



# LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS BOJONEGORO

Sekretariat Panitia : Kantor Pusat UNIGORO, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp (0353) 881984 – 885444 BOJONEGORO

## SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN NOMOR : 040 / LPPM-LIT / UB / X / 2023

Pada Hari Ini Jum'at Tanggal Lima Belas Bulan Oktober Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua, yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **LAILY AGUSTINA RAHMAWATI, S.Si., M.Sc.** selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **FAISAL ASHARI., S.Pd., M.T.** selaku Dosen Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro selaku Peneliti, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak menyatakan bersepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut :

### **Pasal 1** **Judul Penelitian**

PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul:

“PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK MENGHASILKAN FILAMEN 3D PRINTING DALAM RANCANG BANGUN MESIN FILAMEN EKSTRUDER PORTABLE”

### **Pasal 2** **Waktu dan Biaya Penelitian**

- (1) Waktu penelitian adalah 5 bulan, dari **9 Oktober 2023 sampai dengan 7 Maret 2024**.
- (2) Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Anggaran Universitas Bojonegoro Tahun 2023/2024 dengan **nilai kontrak sebesar Rp. 5.000.000,- (Lima Juta Rupiah)**

### **Pasal 3** **Cara Pembayaran**

Pembayaran biaya penelitian diberikan sesuai dengan aturan dan tata cara yang telah ditetapkan dalam Pedoman Penelitian Universitas Bojonegoro, yaitu:

- (1) Tahap I sebesar 60% dari nilai kontrak yang diterimakan paling cepat dua minggu setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua pihak melalui Bendahara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro dengan bukti pencairan Tahap I berupa Proposal yang telah disetujui oleh LPPM dan Surat Keputusan Penerima Hibah Internal.
- (2) Tahap II sebesar 40% dari nilai kontrak yang diterimakan setelah PIHAK KEDUA menyelesaikan seluruh kewajiban pekerjaan penelitian yang dibuktikan dengan dokumen laporan penelitian dan bukti submit jurnal minimal **terakreditasi Sinta**.

#### **Pasal 4**

##### **Keaslian Penelitian dan bebas dari ikatan dengan Pihak Lain**

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/jiplakan/plagiat) dari penelitian orang lain.
- (2) PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.
- (3) Apabila di kemudian hari diketahui ketidakbenaran pernyataan ini, maka kontrak penelitian dinyatakan batal, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima.

#### **Pasal 5**

##### **Monitoring Penelitian**

- (1) PIHAK PERTAMA berhak untuk:
  - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian
  - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti
  - c. Bentuk sanksi disesuaikan dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan
- (2) Pemantauan kemajuan penelitian dilakukan oleh PIHAK PERTAMA.

#### **Pasal 6**

##### **Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir Penelitian**

- (1) PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Laporan Kemajuan kepada PIHAK PERTAMA **paling lambat tanggal 8 Januari 2024 atau tiga bulan setelah tanggal penandatanganan kontrak**.

- (2) Setelah Laporan Kemajuan disetujui oleh LPPM, PIHAK KEDUA wajib menyerahkan **Laporan Akhir dan bukti submit Jurnal minimal terakreditasi sinta paling lambat 7 Maret 2024.**
- (3) Berkas-berkas Laporan Akhir meliputi:
  - a. Laporan lengkap penelitian sebanyak 3 (tiga) eksemplar dengan cover merah muda.
  - b. Salinan tautan jurnal, atau tangkapan gambar layar proses submit jurnal dan diletakkan di halaman paling belakang laporan.
- (4) Format laporan hasil penelitian sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan pada surat Nomor: 007/LPPM/UB/III/2023 yang beralamatkan <https://www.unigoro.ac.id/lppm-lit-pkm/>.

### **Pasal 7 Sanksi**

Segala kelalaian baik disengaja maupun tidak, sehingga menyebabkan keterlambatan menyerahkan laporan hasil akhir penelitian dengan batas waktu dalam pasal 2 yang telah ditentukan akan mendapatkan sanksi sebagai berikut.

- (1) Apabila PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Kemajuan tetapi tidak menyerahkan Laporan Akhir dan bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan 60% dana penelitian yang telah diterima.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan Laporan Kemajuan dan tidak menyerahkan Laporan Akhir serta bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA akan diberikan sanksi denda sebesar nilai kontrak sebagaimana tercantum pada Pasal 2 Ayat 2.

### **Pasal 8 Penutup**

Perjanjian ini berlaku sejak ditandatangani dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

**PIHAK PERTAMA**  
Ketua LPPM Unigoro



**LAILY AGUSTINA R. S.Si., M.Sc.**  
NIDN. 07 210886 01

**PIHAK KEDUA**  
Peneliti

**Faisal Ashari., S.Pd., M.T**  
NIDN. 07 190195 01

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN INTERNAL DOSEN**  
**Program Studi Teknik Industri Fakultas Saintek**



**PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK  
MENGHASILKAN FILAMEN 3D PRINTING DALAM RANCANG  
BANGUN MESIN FILAMEN EKSTRUDER PORTABLE**

**Tim Peneliti:**

**Faisal Ashari., S.Pd., M.T**  
**Nungki Dio Febriansa**  
**Ikhwan Sifa Bimananda**

*Dibiayai oleh:*

*Universitas Bojonegoro*

*Periode 1 Tahun Anggaran 2023/2024*

**Nomor Kontrak:**

**041 / LPPM-LIT / UB / X / 2023**

**UNIVERSITAS BOJONEGORO**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PROPOSAL PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI**

