the working temperature of the NdFeb magnet which results in demagnetization. Therefore, this study aims to redesign the MHD extruder system with improvements in the heat distribution aspect, the effectiveness of the MHD system, and the overall weight of the device. The method used is VDI 2222, which is a technical concept design methodology suitable for product development. Simulation of heat distribution in the design uses Solidworks flow simulation software with parameters of geometry, material, temperature, time, air inlet velocity as a coolant, and mesh. The desired temperature is 850°C at 700 seconds. The MHD system in the latest design uses an electromagnetic coil that is supplied with a pulse current of 500A, the current will produce a transient magnetic field and induce eddy currents in the aluminum liquid in the chamber, so that the interaction of the two will create a Lorentz force to extrude the aluminum liquid with an output speed of 2.5 m / s. Magnetic field analysis is carried out in Comsol multiphysic software with an electromagnetic module. The latest design has a lighter weight of 3.6 kg with outer dimensions of 165x135x100 mm.

Key Note: 3D Printing, magnetohydrodynamic, VDI 2222, CAE.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Studi Literatur Penelitian Terdahulu	II-1
II.2 Aluminium 6061.....	II-2
II.3 Metode Cetak Liquid Metal	II-3
II.3.1 Piezoelectric Drop on Demand	II-3
II.3.2 Magnetohydrodynamic <i>Drop on Demand</i>	II-4

II.3.3	Pneumatic Drop on Demand	II-4
II.4	Heat Transfer	II-6
II.3.1	Konduksi	II-6
II.3.2	Konveksi.....	II-7
II.3.3	Radiasi	II-8
II.5	Gaya Lorentz	II-8
II.6	Magnet NdFeB	II-9
II.7	Medan Magnet pada Kumparan	II-10
II.8	Computational Fluid Dyamics (CFD)	II-11
II.9	Mesin Stratasys Dimension 1200es.....	II-12
II.10	Magnetohydrodynamic	II-13
II.11	Software Pendukung	II-14
II.9.1	Solidworks.....	II-14
II.9.2	Comsol Multiphysic	II-15
BAB III	METODE PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Merencana.....	III-2
III.1.1	Kajian Penelitian Sebelumnya	III-2
III.1.2	Tinjauan Jurnal 3D <i>Print</i> Aluminium Metode <i>Drop on Demand</i>	III-4
III.1.3	Observasi Mesin 3D Print Stratasys Dimension 1200es.....	III-7
III.1.4	Menentukan Daftar Tuntutan	III-9
III.2	Mengonsep.....	III-10
III.2.1	Mendefinisikan Struktur Fungsi	III-10
III.2.2	Alternatif Solusi	III-12
III.2.3	Menggabungkan Alternatif Solusi	III-27
III.2.4	Menentukan Kriteria Teknis dan Ekonomis	III-34
III.2.5	Pemilihan Alternatif Variasi Konsep	III-38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1 Merancang	IV-1
IV.1.1 Rancangan Awal	IV-1
IV.1.2 Perhitungan Rancangan.....	IV-4
IV.2 Validasi Rancangan Awal.....	IV-13
IV.2.1 Analisis Teknis Rancangan	IV-13
IV.3 Perbaiki Rancangan.....	IV-16
IV.4 Validasi Rancangan	IV-19
IV.4.1 Validasi Hasil Perbaikan	IV-19
IV.4.2 Validasi Medan Magnet	IV-22
IV.5 Final Desain	IV-23
BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN.....	xxii

