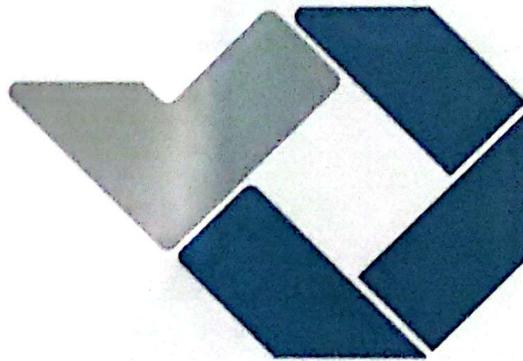


**RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT *FILAMENT* 3D
PRINTING DARI KEMASAN MINERAL**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan / Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Faruq Akbar Zulkarnein NIM : 1042112

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT *FILAMENT 3D PRINTING*
DARI KEMASAN MINERAL**

Oleh :

Faruq Akbar Zulkarnein / 1042112

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan / Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



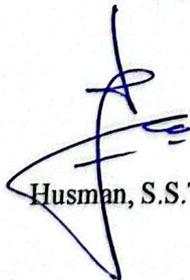
Pristiansyah, S.S.T., M.Eng.

Pembimbing 2



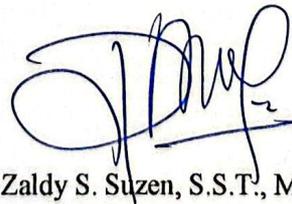
Boy Rollastin, S.Tr., M.T.

Penguji 1



Husman, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Zaldy S. Suzen, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Faruq Akbar Zulkarnein

NIM : 1042112

Dengan Judul : Rancang Bangun Mesin Pembuat *Filament* 3D Printing Dari
Kemasan Mineral

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 28 Juli 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Faruq Akbar Zulkarnein



ABSTRAK

Plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) banyak digunakan sebagai kemasan minuman karena sifatnya ringan, kuat, dan praktis, namun penggunaannya yang tidak terkontrol menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu solusi yang produktif untuk mengurangi limbah PET adalah mendaur ulangnya menjadi filament 3D printing. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pembuat filament 3D printing berbahan baku kemasan mineral PET dengan metode pendekatan VDI 2222. Proses perancangan meliputi pengumpulan data melalui survei, wawancara, dan studi literatur, dilanjutkan perancangan konsep, pembuatan komponen, perakitan, serta pengujian mesin. Mesin dirancang berukuran 400 mm × 600 mm × 300 mm, menggunakan motor stepper NEMA 17 dan sistem pemanas yang dapat diatur suhunya. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mesin belum berfungsi optimal dalam menghasilkan filament akibat gangguan pada rangkaian listrik, termasuk korsleting pada Arduino, kerusakan modul DRV8825, dan putusnya sekering power supply. Kesimpulan penelitian ini adalah diperlukan peningkatan desain pada sistem kelistrikan dan proteksi rangkaian, serta modifikasi pada jenis motor dan konstruksi dudukan mesin. Rekomendasi pengembangan selanjutnya meliputi penggunaan motor DC, desain dudukan yang lebih ringan, dan simulasi rangkaian sebelum perakitan.

Kata kunci: PET, Daur Ulang, 3D Printing, Filament, Mesin Pembuat Filament.

ABSTRACT

Polyethylene Terephthalate (PET) plastic is widely used as beverage packaging due to its lightweight, strong, and practical properties; however, its uncontrolled use has led to environmental issues. One productive solution to reduce PET waste is to recycle it into 3D printing filament. This study aims to design and develop a 3D printing filament-making machine using PET mineral water bottles as the main raw material, employing the VDI 2222 design method. The research process involved data collection through surveys, interviews, and literature studies, followed by concept design, component fabrication, assembly, and machine testing. The machine was designed with dimensions of 400 mm × 600 mm × 300 mm, using a NEMA 17 stepper motor and a temperature-adjustable heating system. Test results showed that the machine did not operate optimally in producing filament due to electrical circuit failures, including short circuits in the Arduino, damage to the DRV8825 module, and a blown power supply fuse. This study concludes that improvements are required in the electrical and circuit protection systems, along with modifications to the motor type and machine frame construction. Recommendations for future development include using a DC motor, designing a lighter frame, and conducting circuit simulations before assembly.

Keywords: PET, Recycling, 3D Printing, Filament, Filament-Making Machine.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. yang mana berkat rahmat dan hidayah-Nya Laporan Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Tujuan dibuatnya laporan ini sebagai salah satu syarat dan kewajiban mahasiswa dalam menyelesaikan program pendidikan Diploma IV dan penerapan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama empat tahun di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam penyusunan laporan ini, banyak sekali pihak-pihak yang telah berperan penting sehingga laporan dapat terselesaikan. ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan saudara yang selalu tak henti memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing 1 dan Ketua Jurusan, yang telah memberikan bantuan, arahan, bimbingan dan saran sampai penulis menyelesaikan penelitian.
3. Bapak Boy Rollastin S.Tr., M.T, selaku dosen pembimbing 2 dan Ketua Program Studi, yang telah membantu, memberikan bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian.
4. Seluruh dosen dan staff kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Seluruh rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan ini.
6. Seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar lebih baik untuk selanjutnya. Semoga laporan ini dapat berguna bagi pribadi dan orang lain serta dipergunakan sebagaimana mestinya.

Akhir kata, semoga Allah Swt. Membalas kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian laporan ini. Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 28 Juli 2024

Penulis



Faruq Akbar Zulkarnein

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 3D Printer	5
2.2 <i>Filament</i> 3D Printer	5
2.2.1 <i>Filament PLA</i>	6
2.2.2 <i>Filament ABS</i>	7
2.2.3 <i>Filament TPE</i>	7
2.2.4 <i>Filament PC</i>	7
2.3 Botol Plastik PET	8
2.4 Arduino	8
2.4.1 Arduino Uno	8
2.5 Perangkat Lunak	13
2.5.1 Arduino IDE (Integrated Development Environment)	13

2.6	Elemen Panas	13
2.6.1	<i>Heat Block</i>	13
2.6.2	3D Printer Ceramic Cartridge Heater 12V 40W	13
2.6.3	3D Printer Thermistor 100k (Sensor Panas).....	17
2.7	Roda Gigi	18
2.7.1	Roda Gigi Spur.....	19
2.8	Motor Stepper Nema 17	15
BAB III METODE PELAKSANAAN.....		17
3.1	Tahapan Kegiatan Kegiatan	17
3.2	Rincian Penelitian	18
3.2.1	Pengumpulan Data	18
3.2.2	Survei	18
3.2.3	Wawancara	18
3.2.4	Studi Literatur	19
3.2.5	Merancang Mesin.....	20
3.3	Pembuatan Komponen	21
3.3.1	Alat Pembuatan Komponen	21
3.3.2	Bahan Penelitian	24
3.3.3	Perakitan Mesin	38
3.3.4	Pengujian.....	38
3.3.5	Analisa Hasil	38
3.3.6	Kesimpulan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Pengumpulan Data	33
4.2	Pembuatan Konsep.....	33
4.2.1	Daftar Tuntutan	34
4.2.2	Metode Penguraian Fungsi	35
4.2.3	<i>Black Box</i>	35
4.2.4	Deskripsi Fungsi Bagian	36
4.2.5	Alternatif Fungsi Bagian.....	37
4.3	Merancang	46
4.4	Pembuatan Komponen	47

4.5	Perakitan / <i>Assembly</i>	48
4.6	Uji Coba Mesin	51
4.7	Analisa Hasil	54
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN 1		53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>Heat Block</i>	13
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Heater 3D Printer</i>	13
Tabel 3. 1 Daftar Studi Literatur	19
Tabel 4. 1 Daftar Pertanyaan Survei Lapangan.....	29
Tabel 4. 2 Daftar Tuntutan Utama.....	30
Tabel 4. 3 Daftar Tuntutan Sekunder	34
Tabel 4. 4 Daftar Keinginan	34
Tabel 4. 5 Deskripsi Fungsi Bagian	36
Tabel 4. 6 Sistem Rangka.....	37
Tabel 4. 7 Sistem Pemanas.....	38
Tabel 4. 8 Alternatif Bagian	39
Tabel 4. 9 Table Kriteria Penilaian Alternatif Konsep	48
Tabel 4.10 Bobot Penilaian	39

DAFTAR GAMBAR

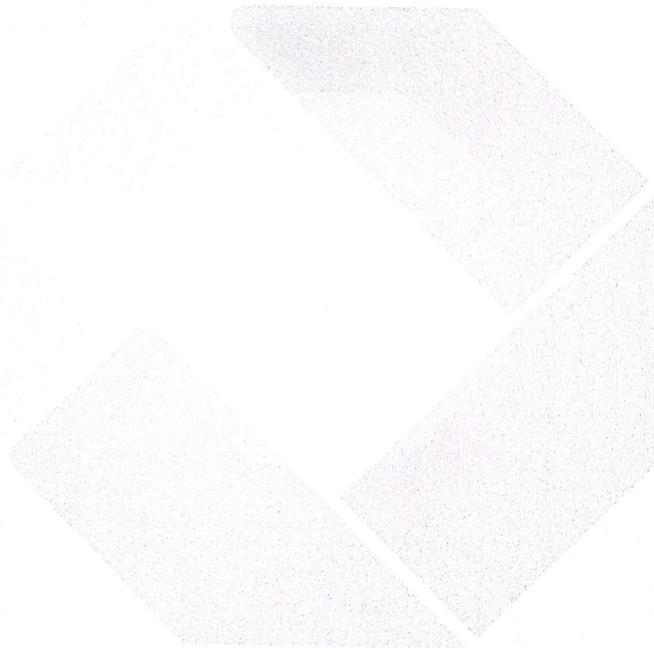
	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Filament 3D Printer</i>	7
Gambar 2. 2 Kemasan Botol Plastik	8
Gambar 2. 3 Arduino Uno.....	12
Gambar 2. 4 <i>Coding</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Heat Block</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Heater 3D Printer</i>	14
Gambar 2. 7 <i>3D Printer Thermistor 100k</i>	14
Gambar 2. 8 Roda Gigi Spur.....	15
Gambar 2. 9 Motor <i>Stepper NEMA 17</i>	16
Gambar 3. 1 <i>Flowchart Metode Penelitian</i>	21
Gambar 3. 2 Gerinda Tangan	22
Gambar 3. 3 Mesin <i>3D Printing</i>	23
Gambar 3. 4 Mesin Bor.....	24
Gambar 3. 5 Penggaris.....	24
Gambar 3. 6 Jangka Sorong	25
Gambar 3. 7 Mesin <i>Turning</i>	25
Gambar 3. 8 Gunting.....	26
Gambar 3. 9 Pisau <i>Cutter</i>	26
Gambar 3. 10 Tang Kombinasi	27
Gambar 3. 11 Adaptor 12V 20A <i>Power Supply</i>	27
Gambar 3. 12 <i>Filament 3D Print</i>	28
Gambar 3. 13 Arduino Mega 2560 R3 CH340 <i>Compatible Board + USB cable</i> .	25
Gambar 3. 14 <i>3D Printer Heat Block MK8 Alumunium</i>	26
Gambar 3. 15 Motor <i>Stepper NEMA 17 12V 1.5A + Cable</i>	26
Gambar 3. 16 <i>Brass Nozzle 3D Printer MK8 1.75mm</i>	26
Gambar 3. 17 <i>3D Printer Ceramic Cartridge Heater 12V 40W</i>	27

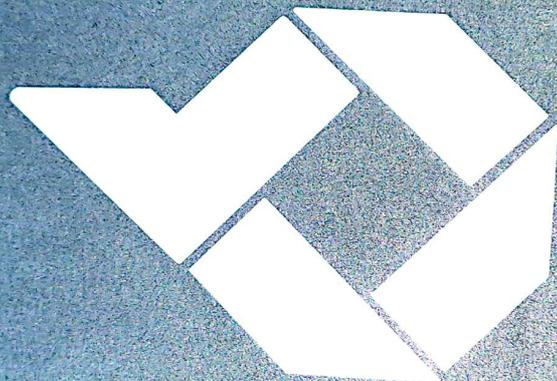
Gambar 3. 18 CNC <i>Shield V1 3D Printer GRBL Open-Source</i>	27
Gambar 3. 19 <i>DRV8825 CNC 3D Printer DC Stepper</i>	27
Gambar 3. 20 Saklar <i>Switch 3 Pin</i>	28
Gambar 3. 21 <i>W3230 Heating Cooling Thermostat</i>	28
Gambar 3. 22 Kayu Lapis	28
Gambar 3. 23 Balok Kayu.....	29
Gambar 3. 24 Plat Besi.....	29
Gambar 3. 25 Baut, Mur dan Ring	29
Gambar 3. 26 <i>Roll Filament</i>	34
Gambar 3. 27 <i>Ball Bearing</i>	35
Gambar 3. 28 <i>Cable NYY 2 x 0.75 1.5 m</i>	36
Gambar 3. 29 <i>Cable Jumper</i>	36
Gambar 4. 1 <i>Black Box</i>	39
Gambar 4. 2 Struktur Mesin Pembuat <i>Filament 3D Printing</i>	40
Gambar 4. 3 Diagram Fungsi	41
Gambar 4. 4 Varian Konsep 1	41
Gambar 4. 5 Varian Konsep 2	42
Gambar 4. 6 Varian Konsep 3	42
Gambar 4. 7 Hasil Rancangan	43
Gambar 4. 8 Dudukan Mesin	43
Gambar 4. 9 Dudukan <i>Heater Block</i>	44
Gambar 4. 10 Dudukan Penggulung <i>Filament</i>	44
Gambar 4. 11 Dudukan <i>LED</i>	45
Gambar 4. 12 Dudukan Motor <i>Stepper NEMA 17</i>	46
Gambar 4. 13 Dudukan Mesin	46
Gambar 4. 14 <i>Assembly Mesin</i>	46
Gambar 4. 15 Kerusakan Pada <i>Arduino</i>	46
Gambar 4. 16 Kerusakan Pada <i>DRV8825</i>	46
Gambar 4. 17 Kerusakan Pada <i>Power Supply</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Biodata Penulis

Lampiran 2 Gambar Kerja & Gambar Susunan





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik memiliki peran penting dalam keperluan sehari-hari, pada umumnya dipergunakan sebagai pengemas minuman dan makanan karena memiliki massa jenis yang ringan namun kuat dan praktis. Namun efek samping dari pemakaian plastik yang tidak terkontrol menyebabkan banyak isu yang timbul di bidang lingkungan. Data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun. Sebanyak 3,2 juta ton diantaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Masih dalam sumber yang sama, menyebutkan bahwa kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik (Rahmi & Selvi, 2021).