<b>1. Judul Penelitian</b>	:	PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK MENGHASILKAN FILAMEN 3D <i>PRINTING</i> DALAM RANCANG BANGUN MESIN FILAMEN EKSTRUDER <i>PORTABLE</i>
<b>2. Tema</b>	:	Sistem Manufactur dan Jasa
<b>3. Ketua Peneliti</b>		
a. Nama Peneliti	:	Faisal Ashari S.Pd., M.T
b. NIDN	:	0719019501
c. Program Studi	:	Teknik Industri
d. E-mail	:	<a href="mailto:faisal.gaxes@gmail.com">faisal.gaxes@gmail.com</a>
e. Bidang Keilmuan	:	
<b>Anggota Peneliti 1</b>		
a. Nama (Dosen/ Mahasiswa)	:	Nungki Dio Febriansa
b. NIDN/NIM	:	23262011017
c. Program Studi	:	Teknik Industri
d. E-mail	:	-
e. Bidang Keilmuan	:	Teknik Industri
<b>Anggota Peneliti 2</b>		
a. Nama (Dosen/ Mahasiswa)	:	Ikhwan Sifa Bimananda
b. NIDN/NIM	:	21262011007
c. Program Studi	:	Teknik Industri
d. E-mail	:	-
e. Bidang Keilmuan	:	Teknik Industri
Jangka Waktu Penelitian	:	6 Bulan
Lokasi Penelitian	:	
Dana Diusulkan	:	5.000.000


Bojonegoro, 04 Februari 2024

Mengetahui,  
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro



**Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.**  
NIDN 072108 8601

Pengusul,



**Faisal Ashari., S.Pd.,M.T**  
NIDN. 0719019501

## **KATA PENGANTAR**

Dengan rasa hormat dan kepercayaan yang tinggi kepada Allah SWT, saya menyampaikan puji syukur kehadirat-Nya atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat disusun dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan lingkungan sekaligus memanfaatkan sumber daya yang berpotensi menjadi masalah, yaitu sampah plastik. Judul penelitian ini adalah "Pemanfaatan Sampah Plastik sebagai Bahan Baku untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing dalam Rancang Bangun Mesin Filamen Ekstruder Portable."

Dalam era teknologi yang semakin berkembang, 3D printing atau pencetakan 3 dimensi menjadi salah satu inovasi yang memegang peranan penting dalam dunia industri dan desain. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat memberikan solusi efisien, fleksibel, dan berkelanjutan. Namun, di sisi lain, masalah lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan plastik masih menjadi perhatian serius. Oleh karena itu, penelitian ini diinisiasi dengan niatan untuk memberikan kontribusi nyata dalam upaya mitigasi sampah plastik, sekaligus mendukung perkembangan teknologi 3D printing.

Pembangunan mesin filamen ekstruder portable menjadi fokus utama penelitian ini. Mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis untuk mendaur ulang sampah plastik menjadi filamen 3D printing yang berkualitas. Dengan merancang dan mengembangkan mesin yang portable, diharapkan pula dapat meningkatkan aksesibilitas penggunaan teknologi ini oleh berbagai kalangan, termasuk industri kecil, menengah, dan pelaku usaha kreatif.

Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif, bukan hanya dalam pengembangan teknologi 3D printing, tetapi juga dalam upaya perlindungan lingkungan. Saya yakin, dengan niat baik dan kerja keras, kita dapat menciptakan solusi inovatif yang berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat.

Akhir kata, saya mohon maaf jika masih terdapat kekurangan dalam penyusunan proposal ini, dan saya terbuka untuk menerima saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga penelitian ini dapat menjadi langkah awal yang baik dalam upaya menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan teknologi yang lebih berkelanjutan.

## DAFTAR ISI

### Table of Contents

<b>Type chapter title (level 1)</b> .....	<b>1</b>
Type chapter title (level 2) .....	2
Type chapter title (level 3) .....	3
<b>Type chapter title (level 1)</b> .....	<b>4</b>
Type chapter title (level 2) .....	5
Type chapter title (level 3) .....	6

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	6
Tabel 3. 1 Validasi 1 .....	11
Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian .....	12
Tabel 4. 1 Evaluasi validasi .....	13
Tabel 4. 2 Aspek Penilaian.....	16
Tabel 4. 3 Penilaian Alternatif Sistem .....	16
Tabel 4. 4 Penilaian Alternatif Body Utama.....	17
Tabel 4. 5 Percobaan Pengoperasian Alat.....	21

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin ekstruder filamen 3D printer di pasaran .....	5
Gambar 2. 2 Filamen 3D printer. ....	6
Gambar 3. 1 Rencana Tahapan Penelitian .....	9
Gambar 4. 1 Desain Keseluruhan.....	14
Gambar 4. 2 Pemasangan Bantalan Heater Dan Nozzle .....	18
Gambar 4. 3 Pemasangan Termostat.....	18
Gambar 4. 4 Pemasangan Housing Switch .....	19
Gambar 4. 5 Perakitan komponen switch.....	19
Gambar 4. 6 Hasil Akhir Perakitan Alat.....	20

## RINGKASAN

Pemanfaatan sampah plastik jenis PET sebagai bahan baku untuk menghasilkan filamen 3D printing dalam rancang bangun mesin filament ekstruder *portable* memiliki urgensi yang tinggi karena adanya masalah lingkungan yang berkaitan dengan limbah plastik yang semakin meningkat dan sulit untuk didaur ulang. Dengan memanfaatkan sampah plastik jenis PET sebagai bahan baku dalam produksi filamen *3D printing*, limbah plastik dapat diubah menjadi produk yang memiliki nilai tambah dan dapat digunakan kembali.

Penelitian bertujuan untuk mendaur ulang sampah plastic PET (*polyethylene terephthalate*) menjadi filament 3D printing agar dapat mengurangi sampah plastik dan merancang mesin filament ekstruder otomatis *portable* untuk mempermudah daur ulang sampah plastik. Mesin ekstruder filament *portable* dirancang dengan ukuran yang kecil dan ringan sehingga mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Komponen utama dari rancang bangun mesin ekstruder adalah modul *power supply*, motor *gearbox* DC, thermometer, *Nozzle*, *heat block*, modul thermostat digital, dan sensor thermistor.