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Rancangan ekstruder penelitian sebelumnya.....	I-2
Gambar I. 2 Hasil simulasi sebaran panas penelitian terdahulu.....	I-2
Gambar III. 1 Diagram alir penelitian.....	III-1
Gambar III. 2 Rancangan Penelitian Sebelumnya	III-2
Gambar III. 3 Skematik proses MHD 3D print aluminium.	III-5
Gambar III. 4 Rangka penopang ekstruder mesin Stratasys dimension 1200es.	III-7
Gambar III. 5 Diagram Black box dan Glass box	III-10
Gambar III. 6 Struktur fungsi.....	III-11
Gambar III. 7 Alternatif variasi konsep 1	III-30
Gambar III. 8 Alternatif variasi konsep 2	III-31
Gambar III. 9 Alternatif variasi konsep 3	III-33
Gambar III. 10 Alternatif variasi konsep 4	III-34
Gambar III. 1 Diagram alir penelitian.....	III-1
Gambar III. 2 Rancangan Penelitian Sebelumnya	III-2
Gambar III. 3 Skematik proses MHD 3D print aluminium.	III-5
Gambar III. 4 Rangka penopang ekstruder mesin Stratasys dimension 1200es.	III-7
Gambar III. 5 Diagram Black box dan Glass box	III-10
Gambar III. 6 Struktur fungsi.....	III-11
Gambar III. 7 Alternatif variasi konsep 1	III-30
Gambar III. 8 Alternatif variasi konsep 2	III-31
Gambar III. 9 Alternatif variasi konsep 3	III-33
Gambar III. 10 Alternatif variasi konsep 4	III-34
Gambar IV. 1 Komponen-komponen ekstruder.....	IV-1
Gambar IV. 2 Informasi massa <i>chamber</i>	IV-5
Gambar IV. 3 Informasi tinggi cairan yang termagnetisasi	IV-11
Gambar IV. 4 Model simulasi.....	IV-14
Gambar IV. 5 Hasil simulasi.....	IV-15
Gambar IV. 6 Analsis titik lemah rancangan.....	IV-16
Gambar IV. 7 Rancangan setelah perbaikan.....	IV-17
Gambar IV. 8 Sebaran panas vertikal	IV-19
Gambar IV. 9 Grafik perubahan suhu terhadap waktu 600 detik	IV-20

Gambar IV. 10 Sebaran panas horizontal	IV-21
Gambar IV. 11 Grafik perubahan suhu terhadap waktu 700 detik	IV-22
Gambar IV. 12 Hasil simulasi elektromagnetik.....	IV-23
Gambar IV. 13 Rancangan pada rangka mesin eksisting.....	IV-23
Gambar IV. 14 Sistem MHD	IV-26

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Penelitian terdahulu	II-1
Tabel II. 1 Material properties aluminium 6061 T6 [9].	II-2
Tabel II. 2 Rekomendasi teknik pencetakan <i>liquid metal</i> pada material	II-5
Tabel II. 3 Spesifikasi magnet berdasarkan kode dan ketahanan suhu	II-10
Tabel III. 1 Data penelitian sebelumnya	III-2
Tabel III. 2 Fungsi utama	III-3
Tabel III. 3 Data tinjauan jurnal 1	III-5
Tabel III. 4 Data tinjauan jurnal 2	III-7
Tabel III. 5 Dimensi geometri mesin eksisting	III-8
Tabel III. 6 Daftar tuntutan	III-9
Tabel III. 7 Tuntutan sekunder	III-10
Tabel III. 8 Uraian sub fungsi	III-11
Tabel III. 9 Alternatif solusi fungsi penampung 1(A)	III-12
Tabel III. 10 Alternatif solusi fungsi penampung 1(B).....	III-13
Tabel III. 11 Alternatif solusi fungsi penampung 1(C).....	III-14
Tabel III. 12 Alternatif solusi fungsi pemanas 2(A)	III-15
Tabel III. 13 Alternatif solusi fungsi pemanas 2(B)	III-16
Tabel III. 14 Alternatif solusi fungsi pemanas 2(C)	III-17
Tabel III. 15 Alternatif solusi fungsi pemanas 2(D)	III-18
Tabel III. 16 Alternatif solusi fungsi pengeluaran 3(A).....	III-19
Tabel III. 17 Alternatif solusi fungsi pengeluaran 3(B).....	III-20
Tabel III. 18 Alternatif solusi fungsi pengeluaran 3(C).....	III-21
Tabel III. 19 Alternatif solusi fungsi pendingin 4(A)	III-22
Tabel III. 20 Alternatif solusi fungsi pendingin 4(B)	III-23
Tabel III. 21 Alternatif solusi fungsi pendingin 4(C)	III-24
Tabel III. 22 Alternatif solusi fungsi pendorong 5(A).....	III-25
Tabel III. 23 Alternatif solusi fungsi pendorong 5(B)	III-26
Tabel III. 24 Variasi konsep.....	III-27
Tabel III. 25 Aspek penilaian.....	III-34
Tabel III. 26 Penilaian AVK aspek teknis	III-38
Tabel III. 27 Penilaian AVK aspek teknis	III-38