Adapun berbagai macam jenis plastik yaitu PET (*Polyethylene terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), OTHER. Jenis plastik yang biasa dipakai untuk kemasan mineral adalah PET. Berbagai kelebihan plastik jenis PET adalah dapat didaur ulang kembali menjadi berbagai ragam produk yang memiliki nilai ekonomis seperti produk mainan, filamen, souvenir, dan furniture (Taufik et al., 2023)

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam program peringatan Hari Peduli Sampah Nasional (HPSN) Tahun 2024 yang mengambil tema "Atasi Sampah Plastik Dengan Cara Produktif" yang bertujuan untuk memenuhi aspek – aspek untuk mengatasi polusi plastik dengan cara produktif. Salah satu implementasinya adalah dengan mendaur ulang (*Recycle*) kemasan minuman plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) menjadi *Filament 3D Printing*. Kemasan mineral jenis PET dipilih karena memiliki sifat termoplastik dan mudah meleleh sehingga mudah dibentuk kembali bersifat elastis yang cocok

menjadi bahan baku pencetakan objek 3D menggunakan mesin 3D *Printer* (Mikula et al., 2021)

Teknologi 3D *printing* adalah metode manufaktur aditif yang memungkinkan pencetakan objek tiga dimensi dengan menumpuk lapisan- lapisan material secara bertahap. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi ini telah mengalami perkembangan pesat dan telah mendapatkan pengakuan dalam berbagai industri. Teknologi 3D *printing* memungkinkan produksi komponen mesin dengan tingkat presisi yang tinggi dan fleksibilitas yang belum pernah terjadi sebelumnya. Hal ini membawa dampak positif pada proses manufaktur, memungkinkan penghematan waktu dan biaya, serta mengurangi pemborosan material. Lapisan material yang digunakan untuk membuat objek 3 Dimensi disebut *Filament*. Ada banyak bahandasar *filament* untuk 3D *Printing* dalam sebuah pengujian antara lain; *Polyacticacid* (PLA); *Nylon*, *High Density Polyethylene* (HDPE); *Poly Carbonate* (PC); *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS); *Acrylonitrile Stryrene Acrylate* (ASA) (Saputra et al., 2023)

Filament merupakan komponen yang sangat penting terhadap proses mesin 3D *Printing* sebagai bahan baku untuk membuat suatu objek, sedangkan harga *filament* yang digunakan masih tergolong kurang ekonomis. Harga dari *filament* saatini yang standar berbahan ABS atau PLA memiliki harga berkisar 282-424 ribu rupiah per gulungan (1 kg) di pasaran global (Mahfud et al., 2020). Maka dari itu, untuk menghemat biaya produksi dari proses 3D *printing* salah satu solusinya adalah dengan rancang bangun mesin pembuatan *filament* 3D *printing* yang berbahan baku dari kemasan mineral yang berjenis plastik PET.

Mesin pembuatan *filament* ini akan memproses kemasan mineral plastikdengan cara memotong kemasan plastik menjadi tali plastik kemudian melewati blok pemanasan dan dibentuk menjadi *filament* serta digulung seperti gulungan *filament* pada umumnya. Plastik jenis PET ini memiliki titik leleh pada 250- 260°C, suhu transisi gelas 67-81°C dan terdekomposisi pada suhu 480°C sehingga penelitian ini akan memfokuskan pada suhu pemanas yang paling efisien untuk hasil *filament* yang akan digunakan pada mesin 3D *Printing*.

Mesin pembuat *filament* untuk 3D printing telah menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi manufaktur aditif. Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan akan material *filament* 3D printing yang berkualitas tinggi dan terjangkau telah meningkat secara signifikan. Salah satu sumber potensial untuk bahan baku *filament* adalah kemasam mineral yang berlimpah dan seringkali diabaikan sebagai limbah. Pemanfaatan kemasam mineral sebagai bahan baku *filament* tidak hanya akan mengurangi limbah, tetapi juga dapat menjadi sumber material yang murah dan berkelanjutan untuk industri 3D printing.

Pada tahun-tahun sebelumnya, terdapat beberapa penelitian yang menginvestigasi kemungkinan penggunaan kemasam mineral sebagai bahan baku untuk *filament* 3D printing. Penelitian mengeksplorasi potensi kemasam mineral sebagai pengganti bahan baku konvensional dalam proses pembuatan *filament* 3D printing. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemasam mineral memiliki karakteristik yang sesuai untuk digunakan sebagai bahan baku *filament* dengan penyesuaian proses yang tepat.

Namun, meskipun potensi tersebut telah diidentifikasi, masih ada kebutuhan untuk mengembangkan mesin khusus yang dapat mengolah kemasam mineral menjadi *filament* dengan kualitas yang konsisten dan terjamin. Pentingnya rancang bangun mesin yang tepat untuk tujuan ini. Mesin pembuat *filament* yang efisien dan handal akan memungkinkan pemanfaatan kemasam mineral secara lebih luas dalam industri 3D printing (Dahlan, 2017).

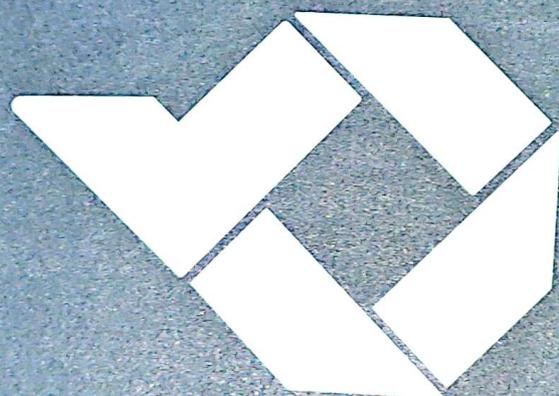
Dalam konteks ini, proyek akhir ini akan mengusulkan rancang bangun mesin pembuat *filament* 3D printing yang menggunakan kemasam mineral sebagai bahan baku utamanya. Melalui penelitian ini, diharapkan akan tercipta sebuah solusi yang praktis dan ekonomis untuk memproduksi *filament* berkualitas tinggi dari kemasam mineral, serta membuka potensi baru dalam pengembangan teknologi manufaktur aditif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan adalah bagaimana cara merancang dan membuat mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan botol mineral.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan botol mineral.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 3D Printer

Untuk memproduksi suatu produk secara massal, diperlukan pembuatan *prototype* awal guna memastikan apakah desain produk telah memenuhi standar yang ditetapkan dan siap untuk produksi dalam skala besar. *Prototyping* sangat penting dalam menentukan proses produksi yang akan diikuti serta estimasi investasi yang diperlukan. Salah satu metode alternatif untuk membuat *prototype* awal adalah dengan menggunakan *Printer 3D* (Dahlan, 2017).

Teknologi *3D printing*, atau pencetakan tiga dimensi, adalah bagian dari proses fabrikasi yang dikenal sebagai *Fused Deposition Modeling* (FDM), yang merupakan salah satu bentuk *Additive Manufacturing* (AM). Proses ini bekerja dengan menambahkan material secara bertahap untuk membentuk objek tiga dimensi, lapis demi lapis.

Pada proses tersebut, bahan plastik yang telah dibentuk menjadi *filament* diekstrusi melalui ekstruder yang bergerak mengikuti koordinat yang telah diprogram, kemudian dibentuk secara bertahap (Umam et al., 2013)

3D printing memiliki beberapa sistem kerja yang terdiri dari beberapa jenis yaitu *Fused Deposit Material* (FDM), *Selective Laser Sintering* (SLS) dan sebagainya.. Sistem FDM merupakan sistem *3D printing* yang mudah dan banyak dikembangkan saat ini (Abdillah, 2019).

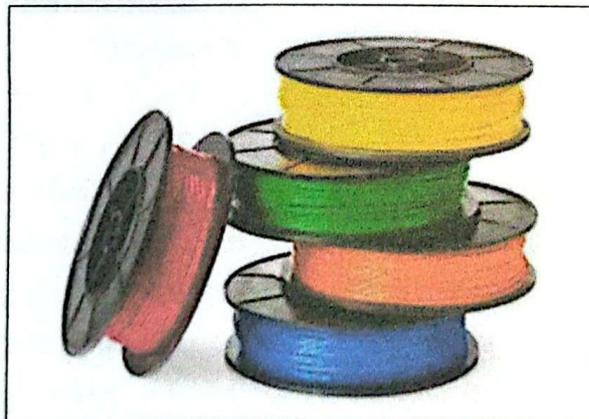
2.2 Filament 3D Printer

Penelitian oleh (Pristiansyah & Herianto, 2018) memfokuskan pada pengukuran transparansi hasil cetakan dari mesin *3D Printing* FDM menggunakan *filament* PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*). Penelitian ini mengevaluasi transparansi cetakan dengan memperhatikan pengaturan parameter dari *software*

slicing 3D printing serta mesin yang digunakan. Pengukuran transparansi dilakukan menggunakan *Lux Meter*.

Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah eksperimen dengan mempertimbangkan berbagai parameter, termasuk suhu *nozzle*, suhu *bed*, kecepatan cetak, dan ketebalan material per lapisan (*layer height*). Berdasarkan hasil dari eksperimen dan pengukuran, penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter yang menghasilkan objek cetak dengan tingkat transparansi terbaik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu praktisi *3D printing* dalam meningkatkan efektivitas analisis medis, terutama dalam mendukung dokter dalam menilai kerusakan organ tubuh manusia.

Filament 3D merupakan bahan baku berbentuk silinder panjang dengan diameter tertentu yang terbuat dari berbagai jenis polimer. *Filament* ini digunakan dalam mesin *3D Printer* tipe FDM (*Fused Deposition Modeling*). Secara umum, terdapat empat jenis *filament 3D* berdasarkan bahan yang digunakan, yaitu PLA (*Polylactic Acid*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), TPE (*Thermoplastic Elastomers*), dan PC (*Polycarbonate*).



Gambar 2. 1 *Filament 3D Printer*
(Sumber: <https://www.ankermake.com/>)

2.2.1 *Filament PLA*

Filament PLA (Polylactic Acid) adalah jenis *filament* yang terbuat dari ekstrak biji jagung yang telah dimurnikan, sehingga dianggap ramah lingkungan.

Kelebihan utama dari *filament* ini adalah kemudahannya dalam proses pencetakan, titik leleh yang relatif rendah, serta bau yang tidak menyengat. Selain itu, PLA tidak memerlukan suhu tinggi pada *bed* untuk melekat dengan baik. Namun, kekurangan dari PLA adalah hasil cetaknya yang cenderung rapuh. *Filament* ini sangat cocok untuk mencetak berbagai objek seperti *action figure*, casing elektronik, dan sebagainya. PLA merupakan salah satu jenis *filament* yang paling banyak digunakan.

2.2.2 Filament ABS

ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) adalah *filament* yang dikenal karena kemampuannya menghasilkan model cetak yang kuat, tahan panas, dan solid. Berbeda dengan PLA, ABS memerlukan suhu tinggi pada *bed* dan *nozzle* saat proses pencetakan, serta mengeluarkan bau yang cukup menyengat. Kelebihan utama ABS adalah fleksibilitas objek cetaknya, sehingga lebih tahan terhadap kerusakan jika terjatuh atau dibengkokkan. ABS juga dapat dengan mudah dihaluskan menggunakan cairan acetone dan dapat diwarnai dengan mudah. *Filament* ini sering digunakan untuk mencetak pegangan alat, mainan anak, sambungan perabot, dan sebagainya.

2.2.3 Filament TPE

TPE (*Thermoplastic Elastomers*) adalah jenis *filament* yang memiliki tingkat kelenturan paling tinggi, menyerupai karet dalam hal daya tahan dan tekstur. Kelebihan lainnya adalah ketahanan yang baik terhadap suhu ekstrem, sinar ultraviolet, dan bahan kimia. Karena sifatnya yang lentur, TPE sangat ideal untuk mencetak produk seperti *softcase* ponsel, mainan, dan berbagai barang yang memerlukan fleksibilitas.

2.2.4 Filament PC

Filament PC (*Polycarbonate*) dikenal sebagai *filament* yang paling kuat dibandingkan dengan jenis *filament* lainnya. Dengan warna transparan, PC memiliki kekuatan yang sangat tinggi dan mampu menahan suhu ekstrem serta

benturan. Bahan ini umumnya digunakan dalam pembuatan layar elektronik, kaca anti peluru, atap rumah, dan aplikasi lain yang memerlukan ketahanan tinggi.

2.3 Botol Plastik PET

Botol plastik bekas adalah salah satu jenis sampah anorganik yang umum ditemukan di sekitar kita. Meskipun penggunaan kembali botol plastik tidak selalu disarankan karena potensi dampaknya terhadap kesehatan meskipun dalam jangka waktu lama, botol plastik sebenarnya masih memiliki banyak manfaat. Salah satu penggunaan alternatifnya adalah sebagai bahan untuk kerajinan tangan yang bisa memberikan nilai tambah (District et al., 2021).

Dalam pembuatan *filament* dari limbah botol plastik, yang dikenal secara ilmiah sebagai polyethylene terephthalate (PET), proses ini memanfaatkan limbah botol plastik yang banyak ditemukan di lingkungan sekitar. Botol plastik PET memiliki titik leleh yang berada pada rentang suhu 250°C hingga 260°C.



Gambar 2. 2 Kemasan Botol Plastik

(Sumber: www.siu-bijiplastik.com)

2.4 Arduino

Arduino adalah salah satu papan mikrokontroler yang mudah digunakan dan terjangkau, dirancang untuk pemula dalam eksperimen elektronik dan otomasi (Prabowo & Irwanto, 2023). Chip Atmega 328P adalah mikrocontroller 8-bit

berbasis AVR-RISC yang diproduksi oleh Atmel, dengan memori flash ISP sebesar 32 KB yang mendukung operasi baca/tulis. Penggunaan Arduino UNO sangat memudahkan karena sifatnya yang *open source* (Handoko, 2017).

Arduino dirancang sebagai perangkat elektronik open source yang memudahkan pembuatan dan pengembangan perangkat elektronik serta software. Platform ini dirancang untuk menyederhanakan penggunaan elektronik dalam berbagai aplikasi. Arduino terdiri dari beberapa komponen penting seperti pin, *mikrocontroller*, dan konektor yang akan dibahas lebih rinci. Selain itu, Arduino menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan C++, dikenal sebagai *Arduino Language*. Platform ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengatur suhu, sensor untuk pertanian, dan pengendalian peralatan pintar, serta banyak lagi. Namun pada penelitian saat ini Arduino yang digunakan adalah Arduino Uno dikarenakan pertimbangan kemudahan dalam pengoperasian dan lainnya.