Target luaran dari penelitian ini adalah artikel jurnal nasional, terakreditasi kemudian merancang mesin ekstruder filament *portable* dan dapat menghasilkan filamen 3D printing dengan kualitas yang konsisten, serta dapat mengurangi jumlah sampah plastik dengan daur ulang limbah

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Limbah plastik, termasuk jenis PET (*polyethylene terephthalate*), telah menjadi masalah lingkungan yang semakin meningkat di seluruh dunia. Penggunaan plastik yang semakin banyak, kurangnya kesadaran masyarakat tentang pengelolaan limbah plastik, serta kurangnya infrastruktur pengelolaan limbah yang memadai menyebabkan penumpukan limbah plastik di berbagai tempat. Kondisi ini sangat berbahaya, karena sampah plastik butuh ratusan tahun untuk terurai ke lingkungan (1). Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) lahir pada tahun 1973, dan pertama kali didaur-ulang pada tahun 1977. PET adalah resin polyester yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas (2).

3D *printing* merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia teknologi(3), penggunaan teknologi 3D *printing* semakin populer dan digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri hingga bidang kreatif. Material untuk proses 3D *printing* disebut juga dengan sebutan filamen. Filamen yang paling sering digunakan adalah polylactic acid (PLA), acrylonitrilebutadiene styrene (ABS) (4). Namun, kebanyakan bahan baku filamen yang digunakan dalam 3D *printing* masih berasal dari bahan baku baru, yang memiliki dampak lingkungan yang cukup besar pada tahap produksinya.

Oleh karena itu, pemanfaatan sampah plastik jenis PET sebagai bahan baku untuk menghasilkan filament 3D *printing* dan merancang mesin ekstruder filament *protable* dapat menjadi solusi alternatif dalam mengurangi masalah limbah plastik yang semakin meningkat dan meningkatkan keberlanjutan produksi 3D *printing*. Dengan memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan baku, dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku baru yang mahal dan mengurangi jumlah limbah plastik yang dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan masyarakat yang lebih berkelanjutan dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya

pengelolaan limbah plastik.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yang ditentukan yaitu bagaimana mendaur ulang sampah plasti PET menjadi filament 3D printing dan bagaimana merancang mesin filament ekstruder *portable*. Mesin ekstruder filamen *portable* dirancang dengan ukuran yang kecil dan ringan sehingga mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yang ditentukan yaitu bagaimana mendaur ulang sampah plasti PET menjadi filament 3D printing dan bagaimana merancang mesin filament ekstruder *portable*. Mesin ekstruder filamen *portable* dirancang dengan ukuran yang kecil dan ringan sehingga mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang mesin filament ekstruder *portable*
2. Menguji mesin filament ekstruder *portable* untuk menghasilkan filamen 3d printing.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat menjadi solusi inovatif dalam memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan baku untuk filamen 3D printing. Dengan cara ini, limbah plastik dapat didaur ulang dan diubah menjadi produk bernilai tinggi, mengurangi jumlah sampah plastik yang mencemari lingkungan
2. Pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan baku dapat menciptakan nilai ekonomi tambahan. Produk filamen 3D yang dihasilkan dari sampah

plastik dapat memiliki nilai jual yang kompetitif, membuka peluang bisnis dan menciptakan lapangan kerja baru di sektor daur ulang dan manufaktur.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

Sampah plastik merupakan kategori limbah yang terdiri dari bahan sintesis yang sulit terurai atau terdegradasi secara alami. Plastik, sebagai jenis bahan sintesis, diproduksi melalui proses kimia menggunakan bahan seperti minyak bumi atau gas alam. Sumber sampah plastik bervariasi, mencakup produk konsumen, kemasan makanan dan minuman, peralatan rumah tangga, dan produksi industri manufaktur.

Keberadaan plastik telah menjadi masalah signifikan dalam pencemaran lingkungan, baik di darat maupun di laut. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan plastik untuk terurai dengan mudah, menghasilkan zat-zat toksik dan karsinogenik yang memerlukan waktu ratusan tahun untuk terdegradasi secara alami. Masalah ini mengakibatkan dampak negatif yang luas, termasuk polusi air dan udara, kerusakan ekosistem, dan risiko terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, pengelolaan sampah plastik menjadi suatu keharusan untuk mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan.

Meskipun sampah plastik sering menjadi ancaman serius bagi lingkungan, dapat diubah menjadi komoditas bernilai ekonomi tinggi melalui penanganan yang tepat, salah satunya dengan mencacahnya terlebih dahulu. Mencacah plastik memberikan berbagai manfaat, termasuk peningkatan nilai jualnya, kemudahan pengemasan dan pengangkutan, serta kebutuhan penting bagi pabrik pengolahan plastik (Napitupulu, 2013). Plastik yang telah dicacah dan diubah menjadi butiran dapat diproses lebih lanjut melalui ekstruder untuk menciptakan berbagai produk berbentuk. Extruder termoplastik adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengolah bahan termoplastik, yaitu jenis bahan yang dapat dilelehkan dan diproses kembali berulang kali tanpa mengalami perubahan kimia yang mencolok. Umumnya, ekstruder terdiri dari tabung panjang atau silinder dengan sekrup berputar di dalamnya. Desain sekrup ini bertujuan untuk mencairkan dan

mengaduk bahan termoplastik ketika dipindahkan ke arah ujung ekstruder. Ketika bahan termoplastik mengalami pelelehan dan pencampuran, ia menjadi substansi cair yang dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk menggunakan berbagai jenis mati atau nozzle yang berbeda.