Tabel IV. 1 Komponen dan fungsinya	IV-2
Tabel IV. 2 Thermal properties material	IV-8
Tabel IV. 3 Wizard analisis.....	IV-14
Tabel IV. 4 Perbandingan rancangan	IV-17
Tabel IV. 5 Proses pencairan kawat alumunium.....	IV-24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Curriculum Vitae</i>
Lampiran 2	<i>Material Properties</i>
Lampiran 3	Komponen Standar
Lampiran 4	Data Tambahan
Lampiran 5	<i>Drawing</i>

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

3D	: Tiga Dimensi
A	: Ampere
Al	: Alumunium
BST	: <i>Breakaway Support Technology</i>
AM	: <i>Additive Manufacturing</i>
AVK	: Alternatif Variasi Kombinasi
C	: Celcius
CAD	: <i>Computer-Aided Design</i>
CAE	: <i>Computer-Aided Engineering</i>
CFD	: <i>Computational Fluid Dynamics</i>
Cu	: Tembaga
DOD	: <i>Drop on Demand</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modelling</i>
Fe	: Besi
g	: Gram
J	: Joule
K	: Kelvin
Kg	: Kilogram
LMP	: <i>Liquid Metal Printing</i>
m	: Meter
mL	: Mililiter
mm	: Milimeter
NdFeB	: Neodymium Ferro Boron
MHD	: <i>Magnetohydrodynamic</i>
s	: <i>Second</i>
SST	: <i>Soluble Support Technology</i>
T	: Tesla
V	: Volume
VDI	: <i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
W	: Watt

μ_0	: Permeabilitas magnet
I	: Kuat arus (A)
$fMHD$: Gaya volumetrik MHD

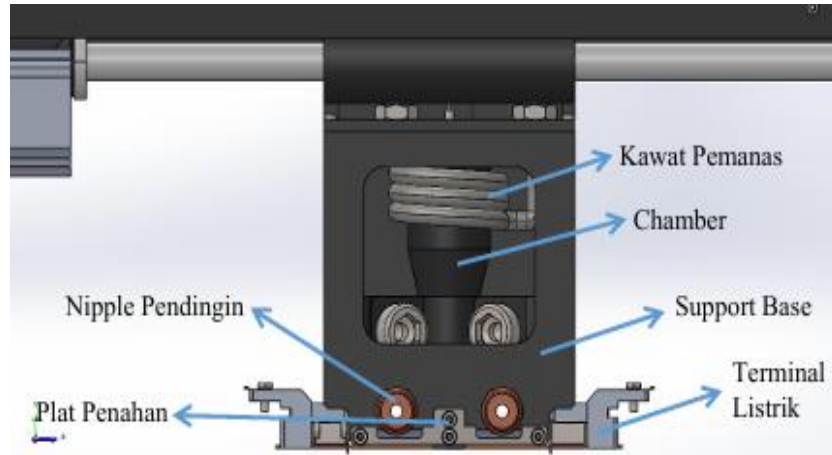
BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Teknologi *3D print* ditemukan pada akhir tahun 1980-an yang secara umum dikenal sebagai teknologi *additive manufacturing* (AM). Teknologi *3D print* telah menjadi solusi untuk memproduksi produk *custom* dan *prototyping*. Salah satu aspek penting dalam teknologi *3D print*, khususnya *3D print* dengan jenis pencetakan *fused deposition modelling* (FDM) adalah proses ekstrusi filamen, di mana material dipanaskan kemudian diekstrusikan melalui *nozzle* dan dicetak *layer by layer*[1]. Teknologi ini semakin dikembangkan dengan banyaknya penelitian terkait dengan bermacam material yang digunakan khususnya material logam. Material logam yang paling banyak diteliti setelah baja dan paduan titanium adalah aluminium. Material ini dikenal karena kemampuan mekanisnya, ketahanan terhadap korosi, dan fleksibilitas untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk di bidang elektronika, otomotif dan ke-dirgantaraan[2]. Teknologi *3D Print* aluminium saat ini menggunakan metode cetak *fused deposition modelling* (FDM), yang mana pada metode tersebut penggunaan material termoplastik ditambahkan sebagai bahan pengikat pada saat diekstrusikan. Filamen aluminium yang digunakan umumnya memiliki kandungan aluminium berkisar 65% - 68%[3]. Filamen aluminium murni tidak memungkinkan untuk dicetak langsung tanpa bahan tambah, aluminium hanya memiliki fasa cair dan padat. Penambahan material tersebut menyebabkan penurunan sifat mekanik aluminium, dan juga diperlukan proses sintering setelah pencetakan untuk menghilangkan bahan tambah, yang tentunya hal itu akan menambah waktu dan biaya[4].