2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan *mikrocontroller* yang berbasis pada *chip* ATmega328 (datasheet). Papan ini dilengkapi dengan 14 pin *input/output* digital, di mana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, serta 6 pin *input* analog. Arduino Uno juga memiliki osilator kristal dengan frekuensi 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, *header* ICSP, dan tombol reset. Untuk penggunaan, Arduino Uno dapat dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB, atau dapat juga disuplai listrik melalui adaptor DC atau baterai. Arduino Uno adalah salah satu tipe Arduino yang paling sering digunakan.



Gambar 2. 3 Arduino Uno
(Sumber : <https://www.arduino.cc/>)

2.5 Perangkat Lunak

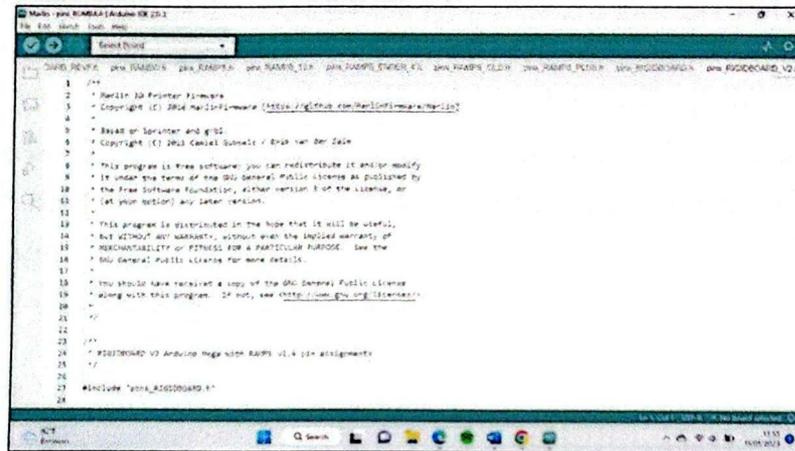
2.5.1 Arduino IDE (Integrated Development Environment)

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan mengelola kode pemrograman pada papan Arduino. Program ini memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, mengunggah, dan memprogram kode untuk board Arduino yang dipilih. Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan pustaka C/C++ (*wiring*), yang mempermudah pengoperasian *input* dan *output*.

Pemrograman atau *coding* melibatkan penulisan kode dalam bahasa pemrograman untuk memberi instruksi kepada komputer. Agar kode tersebut dapat dipahami dan dijalankan oleh komputer, penting untuk mengikuti aturan sintaks yang sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan. Sintaks merujuk pada aturan yang mengatur struktur dan susunan kode atau ekspresi, dan aturan ini bervariasi tergantung pada bahasa pemrograman yang dipilih. Mematuhi aturan sintaks memungkinkan komputer untuk mengerti dan menjalankan perintah yang diberikan oleh programmer.

Untuk pemrograman Arduino IDE pada alat pembentuk *filament*, digunakan kode yang diadaptasi dari pemrograman *Printer 3D* karena prinsip kerjanya yang

serupa. Kode untuk mesin pembuat *filament* dapat ditemukan pada halaman lampiran.



```
1 //
2 * Berlin 3D Printer Firmware
3 * Copyright (c) 2016-2017 Marlin [https://github.com/MarlinFirmware/Marlin]
4 *
5 * Based on Sprinter and grbl.
6 * Copyright (c) 2011 Camiel Schellekens / Drip-Net-Dev Team
7 *
8 * This program is free software: you can redistribute it and/or modify
9 * it under the terms of the GNU General Public License as published by
10 * the Free Software Foundation, either version 3 of the license, or
11 * (at your option) any later version.
12 *
13 * This program is distributed in the hope that it will be useful,
14 * but WITHOUT ANY WARRANTY, without even the implied warranty of
15 * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
16 * GNU General Public License for more details.
17 *
18 * You should have received a copy of the GNU General Public License
19 * along with this program. If not, see http://www.gnu.org/licenses/.
20 *
21 //
22 //
23 //
24 * REPRODUCED BY AND/OR FOR MARLIN v1.4.0 assignments
25 //
26 //
27 #include "pins_RAGGEDBOARD.h"
28
```

Gambar 2. 4 Coding

2.6 Elemen Pemanas

Elemen pemanas, atau sering disebut *heater*, adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang penghantar yang akan menghasilkan medan elektromagnetik disekitar benda kerja tersebut, sehingga menghasilkan arus eddy yang akan membuat molekul-molekul dari benda logam yang terdapat disekitar elektromagnetik mengeluarkan panas dan meleburkan benda itu sendiri (Aswardi et al., 2019).

Teknologi *heater* telah banyak dikembangkan karena ia tidak memerlukan api untuk memanaskan objek. Sebaliknya, *heater* memanfaatkan arus listrik bolak-balik yang mengalir melalui koil tembaga untuk menghasilkan panas melalui induksi. Arus listrik bolak-balik ini menciptakan medan elektromagnetik yang kekuatannya bervariasi. Contoh umum dari teknologi ini adalah kompor pemanas air yang sering kita temui sehari-hari, yang menggunakan prinsip heater induksi (Muhammad Firman Hakiki, 2018).

Dalam konteks pembuatan *filament*, alat ini menggunakan *heater* yang sama seperti yang ada pada *Printer 3D*. Heater ini berfungsi untuk memanaskan plastik

sehingga dapat dibentuk atau dicetak menjadi *filament* dengan cara yang konsisten dan efisien. Pada *heater* ini, panas ditransfer melalui konduksi. Konduksi adalah proses perpindahan panas melalui material padat tanpa pergerakan partikel, di mana panas mengalir dari area dengan suhu tinggi ke area dengan suhu lebih rendah.

Untuk menghitung energi panas yang terlibat dalam proses ini, kita menggunakan rumus khusus. Energi panas, yang dilambangkan dengan huruf Q dan diukur dalam satuan Joule (J), dapat dihitung menggunakan persamaan tertentu (Forbes.id).

$$H = \frac{Q}{t} \cdot O = \frac{k \times A \times \Delta T}{L} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : q = Kalor (J)

k = Konduktivitas termal (W/m^{°K})

A = Luas Penampang (m²)

Δt = Perubahan Suhu (°K)

L = Panjang (m)

H = Kalor yang merambat persatuan waktu (J/s atau watt)

T = Waktu (sekon)

Elemen pemanas pada alat pembentuk *filament* terdapat 3 komponen yaitu :

2.6.1 *Heat Block*

Heat block adalah komponen pemanas dalam *Printer 3D* yang menggabungkan beberapa fungsi penting. Fungsinya mencakup tempat untuk *heater 3D*, sensor suhu, dan *nozzle brush*, sehingga semua elemen ini bekerja sebagai satu unit. Untuk informasi lebih detail mengenai spesifikasi *heat block*, silakan merujuk pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi *Heat Block*

Material	Alumunium
Dimensi	20mm x 16mm x 12mm
Diameter Lubang Heat	6,1 mm
Diameter Lubang	3,1 mm
Sensor	



Gambar 2. 5 *Heat Block*

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

2.6.2 3D Printer Ceramic Cartridge Heater 12V 40W

Heater pada *Printer 3D* adalah perangkat yang mengubah arus listrik menjadi panas. Alat ini mentransfer panas ke *heat block*, yang kemudian meneruskannya ke *nozzle brush* dan sensor suhu. Berikut ini adalah rincian spesifikasi dari heater *Printer 3D*.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Heater 3D Printer*

Power	12v DC/ 40W
Panjang	<i>Stainlees Steel</i>
Diameter	1000 mm
material	6 mm

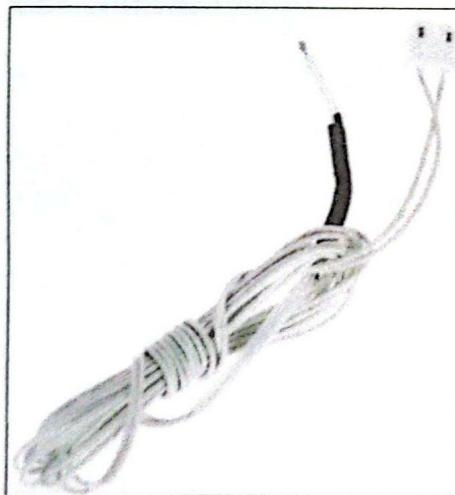


Gambar 2. 6 Heater 3D Printer

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

2.6.3 3D Printer Thermistor 100k (Sensor Panas)

Thermistor 100k pada *Printer* 3D, yang berfungsi sebagai sensor suhu, adalah komponen yang mengukur suhu dari elemen pemanas *Printer* 3D. *Thermistor* ini mengubah sinyal suhu menjadi arus listrik yang kemudian dikirim ke *Arduino* untuk mengatur proses pemanasan.



Gambar 2. 7 3D Printer Thermistor 100k

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

2.7 Roda Gigi

Roda gigi adalah suatu komponen penyalur daya yang bergerak secara berputar dengan dua *gear* atau lebih saling bersinggungan. Dimana daya tersebut disalurkan dari motor dinamo melalui *gear* lalu daya disalurkan ke komponen selanjutnya, yang dapat mengatur rasio, mengatur torsi, dan mengubah arah putaran. Roda gigi memiliki banyak jenisnya, setiap jenis memiliki kelebihan dan kekurangan, berikut jenis-jenis roda gigi.

2.7.1 Roda Gigi Spur

Roda gigi spur adalah roda gigi yang paling sederhana, yang terdiri dari silinder atau piringan dengan gigi-gigi yang terbentuk secara radial. Ujung dari gigi-giginya lurus dan tersusun paralel terhadap aksis rotasi. Roda gigi ini hanya bisa dihubungkan secara *parallel*.

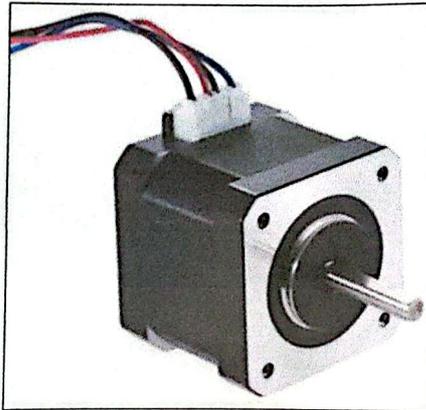


Gambar 2. 8 Roda Gigi Spur

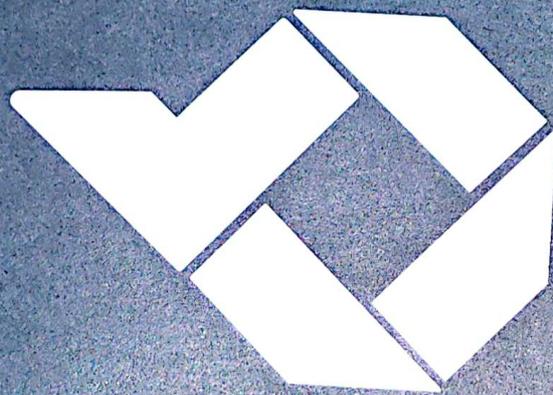
2.8 Motor Stepper NEMA 17

Motor stepper adalah jenis motor listrik yang bergerak dengan cara memutar rotor dalam langkah-langkah tertentu. Motor ini memungkinkan rotasi dengan kecepatan yang dapat diatur dan menawarkan kontrol gerakan yang sangat presisi.

NEMA 17 adalah standar ukuran untuk motor stepper dengan lempeng depan ukuran 1,7 inci atau sekitar 42,3mm. NEMA 17 adalah Sementara itu, NEMA 17 adalah standar ukuran untuk motor stepper yang memiliki lempeng depan berukuran 1,7 inci atau sekitar 42,3 mm. NEMA 17 merupakan salah satu tipe motor stepper yang paling sering digunakan, terutama dalam berbagai aplikasi seperti di industri elektronik, robotika, dan mesin CNC.



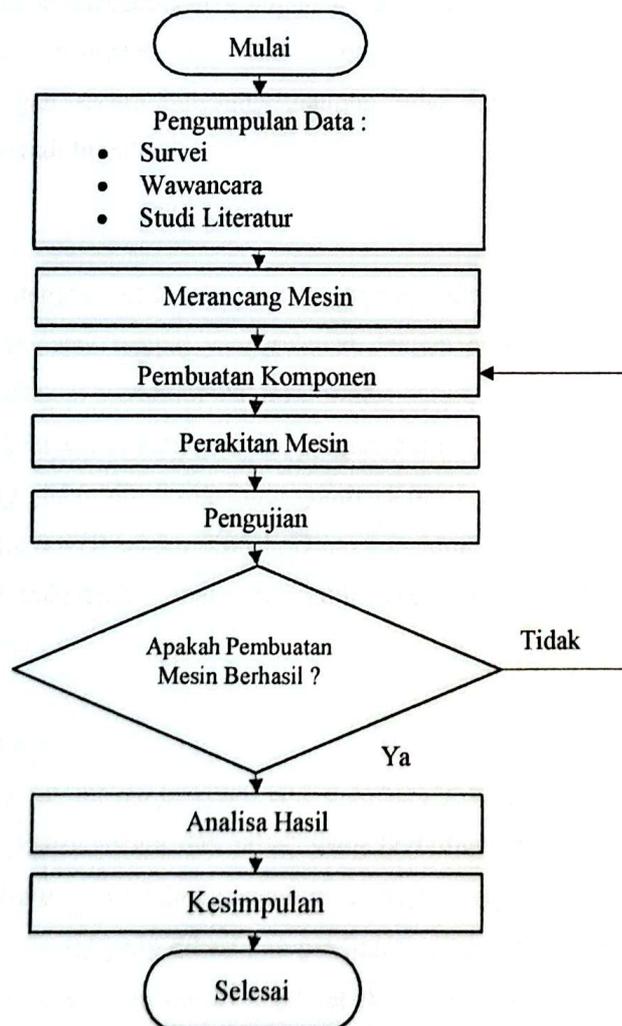
Gambar 2. 9 Motor *Stepper* NEMA 17
(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Pelaksanaan Kegiatan

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah dengan merancang kegiatan dalam bentuk diagram alir, bertujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol serta sebagai pedoman pelaksanaan proyek akhir agar target yang diharapkan dapat tercapai. Diagram alir pada proyek ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metode Penelitian

3.2 Rincian Penelitian

Informasi lebih lanjut tentang metode pelaksanaan dijelaskan lebih terperinci pada bagian ini. Mencakup pengumpulan data, merancang mesin, pembuatan komponen, perakitan mesin dan pengujian.