Ekstruder umumnya digunakan untuk memproduksi berbagai produk, seperti pellet plastik, tabung, pipa, lembaran, dan film, di berbagai sektor industri seperti industri pengemasan, otomotif, konstruksi, dan manufaktur umum. Thermoplastic ekstruder berfungsi sebagai peralatan untuk mengekstrusi atau membentuk dan mencacah plastik dengan memanfaatkan suhu tinggi, sehingga plastik dapat dilelehkan dan dibentuk kembali oleh cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan (Amenan, 2018). Termoplastik, sebagai polimer, memiliki karakteristik dapat diproses berulang kali melalui pemanasan.



Gambar 2. 1 Mesin ekstruder filamen 3D printer di pasaran.

Sumber : Tokopedia, 2023

Filamen untuk printer 3D merujuk pada materi atau bahan yang digunakan untuk mewujudkan desain yang telah diprogram melalui aplikasi atau perangkat lunak komputer. Umumnya, serat ini memiliki dimensi standar dengan ketebalan sekitar 1,75 mm, meskipun ada printer 3D yang menggunakan serat dengan lebar 3 mm. Bahan pembuatan serat sangat beragam dan memiliki karakteristik yang hampir seragam. Materi yang umum digunakan untuk membuat filamen 3D adalah termoplastik yang keras, tahan, dan lentur, sifat-sifat ini juga meningkatkan

performa serat. Kualitas serat dapat meningkat seiring dengan keberagaman dan keindahan komposisi bahan yang membentuknya. Saat ini, contoh material yang umum digunakan untuk serat 3D termasuk acrylonitrile butadiene styrene (ABS) dan polylactide (PLA). Gambaran serat yang lazim dijumpai di pasaran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 2 Filamen 3D printer.

Sumber : Grainger, 2023

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan state of the art dari peneliti sebelumnya

**Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu**

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1	(Sujana I, Wicaksono RA,2022) (5)	Eksperimen	Merancang mesin filament ekstruder dengan menggunakan arduino dan untuk mengetahui temperatur suhu ideal pembuatan filamen ABS pada mesin filament ekstruder	Dari rancangan alat ekstruder yang telah dibuat sudah menghasilkan filamen, kecepatan putar screw pada alat ekstruder sebesar 17,5 RPM dengan torsi sebesar 203,455 N.m dari hasil perhitungan didapatkan daya kebutuhan daya heater sebesar 175 watt sehingga heater yang digunakan pada penelitian ini berkapasitas 250

				watt. Kapasitas produksi yang mampu dihasilkan pada alat ekstruder yaitu 0,0679 kg/jam.
2	(Iskandar D, Sunarya AS, Ananto G,2019) (6)	Eksperimen	Didapatkan rancangan inovasi alat filament ekstruder <i>machine</i> dengan menggunakan limbah plastic jenis <i>low density polyethylene</i> sebagai bahan baku 3d printer	Sensor digital caliper mampu membaca diameter dengan error pembacaan sebesar 1.1% sehingga berpengaruh terhadap keakurasian nilai diameter filament.
3	(Tya RA, Adi YS, Burhanuddin A, 2020)(7)	R&D	Merancang mesin filament ekstruder dengan menggunakan arduino dan untuk mengetahui temperatur suhu ideal pembuatan filamen ABS pada mesin filament ekstruder.	Dari tiga kali percobaan menggunakan suhu 200°C, 205°C, dan 210°C pada ketiga percobaan yang paling mendekati sesuai standard filament ABS adalah dengan suhu 205°C yang menghasilkan filamen berdiameter 1,75 mm.

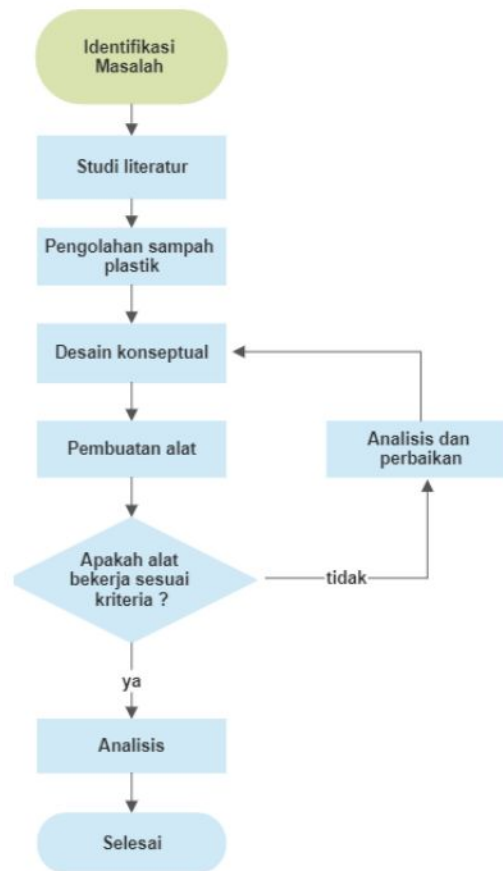
*Sumber: Hasil penelitian sebelumnya diolah (2022)*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian tentang pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan baku untuk menghasilkan filamen 3d *printing* dalam rancang bangun mesin filamen ekstruder *portable* dilakukan dengan metode eksperimen secara langsung (5), adapun tahapan - tahapannya sebagai berikut. Mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan, ketersediaan bahan baku untuk filamen 3D *printing* yang mahal dan minim terdapat di sekitar. Kemudian melakukan studi literatur mengenai mesin filamen ekstruder yang sudah ada dan mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan dari mesin tersebut. Pengolahan sampah plastik dengan mengumpulkan sampah plastik jenis PET dan melakukan proses pengolahan seperti pencucian dan pembuatan sampah plastic PET menjadi bentuk pita memanjang. Membuat desain konseptual mesin filamen ekstruder *portable* yang sesuai dengan pengolahan sampah plastik PET dan memilih komponen yang sesuai untuk mesin filamen ekstruder *portable*. Membuat prototipe mesin filamen ekstruder *portable* berdasarkan desain konseptual yang telah dibuat. Pengujian dan evaluasi pada mesin filamen ekstruder *portable* untuk memastikan bahwa mesin ekstruder yang terdiri dari modul *power supply*, motor *gearbox* DC, thermometer, *Nozzle*, *heat block*, modul thermostat digital, dan sensor thermistor berfungsi dengan baik. Analisis produk berupa pengujian filamen 3D *printing* yang telah diproduksi untuk memastikan kualitas dan kecocokan dengan mesin 3D *printing*. Kemudian dilakukan analisis dan koreksi performa mesin hingga didapat mesin filament ekstruder *portable* yang optimum dan paling baik. Tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Rencana Tahapan Penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di laboratorium teknik industri Universitas Bojonegoro.