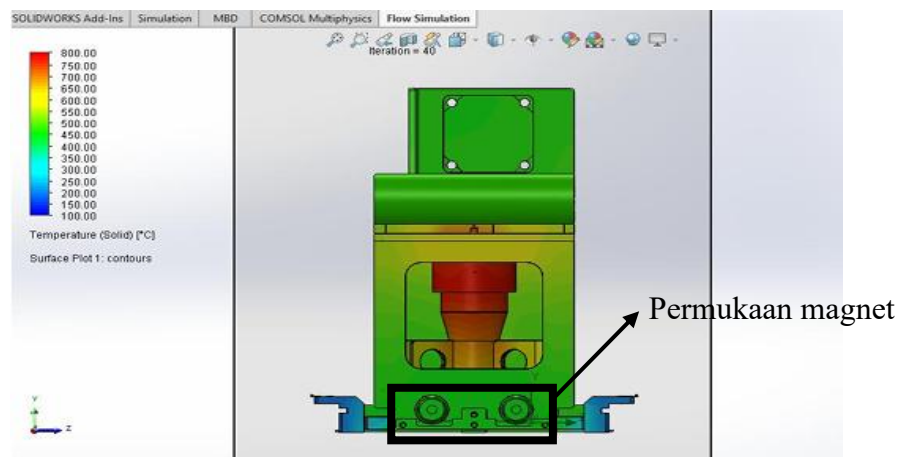
Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian dengan judul “Perancangan Sistem Ekstruder Untuk Keperluan Pencairan Logam Aluminium 6061-T6 Berupa Kawat Berdiameter 1mm” dilakukan pada tahun 2024, yang mengkaji mengenai sistem ekstruder menggunakan filamen aluminium murni (kawat aluminium). Penelitian ini menghasilkan rancangan ekstruder *3D print* aluminium tanpa bahan tambah dengan memanfaatkan *magnetohydrodynamic* (MHD)[5]. Adapun MHD itu sendiri adalah perilaku aliran fluida yang dipengaruhi oleh interaksi antara arus listrik dan

medan magnet. Interaksi keduanya akan menghasilkan gaya lorentz, gaya inilah yang akan mendorong cairan yang sifatnya konduktif (dalam hal ini aluminium) untuk diekstrusikan[6].