3.2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari dan mengumpulkan data yang berhubungan juga mendukung dalam pembuatan proyek akhir ini. Dalam pengumpulan data terdapat kegiatan mengidentifikasi masalah berdasarkan referensi, kemudian menentukan komponen dalam membangun mesin seperti, penggerak, sistem pemanas kemudian *output* yang dihasilkan. Dilakukannya tahapan ini dengan secara langsung maupun tidak langsung, seperti survei, wawancara dan studi literatur.

3.2.2 Survei

Survei mengacu pada metode pengumpulan data yang dilakukan secara langsung di lokasi atau tempat yang relevan dengan proyek akhir ini. Metode yang dilakukan dengan mengumpulkan informasi secara langsung dari responden dan mengamati keadaan di lapangan dan pengumpulan. Survei dilakukan di salah satu TPS yang ada di Sungailiat, yaitu Kp. Jawa oleh Bapak Ismir Rachmaddinianto, S.STP selaku Kepala Dinas Lingkungan Hidup. Dilakukannya survei ini untuk mengetahui apakah telah dilakukan pengolahan limbah kemasan mineral atau tidak.

3.2.3 Wawancara

Wawancara merupakan pengumpulan data berupa sebuah tanya jawab secara langsung antara pewawancara dan pihak yang berhubungan dengan objek yang sedang diteliti. Wawancara dalam proyek ini bertujuan untuk mengetahui jumlah limbah kemasan mineral yang dihasilkan per hari dan bagaimana spesifikasi yang diinginkan dalam pembuatan mesin pembuat *filament 3d printing* dari kemasan mineral. Objek yang diwawancarai yaitu seorang Kepala Dinas Lingkungan

Hidup di Kabupaten Bangka Induk. Wawancara ini dilakukan secara langsung dengan pedoman wawancara yang dapat dilihat pada lampiran pedoman wawancara.

3.2.4 Studi Literatur

Studi literatur adalah proses mengevaluasi dan menganalisis buku dan penelitian terdahulu yang relevan dengan proyek akhir rancangan mesin pembuat *filament 3d printing* dari kemasan mineral ini. Berikut beberapa studi literatur ditampilkan pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Daftar Studi Literatur

No	Jenis	Judul	Penulis
1.	Penelitian	Pengaruh Parameter Proses terhadap Kuat Tarik Produk Hasil 3d Printing Menggunakan Filamen ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate).	Saputra, W. R., Suzen, Z. S., & Pristiansyah, P.
2.	Penelitian	Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET	Taufik, M., Lubis, G. S., & Ivanto, M
3.	Penelitian	Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Metode Penarik Dan Penggulung Otomatis.	Mahfud, R., Adi, Y. S., & Burhanuddin, A.
4.	Penelitian	Rancang Bangun Alat Pembentuk Filament 3d Printer Dari Botol Plastik Merk Crystalin Dan Club	Nasihul Umam.

Studi literatur ini bertujuan untuk memahami fungsi komponen, konsep prinsip kerja dan hasil pengujian terdahulu mengenai mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral. Selain itu juga mencakup perihal definisi dan teknis dalam penyusunan proyek ini.

3.2.5 Merancang Mesin

Setelah mengevaluasi spesifikasi alat dan bahan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan konsep dan merancang desain. Proses ini bertujuan untuk menetapkan kriteria yang harus dipenuhi oleh alat yang akan dibuat. Berikut adalah kriteria desain yang ditetapkan dalam tahap perancangan.

1. Produktif

Setiap desain harus menyertakan target kapasitas produksi yang diharapkan dan berusaha untuk mencapainya. Meskipun banyak faktor yang dapat memengaruhi hasil akhir dan harus diperhatikan. Target kapasitas produksi yang ditetapkan adalah menghasilkan *filament* dengan menggunakan satu botol berukuran 1,5 liter, yang dapat memproduksi *filament* dengan diameter 1,75 mm, panjang sekitar 5 meter, dan waktu produksi sekitar 120 menit.

2. Ekonomis

Selain mengutamakan kecepatan produksi yang lebih tinggi dibandingkan produk yang sudah ada, biaya pembuatan alat juga harus dibuat serendah mungkin. Targetnya adalah agar alat tersebut dapat diproduksi dengan anggaran kurang dari Rp. 2.000.000.

3. Pengoperasian Mudah

Terdapat berbagai jenis plastik dengan titik lebur yang berbeda-beda. Untuk mempermudah dalam pengoperasian pembuatan *filament*, alat dirancang dengan fitur yang memungkinkan pengaturan suhu dan kecepatan putaran motor.

4. Perawatan Mudah

Kriteria tambahan untuk mesin adalah kemudahan perawatannya, yang mencakup kemudahan dalam membongkar dan merakit kembali mesin serta melakukan pemeliharaan.

Dengan target yang diinginkan dalam kriteria – kriteria tersebut, harapannya skala mesin pembuat filament ini adalah skala rumahan yang dapat membantu pengolahan limbah botol plastik.

3.3 Pembuatan Komponen

3.3.1 Alat Pembuatan Komponen

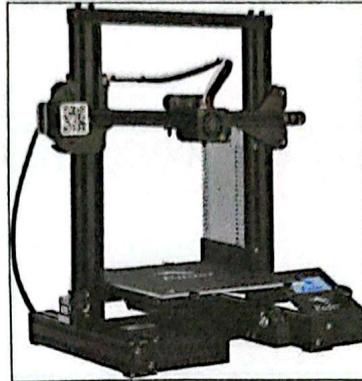
Tahap ini akan dilakukan pembuatan komponen-komponen mesin, pembuatan komponen-komponen akan dilakukan di bengkel Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Beberapa mesin yang akan digunakan dalam tahap pembuatan komponen mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral yaitu:

1. Gerinda Tangan.



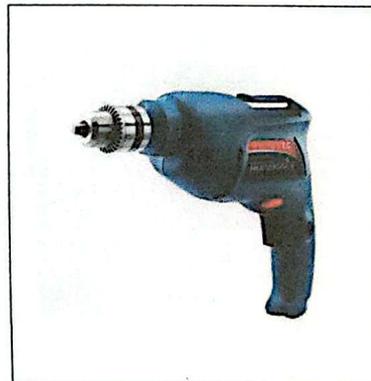
Gambar 3. 2 Gerinda Tangan

2. Mesin 3D Printing.



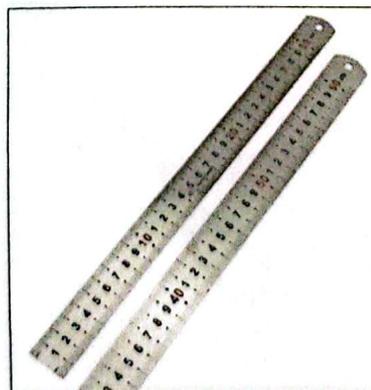
Gambar 3. 3 Mesin 3D Printing

3. Mesin Bor menggunakan mata bor ukuran 1,7 mm dan 5 mm.



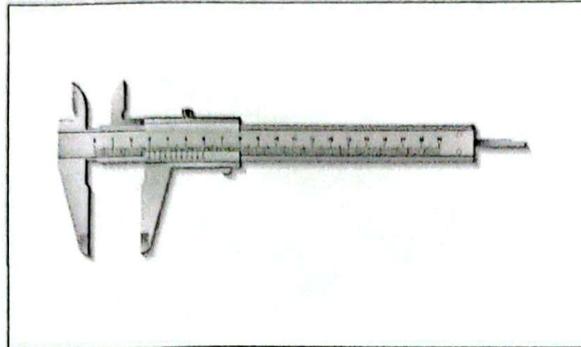
Gambar 3. 4 Mesin Bor

4. Penggaris.



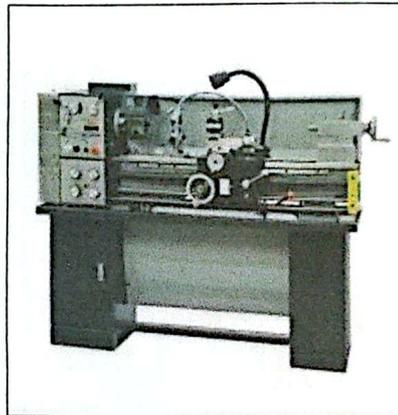
Gambar 3. 5 Penggaris

5. Jangka Sorong.



Gambar 3. 6 Jangka Sorong

6. Mesin *Turning*.



Gambar 3. 7 Mesin *Turning*

7. Gunting.



Gambar 3. 8 Gunting

8. Pisau *Cutter*.



Gambar 3. 9 Pisau *Cutter*

9. Tang Kombinasi.



Gambar 3. 10 Tang Kombinasi

3.3.2 Bahan Penelitian

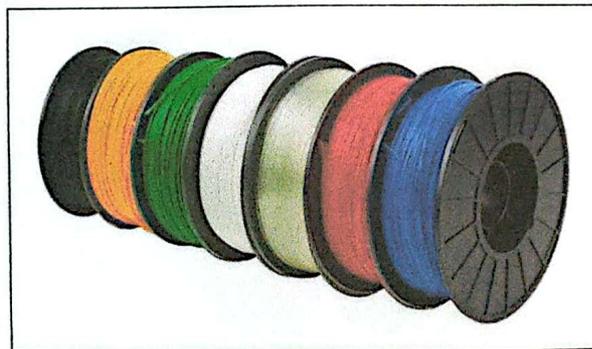
Berikut ini merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin pencetak *filament* 3D Printer :

1. *Adaptor 12V 20A Power Supply.*



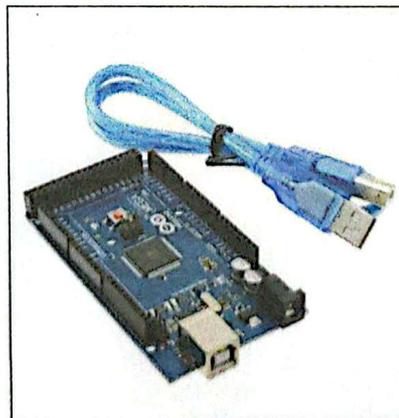
Gambar 3. 11 Adaptor 12V 20A *Power Supply*

2. *Filament 3D Print.*



Gambar 3. 12 *Filament 3D Print*

3. *Arduino Mega 2560 R3 CH340 Compatible Board + USB cable*



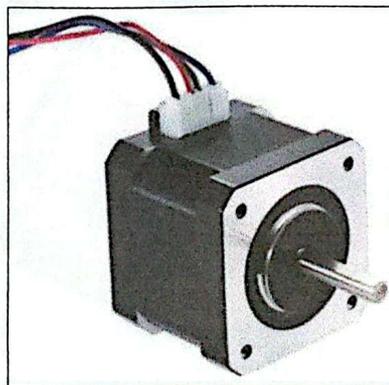
Gambar 3. 13 *Arduino Mega 2560 R3 CH340 Compatible Board + USB cable*

4. 3D Printer Heat Block MK8 Aluminium



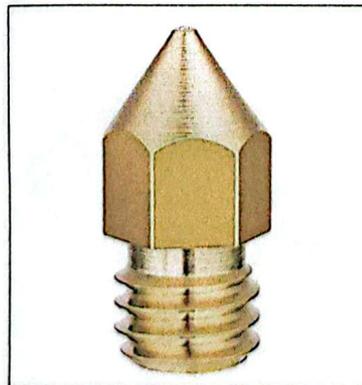
Gambar 3. 14 3D Printer Heat Block MK8 Aluminium

5. Motor Stepper NEMA 17 12V 1.5A + Cable



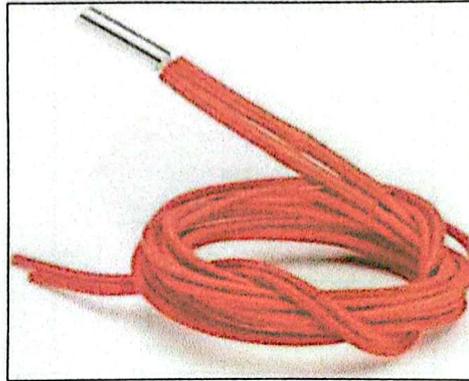
Gambar 3. 15 Motor Stepper NEMA 17 12V 1.5A + Cable

6. Brass Nozzle 3D Printer MK8 1.75mm



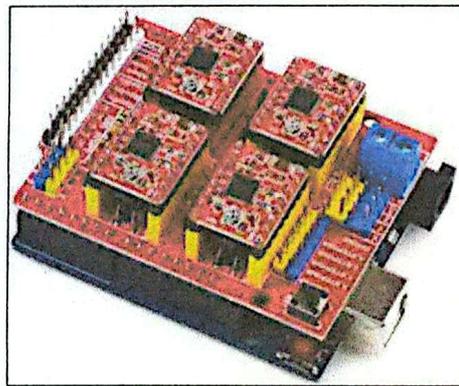
Gambar 3. 16 Brass Nozzle 3D Printer MK8 1.75mm

7. 3D Printer Ceramic Cartridge Heater 12V 40W



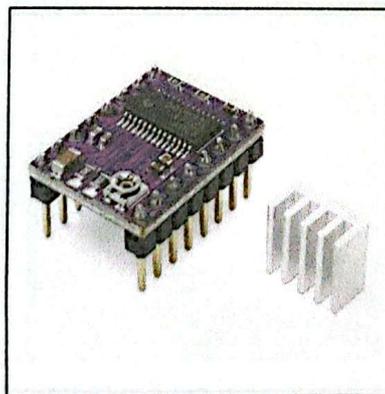
Gambar 3. 17 3D Printer Ceramic Cartridge Heater 12V 40W

8. CNC Shield V1 3D Printer GRBL Open-Source



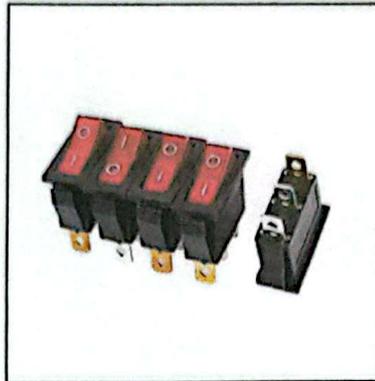
Gambar 3. 18 CNC Shield V1 3D Printer GRBL Open-Source