### 3.3 Perancangan Konsep dan Desain

Setelah menyelesaikan analisis permasalahan, langkah selanjutnya adalah merancang konsep dan desain, yang merupakan fase inisial dalam pengembangan mesin filamen ekstruder untuk pengolahan limbah plastik dengan pendekatan semi otomatis. Tujuan utama dari tahap ini adalah menghasilkan rencana yang mendetail untuk memandu pembuatan alat sesuai dengan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

### **3.4 Pembuatan Desain**

Jenis data dapat diasumsikan kedalam jenis data ]primer ataupun sekunder. Data primer yaitu data yang peneliti terima langsung dari responden atau informan. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak kedua. Pihak kedua yang menerima data asli secara langsung, sedangkan teknik pengumpulan data menjelaskan cara secara sistematis yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data.

Dalam proses pembuatan desain alat, diperlukan serangkaian langkah yang cermat. Penggunaan perangkat lunak Autocad 2021 menjadi media utama dalam pembuatan desain. Langkah-langkah dalam proses pembuatan desain tersebut diuraikan sebagai berikut:

a. Penentuan Kebutuhan dan Tujua

Pada tahap awal pembuatan desain, perlu dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan dan tujuan yang harus dicapai oleh alat. Langkah ini bertujuan agar alat dapat terwujud sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

b. Analisis

Setelah kebutuhan dan tujuan ditentukan, langkah berikutnya adalah melakukan analisis terhadap tujuan alat, termasuk identifikasi kelebihan dan kekurangan dari desain perangkat sejenis yang sudah ada. Analisis ini menjadi dasar untuk perbaikan dan peningkatan desain yang akan dibuat.

c. Konsep dan Sketsa

Setelah melakukan penelitian dan analisis, langkah selanjutnya adalah merancang konsep dan membuat sketsa. Tahap ini melibatkan eksplorasi ide dengan mencoba berbagai pendekatan dan memilih konsep terbaik yang memenuhi kriteria yang telah ditetapkan.

d. Desain Akhir

Setelah menentukan konsep dan sketsa terbaik, proses berlanjut dengan mengembangkan desain akhir. Langkah ini melibatkan penggunaan perangkat lunak desain untuk mentransformasikan sketsa awal menjadi desain yang komprehensif dan rinci. Selama proses ini, desain dievaluasi dan disesuaikan

dengan kebutuhan dan tujuan awal, sehingga dapat memastikan bahwa alat yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

### 3.5 Validasi Desain

Form validasi desain ini membantu memastikan bahwa desain suatu produk atau sistem telah melewati evaluasi yang cermat dan memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan sebelumnya. Persetujuan dari pihak yang berkompeten menunjukkan bahwa desain tersebut dapat melanjutkan ke tahap implementasi atau produksi dengan keyakinan yang tinggi. Berikut adalah table validasi desain.

a. Identitas validator

Nama :

b. Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (√) pada kolom skala penilaian terhadap desain yang dikembangkan
2. Kriteria penilaian terdiri dari
  - 4 : Sangat Baik
  - 3 : Baik
  - 2 : Cukup
  - 1 : Kurang
3. Kepada Bapak/Ibu dimohon memberikan sara dituliskan langsung pada tempat yang diberikan

**Tabel 3. 1 Validasi 1**

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Kerapian				
2.	Desain mudah dipahami				
3.	Bentuk desain				
4.	Tata letak desain				
5.	Kejelasan keterangan desain				
Saran		□			

Setelah penilaian diberikan kemudian dihitung presentase dari jumlah total yang diberikan oleh validator. Berikut adalah rumus perhitungan presentase total penilaian validator :

$$PPV = \frac{SR}{ST} \times 100 \%$$

Keterangan :

PPV = Presentase penilaian validator

SR = Jumlah total jawaban validator

ST = Jumlah nilai total tertinggi

Kriteria Penilaian :

**Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian**

<b>Skor (%)</b>	<b>Keterangan</b>
0% - 25%	Kurang
26% - 50%	Cukup baik
51% - 75%	Baik
76% - 100%	Sangat baik

Desain dikatakan layak dan dapat dilanjutkan kedalam proses perancangan ekstruder semi otomatis apabila total penskoran mendapatkan nilai dengan kategori minimal Baik (51% - 75%)

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil studi merujuk pada pencapaian yang diperoleh setelah proses penelitian, termasuk di dalamnya penciptaan desain, penegasan kevalidan desain, produksi alat, serta pengujian alat yang dilakukan.

#### 4.1.1 Hasil Validasi

Validasi merupakan proses untuk menilai mutu dan kecocokan desain yang telah disusun, yang dilakukan oleh dosen yang berkompeten dari Teknik Industri dari Universitas Bojonegoro.