Gambar I. 1 Rancangan ekstruder penelitian sebelumnya

Gambar I.1 merupakan hasil rancangan ekstruder penelitian sebelumnya. Pada rancangan tersebut, terdapat beberapa komponen untuk memenuhi kebutuhan ekstruder. Komponen *chamber* berperan sebagai tempat penampungan sementara kawat aluminium yang dicairkan, kemudian *chamber* tersebut akan dipanaskan oleh kawat pemanas dengan suhu mencapai $>800^{\circ}\text{C}$, aluminium yang sudah mencair akan didorong oleh gaya Lorentz yang dihasilkan dari magnet NdFeB dan arus listrik disalurkan yang melalui terminal listrik, metode ini disebut sebagai metode pencetakan *drop on demand (DOD) 3D printing*. Terdapat juga *cooling system* berupa air yang akan dialirkan melalui *nipple* pendingin untuk menjaga suhu kerja magnet[5].



Gambar I. 2 Hasil simulasi sebaran panas penelitian terdahulu

Pada gambar I.2 dapat dilihat hasil simulasi sebaran panas pada ekstruder. Hasil analisis menunjukkan suhu mencapai 800°C pada *chamber*, dengan demikian aluminium berhasil dilelehkan oleh pemanas. Namun, sebaran panas yang terjadi pada daerah permukaan magnet mencapai suhu $>450^{\circ}\text{C}$, yang mana telah melebihi suhu kerja magnet NdFeB yaitu 100°C . Suhu magnet yang melebihi batas kerjanya akan kehilangan daya magnet, sehingga dapat menimbulkan gaya dorong yang kurang dan membuat efek cacat produk pada saat proses pencetakan berlangsung[7].

Berdasarkan analisis terhadap rancangan tersebut, ditemukan beberapa kekurangan terutama pada sistem MHD dan sebaran panas yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, akan dilakukan kajian ulang rancangan ekstruder *3D print* aluminium mulai dari pengkajian sistem MHD, pembuatan konsep, hingga rancangan. Dengan ini, rancangan ekstruder *3D Print* aluminium yang baru dapat menjawab tantangan *3D Print* aluminium tanpa bahan tambah yang menjadi teknologi baru dalam dunia manufaktur.

I.2 Rumusan Masalah

1. Apa yang menjadi permasalahan pada rancangan ekstruder *3D print* aluminium penelitian sebelumnya?
2. Bagaimana rancangan ekstruder *3D print* aluminium dengan metode cetak *drop on demand* (DOD) hasil dari kajian permasalahan penelitian sebelumnya?
3. Bagaimana simulasi diterapkan untuk memvalidasi hasil rancangan?

I.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada ekstruder tanpa meninjau bagian atau alat lainnya pada *3D print*.
2. Penelitian ini tidak mengkaji sistem kontroler pada ekstruder.
3. Material yang digunakan dalam penentuan parameter kerja adalah kawat roll aluminium 6061 diameter 1mm dengan suhu yang digunakan dalam jangkauan *melting point* sebesar 585°C - 660°C .

4. Penelitian ini tidak mengkaji biaya pembuatan akan tetapi tetap dipertimbangkan dalam rancangan.
5. Beberapa dimensi rancangan disesuaikan dengan mesin eksisting Stratasys Dimension 1200es yang dimiliki jurusan perancangan manufaktur Polman Bandung.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji rancangan ekstruder untuk pencairan logam aluminium 6061 yang sudah dilakukan oleh dosen dan mahasiswa Polman Bandung pada 2024.
2. Menghasilkan rancangan ekstruder *3D print* aluminium 6061 dengan metode pencetakan *drop on demand* (DOD).
3. Memvalidasi hasil rancangan dengan simulasi yang diterapkan.

Adapun manfaat dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan teknologi *3D print* untuk material aluminium.
2. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas topik serupa.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, skematik rancangan, bentuk tugas akhir, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi landasan teori yang mendukung pemecahan masalah dalam merancang ekstruder *3D print* aluminium.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, berisi diagram alir dan uraian rinci dari proses penyelesaian masalah dilengkapi dengan data yang dibutuhkan untuk merancang ekstruder *3D print* aluminium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil dari permasalahan yang dirumuskan juga validasi data rancangan ekstruder aluminium *3d print* aluminium.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dari TA untuk peneliti selanjutnya.