9. DRV8825 CNC 3D Printer DC Stepper



Gambar 3. 19 DRV8825 CNC 3D Printer DC Stepper

10. Saklar *Switch* 3 Pin



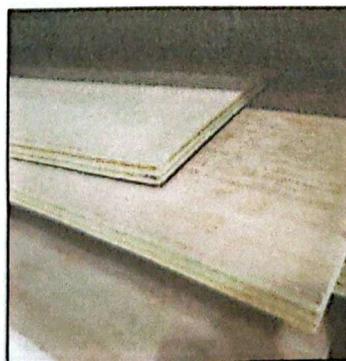
Gambar 3. 20 Saklar *Switch* 3 Pin

11. W3230 *Heating Cooling Thermostat*



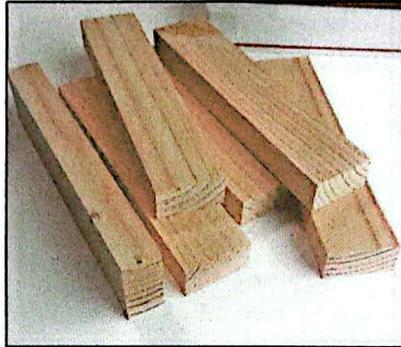
Gambar 3. 21 W3230 *Heating Cooling Thermostat*

12. Kayu Lapis 60 cm x 40 cm



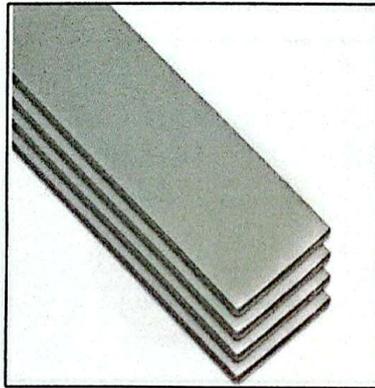
Gambar 3. 22 Kayu Lapis

13. Balok Kayu



Gambar 3. 23 Balok Kayu

14. Plat besi



Gambar 3. 24 Plat Besi

15. Baut, Mur, dan Ring



Gambar 3. 25 Baut, Mur dan Ring

16. *Roll Filament Bekas*



Gambar 3. 26 *Roll Filament*

17. *Ball Bearing*



Gambar 3. 27 *Ball Bearing*

18. *Cable NYY 2 x 0.75 1.5 m*



Gambar 3. 28 *Cable NYY 2 x 0.75 1.5 m*

19. Cable Jumper



Gambar 3. 29 Cable Jumper

3.3.3 Perakitan Mesin

Kegiatan ini dilakukan untuk menggabungkan setiap komponen yang sudah dikerjakan sebelumnya sehingga dihasilkan sebuah konstruksi mesin utuh yang nantinya dapat digunakan untuk melakukan pembuatan *filament* berbahan kemasan mineral. Setiap komponen dirakit sesuai dengan gambar rancangan sebelum dilakukan pengujian untuk melihat kemampuan mesin dalam melakukan pembuatan *filament* berbahan kemasan mineral.

3.3.4 Pengujian

Kegiatan ini dilakukan untuk melihat kemampuan mesin dalam melakukan pembuatan *filament* berbahan kemasan mineral. Tahap pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan alat potong, proses pemanasan menggunakan *heater*, pergerakan alat saat digunakan, dan melihat konsistensi dan kestabilan hasil dari mesin tersebut.

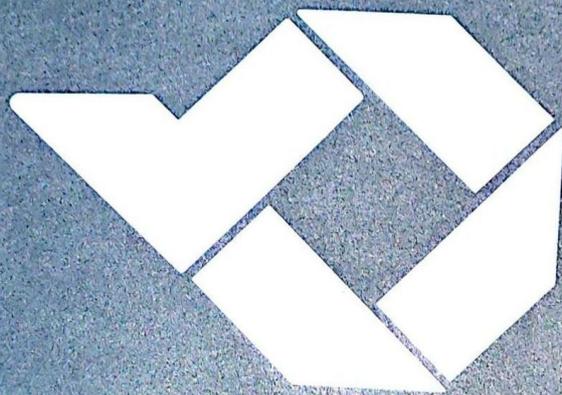
3.3.5 Analisa Hasil

Setelah pengujian, dilakukan analisa hasil. Hal ini menganalisa apa saja yang terjadi pada proses uji coba mesin. Apabila dari hasil pengujian mesin tersebut kemasan mineral bisa menjadi *filament* maka pengujian dapat dinyatakan berhasil. Namun jika kemasan mineral tidak menjadi *filament* yang sempurna maka akan

dilakukan perbaikan terhadap komponen mesin yang menyebabkan kegagalan tersebut.

3.3.6 Kesimpulan

Pada tahap terakhir menyimpulkan apa saja yang menjadi kendala dalam proses merancang maupun membuat mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral dan menyampaikan saran guna menjadi pertimbangan pada penelitian selanjutnya.



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan menggunakan berbagai metode, termasuk wawancara dengan Kepala Dinas Lingkungan Hidup yang mengelola TPS, kajian literatur dari laporan ilmiah dan sumber tulisan lainnya yang relevan, serta observasi langsung di lapangan untuk memahami kondisi aktual limbah kemasan mineral yang dikelola TPS.

Tabel 4. 1 Daftar Pertanyaan Survei Lapangan

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Bagaimana proses pengumpulan sampah kemasan mineral pada TPS Sungailiat ?	Di TPS Sungailiat, sampah kemasan mineral dikumpulkan bersamaan dengan sampah rumah tangga lainnya. Sampah tersebut hanya ditampung sementara sebelum diangkut oleh petugas ke TPA Kenanga, tanpa melalui proses pengolahan khusus di TPS.
2	Apa yang dilakukan pada sampah kemasan mineral di TPS Sungailiat ?	Sampah kemasan mineral umumnya tidak diolah di TPS 3R dan tidak termasuk dalam kegiatan pelatihan pembuatan kompos. Jika tidak dipisahkan oleh warga atau petugas, biasanya sampah tersebut dibuang bersama jenis sampah lainnya dan diangkut ke TPA.

4.2 Pembuatan Konsep

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dikerjakan dalam Pembuatan Konsep mesin pembuatan *filament 3D printing* dari kemasan mineral.

4.2.1 Daftar Tuntutan

Daftar kebutuhan ini mencakup persyaratan yang diinginkan untuk diterapkan pada mesin penebas semak belukar dan telah dikelompokkan ke dalam tiga kategori pada Tabel berikut ini :

Tabel 4. 2 Daftar Tuntutan Utama

No	Tuntutan Utama	Deskripsi
1	Bahan	Kemasan Mineral (PET)
2	Sistem Penggerak	Motor Stepper <i>NEMA 17</i>
3	Dimensi Mesin	60 cm x 40 cm x 20 cm
4	Sistem Transmisi	Gear

Tabel 4. 3 Daftar Tuntutan Sekunder

No	Tuntutan Sekunder	Deskripsi
1	Kapasitas	2-3 m/jam
2	Sistem Kendali Kecepatan	Merupakan komponen yang berfungsi untuk mempermudah pengaturan mesin saat digunakan, pada bagian penggerak yang dapat diatur kecepatannya.

Tabel 4. 4 Daftar Keinginan

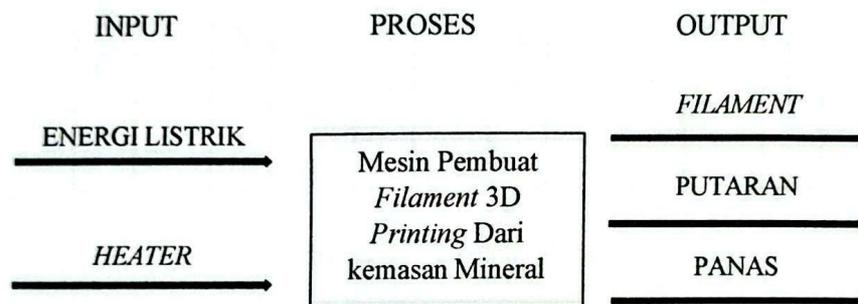
No	Keinginan
1	Mudah dalam perawatan
2	Ergonomis
3	Aman saat dioperasikan
4	Mudah dioperasikan
5	Kokoh
6	Konstruksi sederhana
7	Desain menarik

4.2.2 Metode Penguraian Fungsi

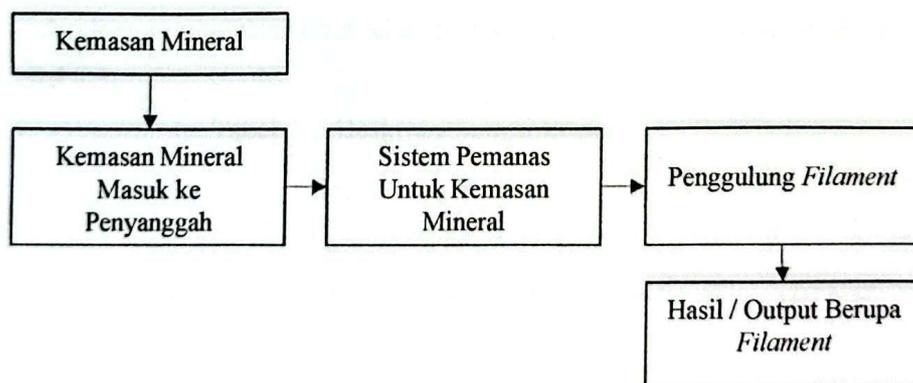
Setelah menyusun daftar tuntutan, langkah berikutnya adalah memecahkan masalah dengan memanfaatkan diagram black box. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi fungsi utama dari komponen-komponen pada mesin yang digunakan untuk membuat filament 3D *printing* dari kemasan mineral.

4.2.3 Black Box

Berikut ini merupakan analisa *Black Box* pada mesin yang digunakan untuk membuat filament 3D *printing* dari kemasan mineral yang ditunjukkan pada gambar berikut ini :

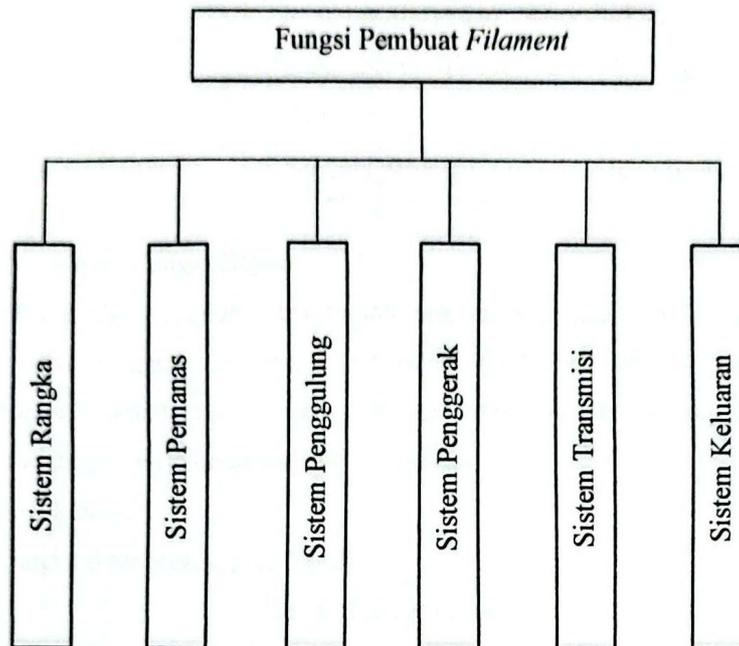


Gambar 4. 1 *Black Box*



Gambar 4. 2 Struktur Mesin Pembuat *Filament* 3D *Printing*

Berdasarkan diagram fungsi bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram Fungsi

4.2.4 Deskripsi Fungsi Bagian

Deskripsi bagian merupakan gambaran dari fungsi yang telah diketahui. Berikut adalah fungsi bagian menurut gambaran dari mesin pembuat *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral yang telah dibuat. Tabel uraian bagian ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Deskripsi Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Uraian Fungsi
1	Sistem Rangka	Sebagai dudukan dasar komponen mesin.
2	Sistem Pemanas	Sebagai perubahan dimensi pada kemasan mineral.
3	Sistem Penggulung	Sebagai bagian yang berperan dalam proses penarikan dan penggulungan <i>filament</i> .
4	Sistem Transmisi	Sebagai penghubung sistem putaran pada mesin.

5	Sistem Penggerak	Sebagai bagian yang berfungsi untuk menghasilkan dan menyalurkan tenaga dalam mekanisme penarikan dan penggulangan <i>filament</i> .
6	Sistem Keluaran	Sebagai penadah <i>filament</i> dalam bentuk <i>roll</i> .

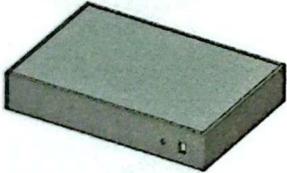
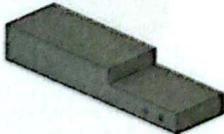
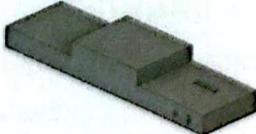
4.2.5 Alternatif Fungsi Bagian

Dalam tahap ini dilakukan alternatif bagian dari mesin pembuat *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral yang nanti dilakukan proses perancangan. Pengumpulan alternatif menyesuaikan dengan deskripsi bagian yang dipaparkan gambar rancangan serta deskripsi dari rancangan.

1. Sistem Rangka

Sistem rangka ditunjukkan pada Tabel 4.6

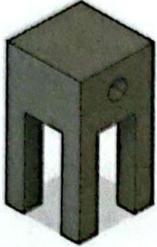
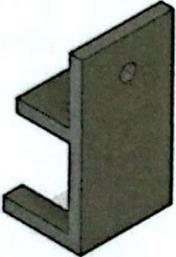
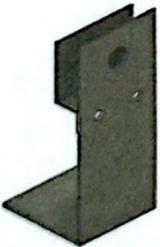
Tabel 4. 6 Sistem Rangka

Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A1 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi tertutup • Mudah dibuat • Dapat menahan getaran • Sedikit material yang digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mudah dimodifikasi
A2 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi tertutup • Mudah dibuat • Sedikit material yang digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mudah dimodifikasi • Tidak dapat menahan getaran
A3 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan getaran • Mudah dibuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran volume terlalu besar • Banyak material yang digunakan

2. Sistem Pemanas

Sistem pemanas ditunjukkan dalam Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Sistem Pemanas

Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A1 	<ul style="list-style-type: none">• Konstruksi kokoh• Proses pembuatan mudah	<ul style="list-style-type: none">• Menggunakan banyak material• Proses pemasangan sulit
A2 	<ul style="list-style-type: none">• Konstruksi kokoh• Proses pemasangan mudah	<ul style="list-style-type: none">• Menggunakan banyak material• Proses pembuatan sulit
A3 	<ul style="list-style-type: none">• Proses pembuatan mudah• Proses pemasangan mudah• Menggunakan sedikit material	<ul style="list-style-type: none">• Konstruksi sedikit tidak kokoh

3. Pembuatan Alternatif Konsep

Dalam tahap ini, alternatif fungsi dari setiap bagian dipilih dan digabungkan menjadi beberapa varian konsep mesin pembuat *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral.