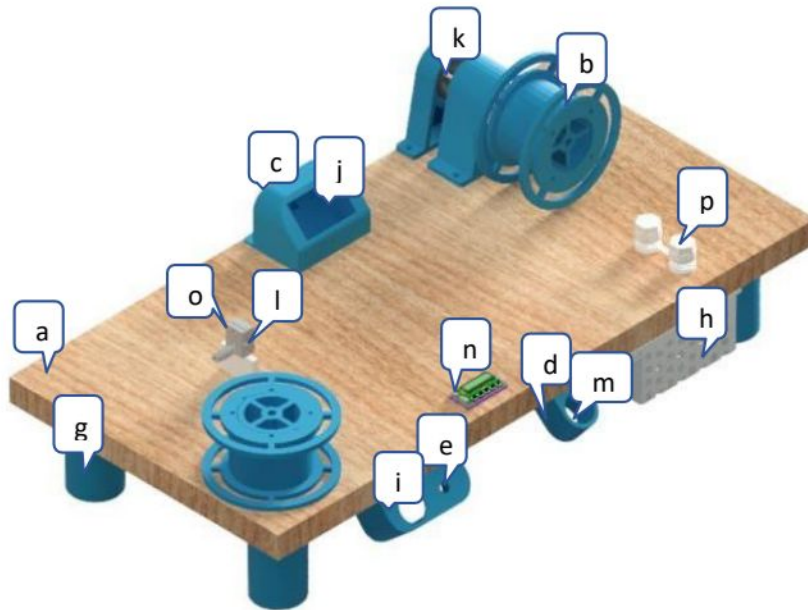
**Tabel 4. 1 Evaluasi validasi**

No	Aspek penilaian	Sekor penilaian				Skor	Maks	%
		1	2	3	4			
1	Kerapian				2	8	8	100
2	Desain mudah dipahami			1	1	7	8	87,5
3	Bentuk desain			1	1	7	8	87,5
4	Tata letak desain			1	1	7	8	87,5
5	Kejelasan keterangan				2	6	8	75
	desain							
<b>Rata-rata</b>								87,5

Berdasarkan evaluasi validasi yang telah dilakukan, rata-rata penilaian yang diperoleh adalah 87,5 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa desain yang telah dibuat telah memenuhi semua persyaratan yang diperlukan dan siap untuk melanjutkan ke tahap perancangan komponen-komponen pada mesin ekstruder.

#### 4.1.2. Hasil Rancangan Desain

Hasil dari pembuatan desain adalah produk dari penerapan desain yang telah direncanakan atau diproses, yang kemudian akan dijadikan komponen yang dirakit. Berikut ini adalah hasil dari pembuatan desain.



**Gambar 4. 1 Desain Keseluruhan**

Gambar di atas adalah desain keseluruhandan nama-nama komponen yang ada pada alat tersebut adalah:

- a. Meja
- b. *Spool Filament*
- c. *Housing Screen Thermometer*
- d. *Housing Switch Power Supply*
- e. Housing regulator motor
- f. Motor DC Mount
- g. Kaki meja
- h. *Power Supply*
- i. PWM (*Pulse Width Modulation*)

- j. Digital LED
- k. Motor Dc
- l. *Nozzle dan heat block*
- m. Saklar
- n. Thermostat
- o. Termistor
- p. Pisau Pemotong

Desain tersebut berdimensi panjang 50 cm dan lebar 25 cm, bertujuan agar alat mudah di pindahkan atau portable.

#### 4.1.3. Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan sangat dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan yang akan akan dipakai untuk merancang alat. Pemilihan bahan tersebut diharapkan dapat mencapai tujuan hasil akhir dalam perancangan ulang mesin ekstruder semi otomatis. Berikut adalah daftar kriteria pemilihan bahan.

Tabel 4. 4 Pemilihan material body utama

No	Material	Gambar	Kelebihan	Kekurangan
1	Kayu Jati		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kekerasan yang tinggi</li> <li>• Tahan lama</li> <li>• Tekstur yang menarik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harga terjangkau</li> <li>• Penyusutan</li> </ul>
2	Plat Besi		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kekuatan yang tinggi</li> <li>• Tahan air</li> <li>• Mudah diolah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rentan korosi</li> <li>• Berat</li> <li>• Harga tidak menentu</li> </ul>

3	Stainless Steel		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tahan karat</li> <li>• Kekuatan tinggi</li> <li>• Estetika menarik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harga mahal</li> <li>• Sulit diolah</li> <li>• Meninggalkan sidik jari dan goresan</li> </ul>
---	-----------------	---	--	--

Berdasarkan dari pemilihan bahan body utama atau meja ekstruder, selanjutnya adalah penilaian alternatif dilakukan berdasarkan skala penilaian yang akan ditunjukkan pada tabel penilaian dibawah ini :

**Tabel 4. 2 Aspek Penilaian**

1	Ekonomis	: Harga terjangkau
2	Pembuatan mudah	: Alternatif mudah untuk diproses
3	Kemudahan perawatan	: Alternatif mudah untuk dibersihkan
4	Ketersediaan	: Mudah didapatkan

Setelah skala penilaian ditentukan kemudian terdapat penilaian alternatif berdasarkan penilaian kriteria alat yang diinginkan

**Tabel 4. 3 Penilaian Alternatif Sistem**

Nilai	Keterangan
4	= Memenuhi aspek yang diinginkan
3	= Cukup memenuhi aspek yang diinginkan
2	= Kurang memenuhi aspek yang diinginkan
1	= Tidak memenuhi aspek yang diinginkan

#### 4.1.4. Hasil Penilaian

**Tabel 4. 4 Penilaian Alternatif Body Utama**

Aspek penilaian	Kayu Jati	Plat Besi	Stainless Steel
Ekonomis	4	3	1
Pembuatan mudah	4	3	4
Kemudahan perawatan	3	3	4
ketersediaan	4	4	3
Total	15	13	12

Berdasarkan aspek penilaian pada tabel diatas , maka hasil yang diperoleh dari beberapa alternatif adalah kayu jati, berikut perhitungan yang diperoleh :

Jumlah keseluruhan nilai dari setiap aspek nilai yang terbanyak = Alternatif yang dipilih yaitu kayu jati belanda dengan nilai Total :  $4+4+3+4 = 15$

Dengan digunakanya bahan kayu jati sebagai body utama atau sebagai meja dari mesin ekstruder ini, diharapkan mampu memberi nilai estetika lebih dengan harga yang relatif murah.