Tabel 4. 8 Alternatif Bagian

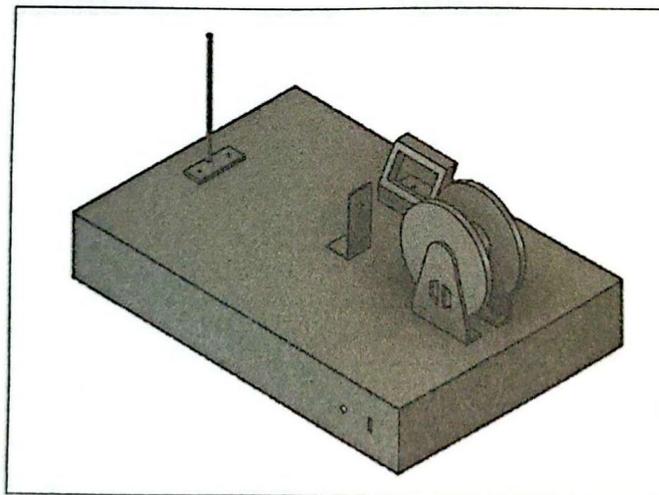
No	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian		
1	Fungsi Rangka	A1	A2	A3
2	Fungsi Bagian	A1	A2	A3
		VK1	VK2	VK3

4. Alternatif Konsep

Berdasarkan tabel diatas, dihasilkan 3 bentuk varian konsep yang akan ditampilkan dalam bentuk 3d. Selanjutnya, 3 varian konsep tersebut akan dibandingkan untuk memilih konsep yang paling optimal.

A. Varian Konsep 1

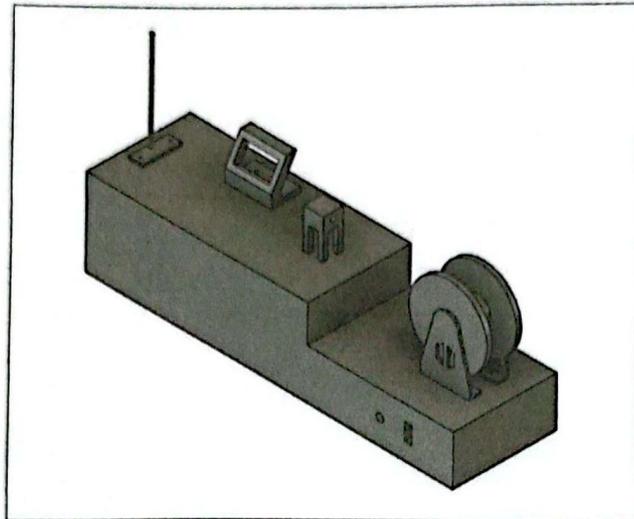
Pada konsep ini, mesin menggunakan *motor stepper NEMA 17* serta menggunakan roda gigi, pada konsep ini mesin jauh lebih efektif dikarenakan memiliki konstruksi yang kokoh dan dapat menahan getaran.



Gambar 4. 4 Varian Konsep 1

B. Varian Konsep 2

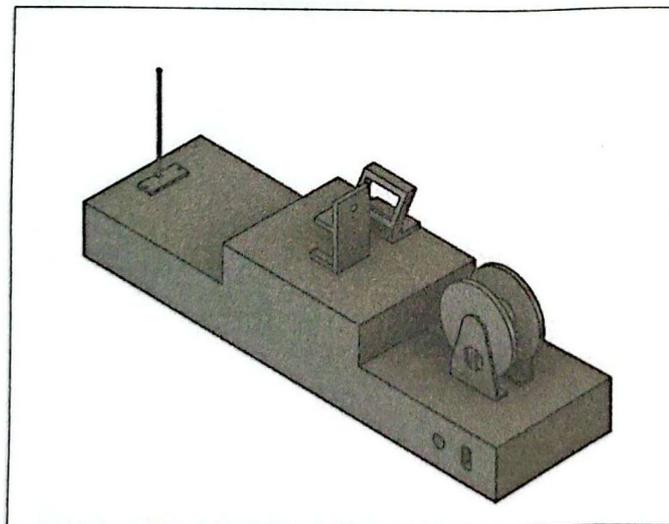
Pada konsep ini, mesin menggunakan *motor stepper NEMA 17* serta menggunakan roda gigi, beban pada motor penggulung memiliki beban yang lebih ringan, namun konstruksi tidak dapat menahan getaran dengan baik.



Gambar 4. 5 Varian Konsep 2

C. Varian Konsep 3

Pada konsep ini, mesin menggunakan *motor stepper NEMA 17* serta menggunakan roda gigi, proses pemanasan relatif lebih mudah, namun konstruksi pada varian ini memiliki ukuran volume yang cukup besar sehingga susah untuk dipindahkan.



Gambar 4. 6 Varian Konsep 3

5. Penilaian Alternatif Konsep

Setelah membuat varian konsep, ditentukan penilaian untuk memilih alternatif konsep yang memenuhi kriteria pada mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral, skala penilaian dibagi menjadi 3 kategori : (1) buruk, (2) cukup, dan (3) baik. Ada 4 kriteria yang digunakan untuk menentukan pertimbangan penilaian : (1) penggunaan material, (2) kemudahan pembuatan, (3) kemudahan perakitan, dan (4) kemudahan perawatan.

Tabel 4. 9 Tabel Kriteria Penilaian Alternatif Konsep

Kriteria	Deskripsi	Nilai	Keterangan
Aspek Penggunaan Material	Hemat dalam menggunakan material	3	Baik
	Cukup banyak dalam menggunakan material	2	Cukup
	Banyak menggunakan material	1	Buruk
Aspek Pembuatann Komponen	Pembuatan yang mudah dan cepat	3	Baik
	Pembuatan memerlukan waktu yang cukup lama dan cukup sulit	2	Cukup
	Pembuatan yang memerlukan waktu yang lama dan sulit	1	Buruk
Aspek Kemudahan Perakitan	Proses perakitan yang mudah dan cepat	3	Baik
	Perakitan yang cukup sulit dan memerlukan waktu yang cukup lama	2	Cukup
	Perakitan yang sulit dan memerlukan waktu yang lama	1	Buruk
Aspek Kemudahan Perawatan	Perakitan yang mudah dan cepat	3	Baik
	Perakitan yang cukup sulit dan memerlukan waktu yang cukup lama	2	Cukup
	Perakitan yang sulit dan memerlukan waktu yang lama	1	Buruk

Bobot penilaian setiap alternatif konsep untuk memilih varian konsep rancangan yang akan dipilih.

Tabel 4. 10 Bobot Penilaian

Kriteria Penilaian	Total Nilai Ideal	Bobot	Total Nilai		
			V1	V2	V3
Aspek Penggunaan Material	3 2 1	100%	3	2	1
Aspek Pembuatan Komponen	3 1 2	100%	3	1	2
Aspek Kemudahan Perakitan	3 3 1	100%	3	3	1
Aspek Kemudahan Perawatan	2 1 2	100%	2	1	2
Total Nilai Akhir			91%	58%	50%

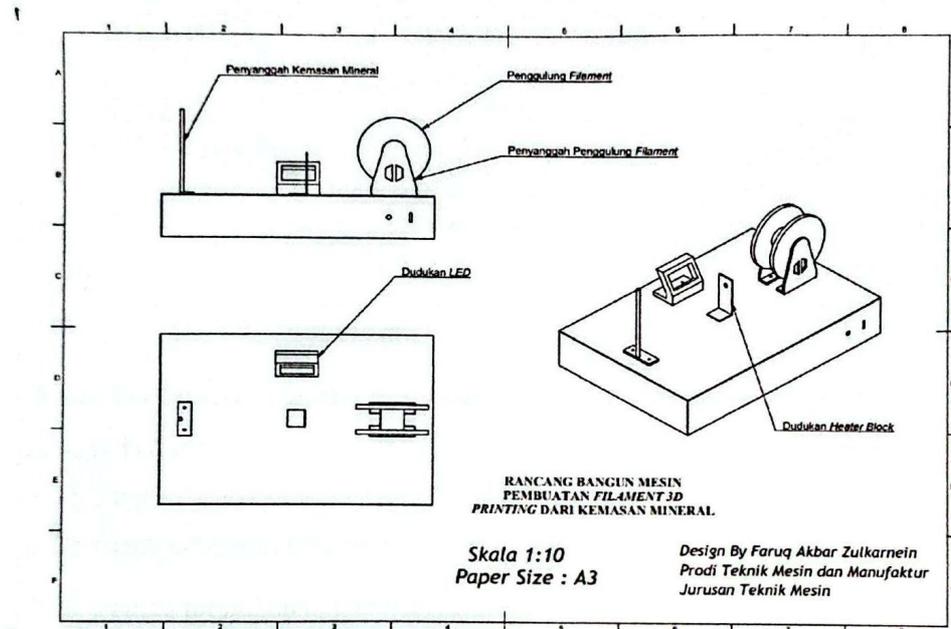
$$\text{Keterangan Nilai \%} = \frac{\text{Total Nilai AL}}{\text{Total Nilai Ideal}} \times 100\%$$

6. Keputusan

Dalam proses penilaian yang telah dilakukan, varian konsep yang dipilih mendekati 100% dalam presentasinya. Varian konsep yang terpilih adalah varian konsep 1 dengan nilai 91% dalam proses perancangan mesin pembuat *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral.

4.3 Merancang

Tahap merancang dilakukan dengan gambar secara lebih detail alternatif yang telah ditentukan sesuai dengan dengan daftar tuntutan :

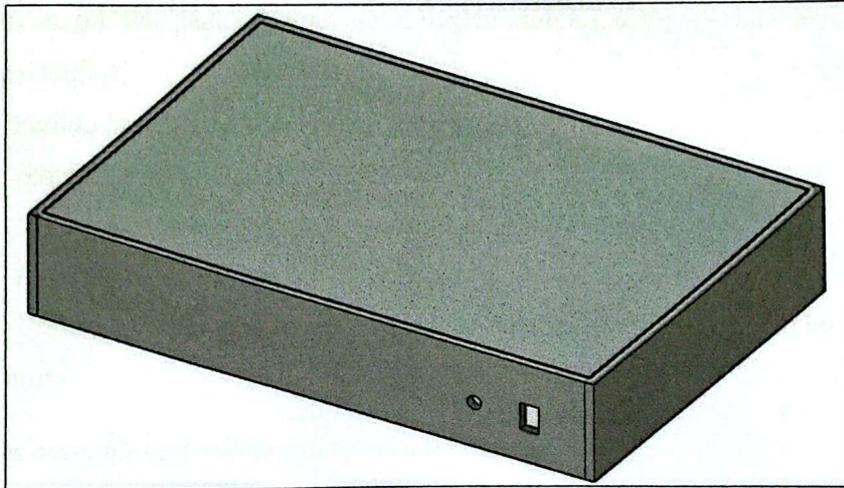


Gambar 4. 7 Hasil Rancangan

4.4 Pembuatan Komponen

Pembuatan proses mesin pembuatan *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral ini dibuat melalui beberapa proses pemesinan, diantaranya :

1. OP (*Operational Plan*) pembuatan dudukan mesin dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4. 8 Dudukan Mesin

Proses pembuatan dudukan mesin menggunakan mesin gerinda potong sebagai berikut :

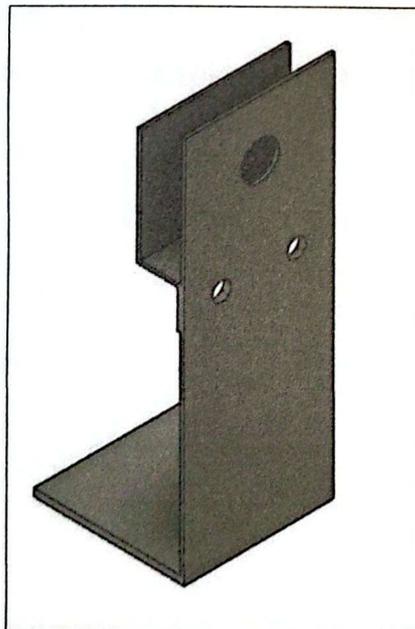
- 1.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 1.02 Siapkan benda kerja beserta *safety tools*
- 1.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin gerinda potong.
- 1.04 *Marking out* benda kerja.
- 1.05 Proses pemotongan untuk alas atas dudukan mesin dengan panjang 600 mm dan lebar 400 mm sebanyak 1 lembar.
- 1.06 Proses pemotongan bagian samping dudukan mesin dengan panjang 600 mm dan tinggi 100 mm sebanyak 2 lembar.
- 1.07 Proses pemotongan bagian samping dudukan mesin dengan panjang 400 mm dan tinggi 100 mm sebanyak 2 lembar.
- 1.08 Proses pemotongan bagian tulang pada dudukan mesin dengan panjang 600 mm sebanyak 2 pcs.
- 1.09 Proses pemotongan bagian tulang pada dudukan mesin dengan panjang 400 mm sebanyak 2 pcs.
- 1.10 Proses pemotongan bagian tulang pada dudukan mesin dengan panjang 100 mm sebanyak 2 pcs.

Proses pengeboran pada dudukan mesin bagian samping menggunakan mesin bor sebagai berikut :

- 2.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 2.02 Siapkan benda kerja dan *safety tools*.
- 2.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin frais.
- 2.04 *Marking out* benda kerja.
- 2.05 Proses pengeboran plate menggunakan mata bor $\varnothing 5\text{ mm}$ dan mata bor $\varnothing 10\text{ mm}$.

Proses *assembly* dudukan mesin sebagai berikut :

- 3.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
 - 3.02 Siapkan benda kerja dan *safety tools*.
 - 3.03 *Setting* posisi plate yang sudah dilakukan *marking out*.
 - 3.04 *Marking out* benda kerja.
 - 3.05 Hubungkan semua part yang sudah disiapkan dengan paku.
2. OP (*Operational Plan*) pembuatan dudukan *heater block* dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini:



Gambar 4. 9 Dudukan *Heater Block*

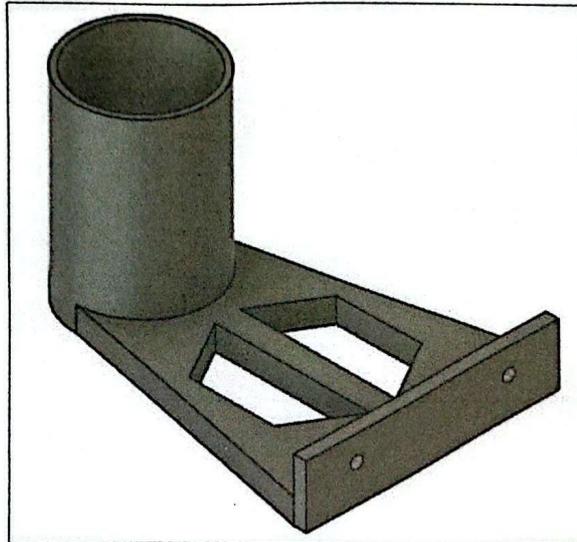
Proses pembentukan dudukan *heater block* menggunakan mesin gerinda potong sebagai berikut :

- 1.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 1.02 Siapkan benda kerja beserta *Safety tools*
- 1.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin gerinda potong.
- 1.04 *Marking out* benda kerja.
- 1.05 Proses pemotongan plat utama dudukan mesin dengan panjang 120 mm dan lebar 20 mm sebanyak 1 lembar.
- 1.06 Proses pemotongan plat penyanggah dudukan mesin dengan panjang 50 mm dan tinggi 20 mm sebanyak 1 lembar.

Proses pengeboran pada dudukan mesin bagian samping menggunakan mesin bor sebagai berikut :

- 2.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 2.02 Siapkan benda kerja dan *safety tools*.
- 2.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin frais.
- 2.04 *Marking out* benda kerja.
- 2.05 Proses pengeboran plate menggunakan mata bor $\varnothing 5 \text{ mm}$ dan mata bor $\varnothing 10 \text{ mm}$.

3. OP (*Operational Plan*) pembuatan dudukan penggulung *filament* dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini :

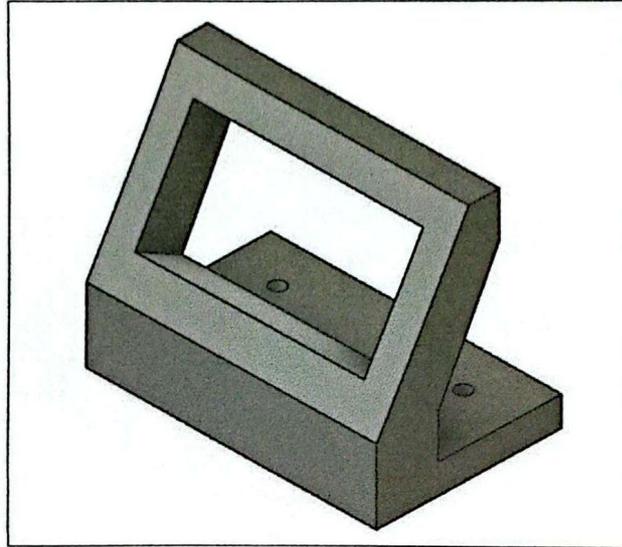


Gambar 4. 10 Dudukan Penggulung *Filament*

Proses pembentukan dudukan penggulung *filament* menggunakan mesin 3D *Printer* sebagai berikut :

- 1.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 1.02 Siapkan benda kerja beserta *safety tools*
- 1.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin 3D *Printer*.
- 1.04 Masukkan desain ke *software cura* untuk mendapatkan *coding*.
- 1.05 Pindahkan *coding* dari *Cura* ke *SD Card*.
- 1.06 Masukkan *SD Card* ke mesin 3D *Printer*.
- 1.07 Mulai proses pemesinan.

2. OP (*Operational Plan*) pembuatanudukan *LED* dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:

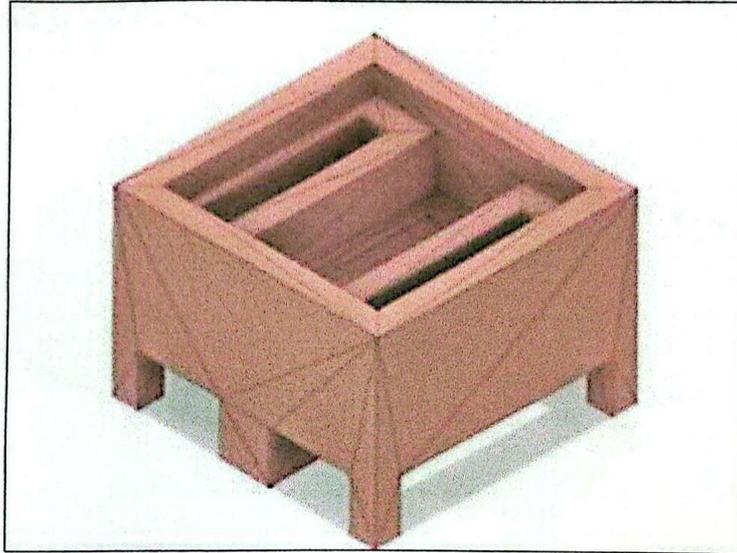


Gambar 4. 11 Dudukan *LED*

Proses pembentukan dudukan *led* menggunakan mesin 3D *Printer* sebagai berikut :

- 2.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 2.02 Siapkan benda kerja beserta *Safety tools*
- 2.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin 3D *Printer*.
- 2.04 Masukkan desain ke *software Cura* untuk mendapatkan *coding*.
- 2.05 Pindahkan *coding* dari *Cura* ke *SD Card*.
- 2.06 Masukkan *SD Card* ke mesin 3D *Printer*.
- 2.07 Mulai proses pemesinan.

3. OP (*Operational Plan*) pembuatan dudukan *motor stepper nema 17* dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini:



Gambar 4. 12 Dudukan Motor *Stepper NEMA 17*

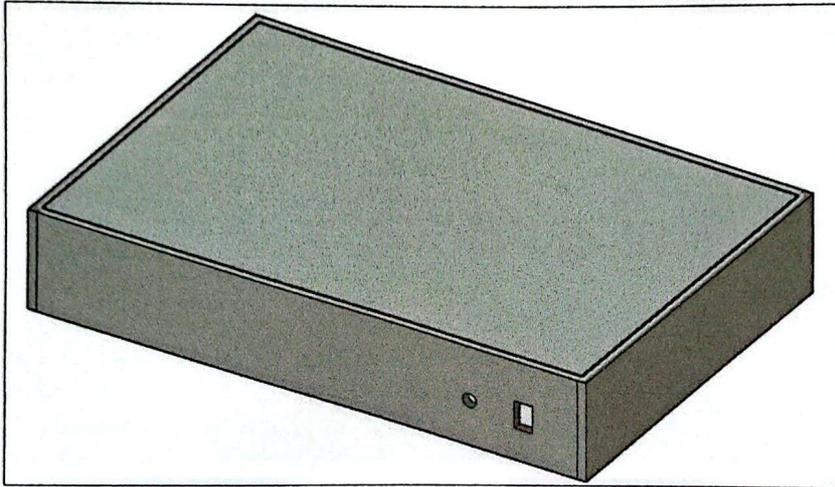
Proses pembentukan dudukan *motor stepper nema 17* menggunakan mesin 3D *Printer* sebagai berikut :

- 3.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja.
- 3.02 Siapkan benda kerja beserta *Safety tools*
- 3.03 *Setting* mesin, menggunakan mesin 3D *Printer*.
- 3.04 Masukkan desain ke *software Cura* untuk mendapatkan *coding*.
- 3.05 Pindahkan *coding* dari *Cura* ke *SD Card*.
- 3.06 Masukkan *SD Card* ke mesin 3D *Printer*.
- 3.07 Mulai proses pemesinan.

4.5 Perakitan / Assembly

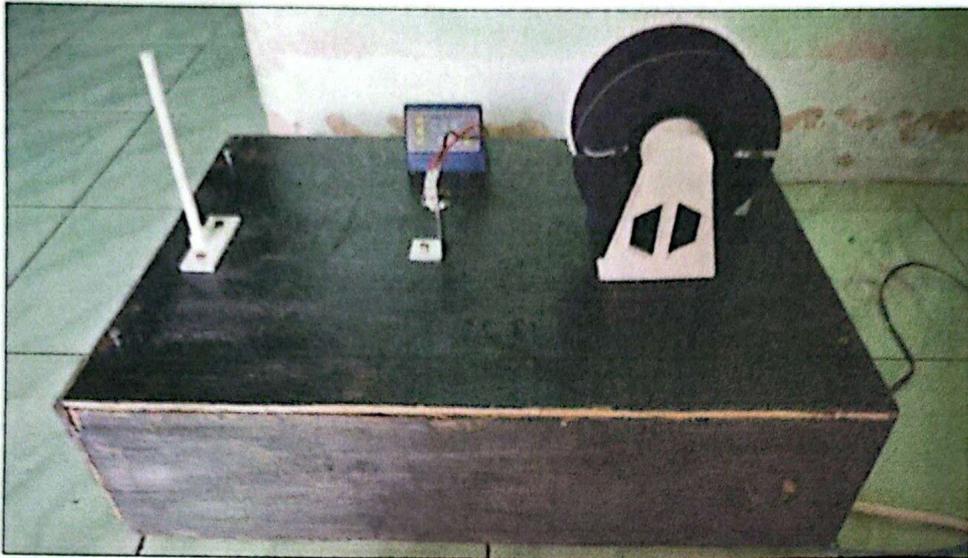
Pada tahap ini komponen yang sudah selesai dibuat akan dilakukan tahap perakitan atau proses *assembly* sesuai dengan gambar kerja. Berikut dibawah ini perakitan mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral :

1. menyiapkan dudukan mesin yang telah dibuat. Dudukan mesin pembuat *filament 3D printing* dari kemasan mineral ini dikerjakan menggunakan mesin gerinda potong dan palu.



Gambar 4. 13 Dudukan Mesin

2. langkah yang kedua yaitu pemasangan dudukan *heater block*, dudukan penggulung *filament*, dudukan *led* dan dudukan *motor stepper nema 17* pada permukaan dudukan mesin, lalul pasangkan elemen pengikat berupa baut dan mur.



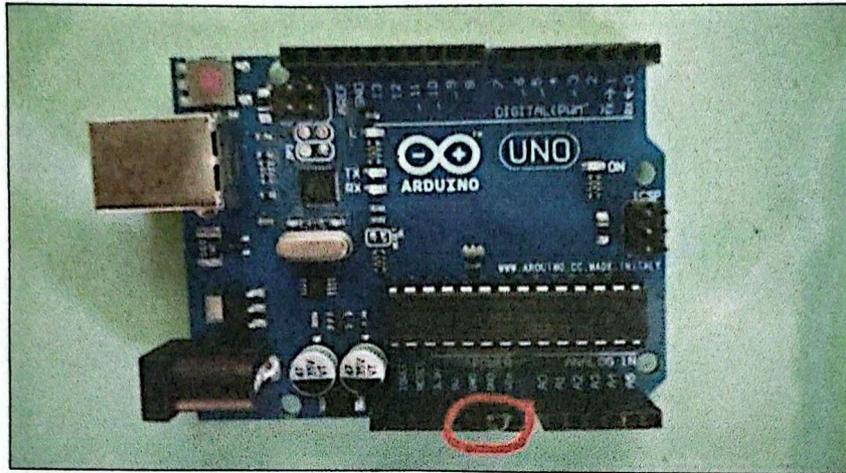
Gambar 4. 14 *Assembly* Mesin

4.6 Uji Coba Mesin

Ketika seluruh komponen mesin mesin pembuatan *filament 3D printing* dari kemasan mineral, dilakukan lah beberapa uji coba terhadap kerja mesin pembuatan *filament 3D printing* dari kemasan mineral, diantaranya yaitu :

1. Pengujian Pertama

Pada pengujian pertama gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian *arduino* yang dipakai terjadi konslet dan terbakar pada kaki kabel jumper.

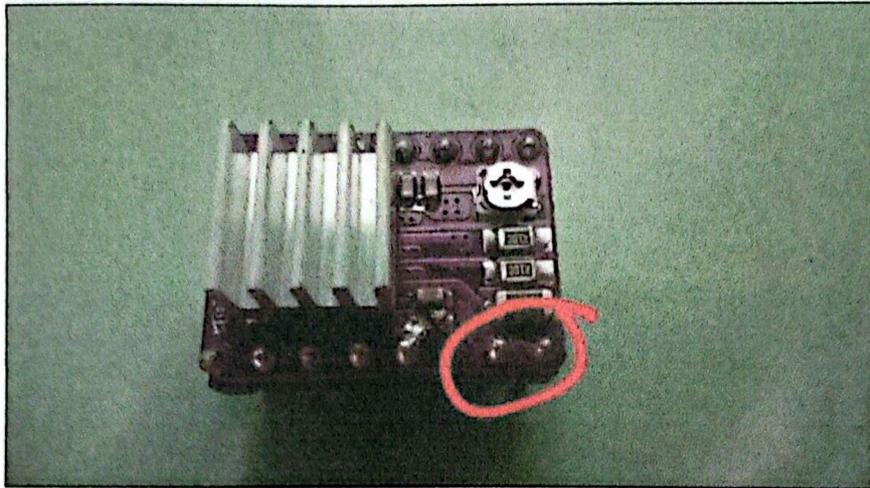


Gambar 4. 15 Kerusakan Pada *Arduino*

Pada Gambar 4.17, masalah yang ditemukan pada saat pengujian pertama yaitu pada bagian *nema 17* yang digunakan belum di *setting* pada keluaran voltase nya, karena pada standart keluaran dari *nema 17* adalah 12v *arduino* tidak dapat menampung daya sebesar itu dan terjadinya konslet pada komponen tersebut pada saat pengoperasian, solusi yang dilakukan yaitu mengecek kembali keluaran dari *nema 17* menggunakan multimeter dan di *setting* keluaran voltase agar dapat kembali berfungsi dengan baik.

2. Pengujian Kedua

Pada pengujian kedua gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian DRV8825 yang dipakai terjadi konslet dan terbakar pada kabel jumper.