#### 4.1.5. Proses Assembly

Tahapan ini merupakan fase krusial dalam proses pembuatan alat, di mana performa dan kualitasnya akan ditetapkan. Selain menyiapkan komponen yang telah dibuat sebelumnya, diperlukan juga persiapan komponen pendukung seperti baut, sekrup, dan konektor kabel atau skun untuk menghubungkan komponen dengan alat sehingga dapat berfungsi sesuai yang diinginkan. Beberapa langkah proses perakitan antara lain:

##### a. Pemasangan Bantalan heater dan nozzle

Saat memasang komponen ini, penting untuk melakukan pengujian atau seleksi bahan baku yang tepat, seperti bahan yang memiliki kemampuan konduktif yang baik untuk menghantarkan listrik. Bahan yang sering dipilih adalah plat besi, yang kemudian dibentuk sesuai kebutuhan.



Gambar 4. 2 Pemasangan Bantalan Heater Dan Nozzle

Sumber : Hasil perakitan

Dalam ilustrasi tersebut, terlihat bahwa komponen ini berperan sebagai penyangga untuk elemen inti seperti pemanas (heater), nosel (nozzle), dan termistor. Kedua komponen ini saling terhubung secara langsung dan memiliki kemampuan untuk menghantarkan panas serta arus listrik.

#### **b. Pemasangan Termostat**

Pada proses ini memiliki dua langkah dimana pemasangan housing atau bantalan yang setelahnya baru pemasangan termostat bisa dilakukan. Housing termostat sendiri dibuat menggunakan akrilik bening, yang dibentuk sesuai dengan desain bentuk dari termostat.



Gambar 4. 3 Pemasangan Termostat

Sumber : Hasil perakitan

Pada gambar diatas dapat dijelaskan, bahwa pemasangan termostat menggunakan bantalan sebagai tempat dan pelindung. Komponen ini

memerlukan housing atau bantalan transparan, agar termostat dapat dilihat dengan jelas oleh operator.

**c. Pemasangan Komponen Housing Dan Mounting**

Pada langkah ini, pemasangan komponen keseluruhan langkah-langkahnya sama dimana body utama atau meja kayu dilubangi menggunakan sebuah bor dengan ukuran yang beragam. Pada pemasangan komponen-komponen tersebut perlu memerhatikan kebenaran dan tata letak sesuai dengan desain yang dibuat



Gambar 4. 4 Pemasangan Housing Switch

Sumber : Hasil perakitan

**d. Pemasangan Komponen Elektrik**

Pada proses ini, memerlukan ketelitian dan kebenaran yang tinggi. Pada pemasangan elektrik jalur atau kabel yang akan disambung tidak boleh tertukar atau terbalik.



Gambar 4. 5 Perakitan komponen switch

Sumber : Hasil perakitan

Gambar diatas dapat dilihat, dimana proses tersebut adalah penyambungan kabel ke komponen dimana proses tersebut untuk memastikan kabel terhubung dengan kuat dan benar. Beberapa proses penyatuan komponen juga menggunakan proses atau cara yang sama dalam penyambungan komponen.

Setelah setiap komponen di rakit maka akan menghasilkan hasilakhir seperti berikut :



Gambar 4. 6 Hasil Akhir Perakitan Alat

Sumber : Hasil perakitan

Pada gambar diatas menunjukkan hasil perakitan keseluruhan, dapat dilihat bahwa semua kompone elektrik harus dilindungi agar tidak terjadi korslet, serta komponen harus direkatkan dengan kuat menggunakan baut dan screw untuk menjaga letak dan fungsi alat terjaga dan berfungsi sebagai mana mestinya

#### **4.1.6. Hasil Pengujian**

Setelah menyelesaikan semua langkah dalam perancangan dan perakitan, dibutuhkan pengujian untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi sesuai yang diinginkan atau tidak.

**Tabel 4. 5 Percobaan Pengoperasian Alat**

Parameter	Uji	Suhu	Kecepatan	Panjang gPET	Waktu (Menit)	Rata - Rata (Menit)
1	1	130°C	7 Rpm	1 M	0,85	0,84
	2	130°C	7 Rpm	1 M	0,82	
	3	130°C	7 Rpm	1 M	0,84	
2	1	130°C	6 Rpm	1 M	1,18	1,18
	2	130°C	6 Rpm	1 M	1,16	
	3	130°C	6 Rpm	1 M	1,19	
3	1	130°C	5 Rpm	1 M	2,9	2,77
	2	130°C	5 Rpm	1 M	2,6	
	3	130°C	5 Rpm	1 M	2,8	
4	1	120°C	7 Rpm	1 M	1,2	1,20
	2	120°C	7 Rpm	1 M	1,22	
	3	120°C	7 Rpm	1 M	1,19	
5	1	120°C	6 Rpm	1 M	2,5	2,53
	2	120°C	6 Rpm	1 M	2,4	
	3	120°C	6 Rpm	1 M	2,7	
6	1	120°C	5 Rpm	1 M	3	3,03
	2	120°C	5 Rpm	1 M	3,2	
	3	120°C	5 Rpm	1 M	2,9	
7	1	110°C	7 Rpm	1 M	0,88	0,93
	2	110°C	7 Rpm	1 M	0,9	
	3	110°C	7 Rpm	1 M	1	

Dari percobaan yang dilakukan saat pengoperasian alat, pada tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Parameter suhu 120°C

- Pada kecepatan motor 7 rpm untuk menghasilkan 1 meter filament membutuhkan waktu rata-rata 1,20 menit.

- Pada kecepatan 6 rpm membutuhkan waktu rata-rata 2,53 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.
- Pada kecepatan 5 rpm membutuhkan waktu rata-rata 3,03 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.

## 2. Parameter suhu 110°C

- Dengan kecepatan 7 rpm membutuhkan waktu rata-rata 0,93 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen,
- Pada kecepatan 6 rpm membutuhkan waktu rata-rata 1,14 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen
- Pada kecepatan 5 rpm membutuhkan waktu rata-rata 3,17 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.

Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas, hasil filamen yang paling baik adalah dengan menggunakan parameter suhu 120°C dengan kecepatan motor 7 rpm yang membutuhkan waktu 1 menit 20 detik. Hasil filamen dari parameter ini bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 7 Hasil Filament Percobaan

Sumber : Percobaan mesin

Pada gambar diatas terlihat hasil filament bisa dikatakan sesuai dengan yang diinginkan, dimana bentuk dan tekstur filament sudah halus dan rapi, yang tentunya bisa digunakan untuk mesin 3d printer dengan diameter nozzle 1,5 mm.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian perancang dan pengujian mesin ekstruder filamen portable dapat disimpulkan yaitu :

1. Skor validasi desain mesin ekstruder portable yang diperoleh mencapai 87,5%, menandakan bahwa desain tersebut telah memenuhi persyaratan yang diperlukan dan dapat melanjutkan ke tahap perancangan selanjutnya.
2. Dengan mempertimbangkan evaluasi pada semua aspek, pilihan terhadap kayu jati dipilih karena mendapatkan nilai tertinggi sebesar 15.
3. Dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan dengan memperhatikan parameter suhu, kecepatan, panjang, dan waktu, ditemukan kondisi ideal dengan suhu 120°C, kecepatan 7 Rpm, dan waktu 1,20 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen. Kombinasi parameter ini dianggap optimal dalam menciptakan filamen dengan kualitas terbaik dibandingkan dengan parameter lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1] Pamasaria HA, Saputra TH, Hutama AS, Budiyanoro C. Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi. *JMPM (Jurnal Mater dan Proses Manufaktur)*. 2020;4(1):12–9.
- [2] Fathonah W, Intari DE, Mina E, Sulaiman M. PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF (Studi Kasus : Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang). *J Fondasi*. 2018;7(2):31–40.
- [3] Pristiansyah; Hardiansyah; Sugiyarto. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex*. *Manutech J Teknol Manufaktur* [Internet]. 2019;11(01):0–7. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/289929-optimasi-parameter-proses-3d-printing-fd-bc4a4103.pdf>
- [4] Oktavian D, Arifvianto B, Mahardika M. Ekstruksi Dan Karakterisasi Filamen Komposit Polylactid Acid (Pla) / Carbon Nano Tube (Cnt). *J Mater Teknol Proses War Kemajuan Bid Mater Tek Teknol Proses*. 2021;2(2):12.
- [5] Sujana I, Wicaksono RA. Rancang Bangun Alat Ekstruder Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene Dan Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing. Vol. 3. 2022.
- [6] Iskandar D, Sunarya AS, Ananto G, Mesin T, Elektromekanik KT. [Design and Manufacture of Filament Extruder Machine Utilise LDPE as the 3D Printing Feed]. 2019;1–10. Available from: [http://repository.polman-bandung.ac.id/file\\_publicasi/7556927Jurnal Dodi Iskandar Indonesia.pdf](http://repository.polman-bandung.ac.id/file_publicasi/7556927Jurnal Dodi Iskandar Indonesia.pdf)
- [7] Tya RA, Adi YS, Burhanuddin A. Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Hasil Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs). *Sci Eng ...* [Internet]. 2020;5(Sens 5):495–506. Available from: <http://conference.upgris.ac.id/index.php/sens/article/view/1526>

# JOINTECH

Journal of Industrial Engineering and Technology

Program Studi Teknik Industri  
Universitas Maria Kurdu

**P-ISSN : 2723-4711**  
**E-ISSN : 2774-3462**

---

**PENGUNA**

Home > [Home](#)

[Home](#)

[Home](#)

[Home](#)

---

**ISI JURNAL**

ISI

ISI

ISI

---

**BARANG**

Barang

---

**NOTIFIKASI**

Notifikasi

---

**AUTORA**

Autora

---

**INFORMASI**

Informasi

[BERANDA](#) | [TENTANG KAMI](#) | [BERANDA PENYUSUN](#) | [GAMBAR](#) | [TENTANG](#) | [KONTAK](#) | [INFORMASI](#)

Beranda > Penguna > Author > Active Submissions

### Active Submissions

NO	NOORIS	NOORIS	NOORIS	NOORIS	NOORIS
12296	23-07	ART	Ashari	INDONESIA, SAMPUN, JAWA, SIBANG, BANGS, BANGS	Perunggu, Perunggu

1 - 1 of 1 Item

**Start a New Submission**

[Click Here](#) to go to step one of the four-step submission process.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#)

[Home and About](#)

---

[Editorial Team](#)

---

[Work Method](#)

---

[Author Guidelines](#)

---

[Online Submissions](#)

---

[Page Number Process](#)

---

[Open Access Policy](#)

---

[Author Fee](#)

---

[Article Policy](#)

Type here to search