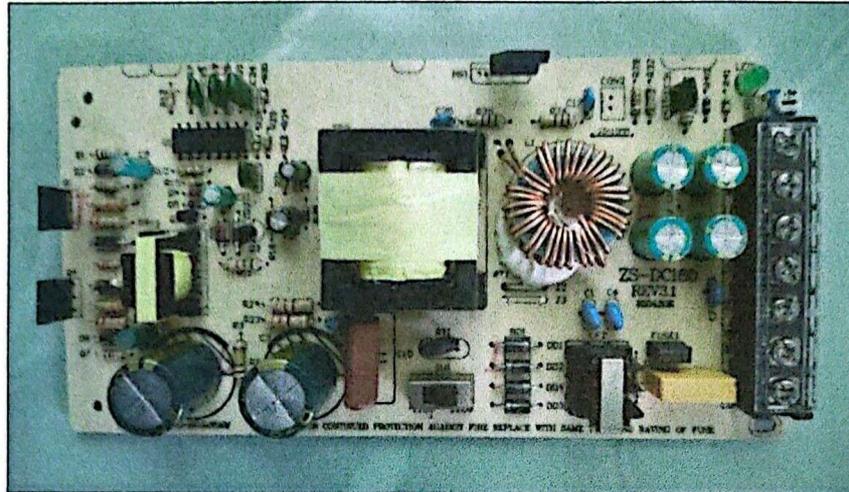


Gambar 4. 16 Kerusakan Pada DRV8825

Pada Gambar 4. 18, masalah yang ditemukan pada saat pengujian kedua yaitu pada bagian DRV8825 yang digunakan mengalami gagal produk dari pabrik, karena pada DRV8825 di kaki kabel jumper terdapat kesalahan dalam proses solder yang mengakibatkan kaki dari masukan fasa dan ground tersambung dan terjadinya konslet pada komponen tersebut pada saat pengoperasian, solusi yang dilakukan yaitu mengecek komponen yang digunakan apakah baik dan tidak terdapat cacat pada produk tersebut sehingga rangkaian dapat kembali berfungsi dengan baik.

3. Pengujian Ketiga

Pada pengujian ketiga gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian *nema 17* yang dipakai terjadi konslet dan terbakar.

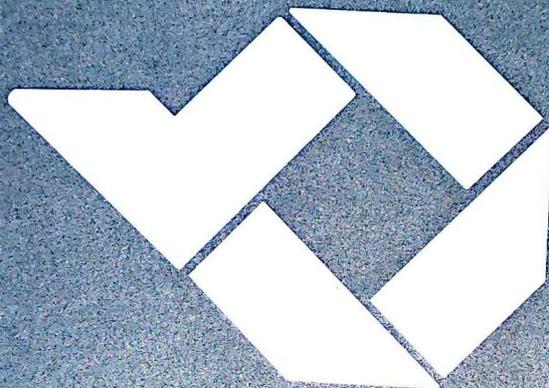


Gambar 4. 17 Kerusakan Pada *Power Supply*

Pada Gambar 4. 19, masalah yang ditemukan pada saat pengujian ketiga yaitu pada bagian *nema 17* yang digunakan mengalami terputusnya skring, karena pada pada uji coba pertama dan kedua mengalami konslet berturut – turut sehingga skring dari *nema 17* tersebut mengalami kerusakan, solusi yang dilakukan yaitu mengecek komponen yang digunakan benar – benar berfungsi dengan baik atau tidak sehingga rangkaian dapat kembali berfungsi dengan baik.

4.7 Analisa Hasil

Berdasarkan tiga kali pengujian yang dilakukan, dimulai dari pengujian pertama yang mengalami *korsleting* pada Arduino akibat salah sambung dan kelebihan tegangan dari *motor NEMA17*, diikuti pada pengujian kedua dengan kerusakan DRV8825 karena cacat fisik yang tidak terdeteksi sejak awal, hingga pengujian ketiga di mana *sekring* pada *power supply* putus akibat lonjakan arus dan korsleting berulang pada pengujian sebelumnya. Dari 3 kali hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kegagalan sistem disebabkan oleh kombinasi kesalahan teknis dan kurangnya proteksi rangkaian.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Proyek akhir ini menghasilkan rancang bangun dari Mesin Pembuat *Filament 3D Printing* dari Kemasan Mineral dengan menggunakan metode pendekatan VDI 2222, yang dihasilkan dari rancangan tersebut adalah Varian Konsep 1 yang terdiri dari alternatif sistem rangka 1 dan alternatif sistem pemanas. Pada Mesin Pembuat *Filament 3D Printing* dari Kemasan Mineral memiliki ukuran lebar 400 mm dengan panjang 600 mm dan tinggi 300 mm. Mesin penggerak dengan menggunakan *motor stepper Nema 17*. Mesin Pembuat *Filament 3D Printing* dari Kemasan Mineral dibuat melalui proses pemesinan di Bengkel Polmanbabel. Berdasarkan dari hasil uji coba, Mesin pembuatan *Filament 3D printing* dari kemasan mineral belum mampu melakukan proses pembuatan *filament* dengan baik sesuai seperti yang diharapkan, dari hasil pengujian masih gagal dalam proses pengoperasian mesin dikarenakan permasalahan dari rangkaian listrik akibat dari kurangnya proteksi rangkaian.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan rancangan Mesin Pembuat *Filament 3D Printing* dari Kemasan Mineral pada penelitian selanjutnya antara lain adalah mengganti motor penggerak menjadi motor *DC*, mengingat motor ini lebih sederhana dalam hal rangkaian listrik dan pemrograman dibandingkan dengan *motor stepper NEMA 17* yang digunakan sebelumnya. Selain itu, desainudukan mesin sebaiknya dibuat lebih sederhana dan ringan agar memudahkan proses pemindahan, mengingat bobot kedudukan yang terlalu berat dapat menyulitkan mobilitas mesin. Sebelum merangkai sistem kelistrikan, disarankan pula untuk melakukan simulasi rangkaian menggunakan perangkat lunak terlebih dahulu guna meminimalisir risiko terjadinya korsleting saat proses perakitan.

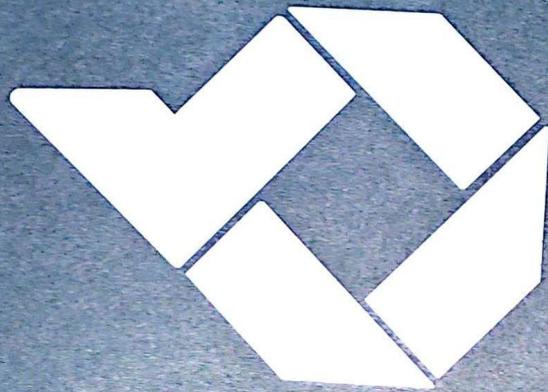


DAFTAR PUSTAKA

- Dahlan, M. (2017). *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus Kampus UMK Gondangmanis PO.BOX 53.Kudus*. 105–110.
- Mahfud, R., Setyoadi, Y., & Burhanudin, A. (2020). rancang bangun mesin filament ekstruder yang berbasis arduino mega2560 dengan metode penarik dan penggulung otomatis. *Science And Engineering National*, 5(Desember), 544–553. <http://conference.upgris.ac.id/index.php/sens/article/view/1526>
- Mikula, K., Skrzypczak, D., Izydorczyk, G., Warchoń, J., Moustakas, K., Chojnacka, K., & Witek-Krowiak, A. (2021). 3d printing filament as a second life of waste plastics—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 12321–12333. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10657-8>
- Rahmi, N., & Selvi, S. (2021). pemungutan cukai plastik sebagai upaya pengurangan sampah plastik. *Jurnal Pajak Vokasi (JUPASI)*, 2(2), 66–69. <https://doi.org/10.31334/jupasi.v2i2.1430>
- Saputra, W. R., Suzen, Z. S., & Pristiansyah, P. (2023). pengaruh parameter proses terhadap kuat tarik produk hasil 3d printing menggunakan filamen asa (acrylonitrile styrene acrylate). *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(2), 73–78. <https://doi.org/10.32528/jp.v7i2.9285>
- Taufik, M., Suryani Lubis, G., Ivanto, M., Studi Teknik Mesin, P., Tanjungpura, U., & Hadari Nawawi, J. H. (2023). rancang bangun mesin pultrusion pembuat filamen 3d printing berbasis limbah plastik botol pet. *Lubis & Ivanto*, 4(1), 1–08.
- Abdillah, H. (2019). *APLIKASI 3D PRINTER FUSED DEPOSITE MATERIAL (FDM) PADA*. 13(2), 110–115.
- Aswardi, A., Candra, O., & Saputra, Z. (2019). Sistem Pemanas Logam dengan Induction Heater Berbasis Atmega32. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 151. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i1.1.106361>
- Dahlan, M. (2017). *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus Kampus UMK Gondangmanis PO.BOX 53.Kudus*. 105–110.
- District, W. L., Khalil, F. I., Abdullah, S. H., Sumarsono, J., Priyati, A., Setiawati, D. A., Studi, P., & Pertanian, T. (2021). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Media. *Jurnal Abdi Mas TPB (Www.Abdimastpb.Unram.Ac.Id)*, 3, 40–48.

<http://www.abdimastpb.unram.ac.id>

- Handoko, P. (2017). *Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3*. November, 1–2.
- Kecepatan, P., Dan, P., Gerinda, W., Permukaan, K., Gigi, R., Perbaikan, S., Roda, K., Produk, G., Kecil, U., Teknik, F., & Mesin, J. T. (2013). *Universitas diponegoro*. 2(November), 19–21.
- Muhammad Firman Hakiki, D. R. (2018). Rancang Bangun Sistem Induction Heater Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. *Teknik Mesin*, 4(3), 83–89.
- Prabowo, N. K., & Irwanto, I. (2023). The Implementation of Arduino Microcontroller Boards in Science: A Bibliometric Analysis from 2008 to 2022. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(2), 106–123. <https://doi.org/10.16920/jeeet/2023/v37i2/23154>
- Pristiansyah, & Herianto. (2018). Pengaruh Parameter 3D Printing Terhadap Transparansi Produk yang Dihasilkan. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri*, 1–6.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Faruq Akbar Zulkarnein
Tempat dan Tanggal Lahir : Batam, 15 Agustus 2001
Alamat : Jl. Antara Komp. Indah Lestari No.12
No. Handphone : 089629907886
Email : faruqakbar15@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

TKIT Raudhatul Muttaqin	2007-2008
SDIT Raudhatul Muttaqin	2008-2014
Mts Mahad Al-Zaytun	2014-2018
MA Mahad Al-Zaytun	2018-2021
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2021-2025

3. Pengalaman Kerja

Magang di PT. Suryaraya Rubberindo Industries
Magang di PT. Shiba Hidrolik Pratama

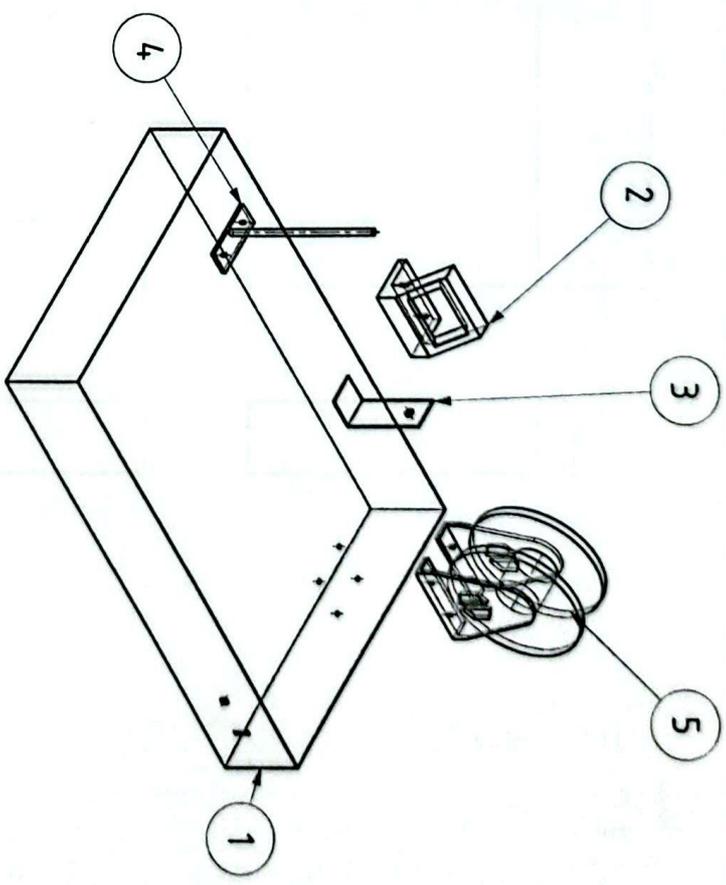
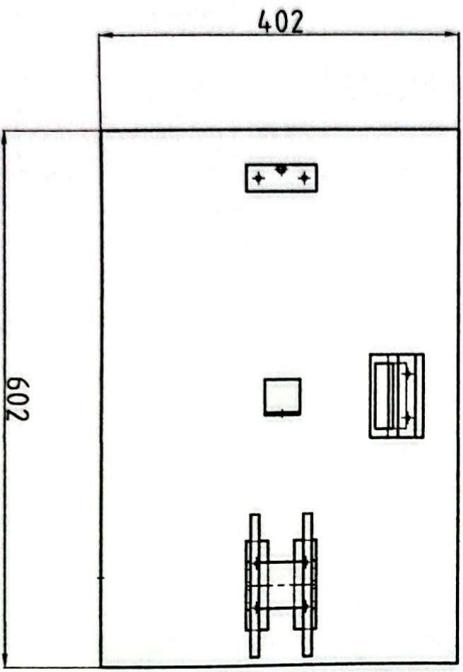
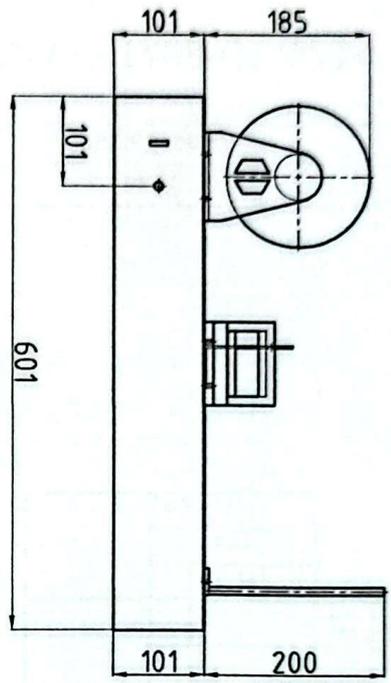
4. Pendidikan Non Formal

Level 3 Diploma in Computing (L3DC) NCC Education

Sungailiat, 29 Juli 2024

Faruq Akbar Zulkarnein

N8
TOL. SEDANG



0	0	1	Penggulung Filament	5	-	550x340x50	-
0	0	1	Penyangga Kemasan Mineral	4	-	80x30x200	-
0	0	1	Dudukan Heater Block	3	-	40x40x98	-
0	0	1	Dudukan LED	2	-	94x60x78,4	-
0	0	1	Base	1	-	602x402x101	-

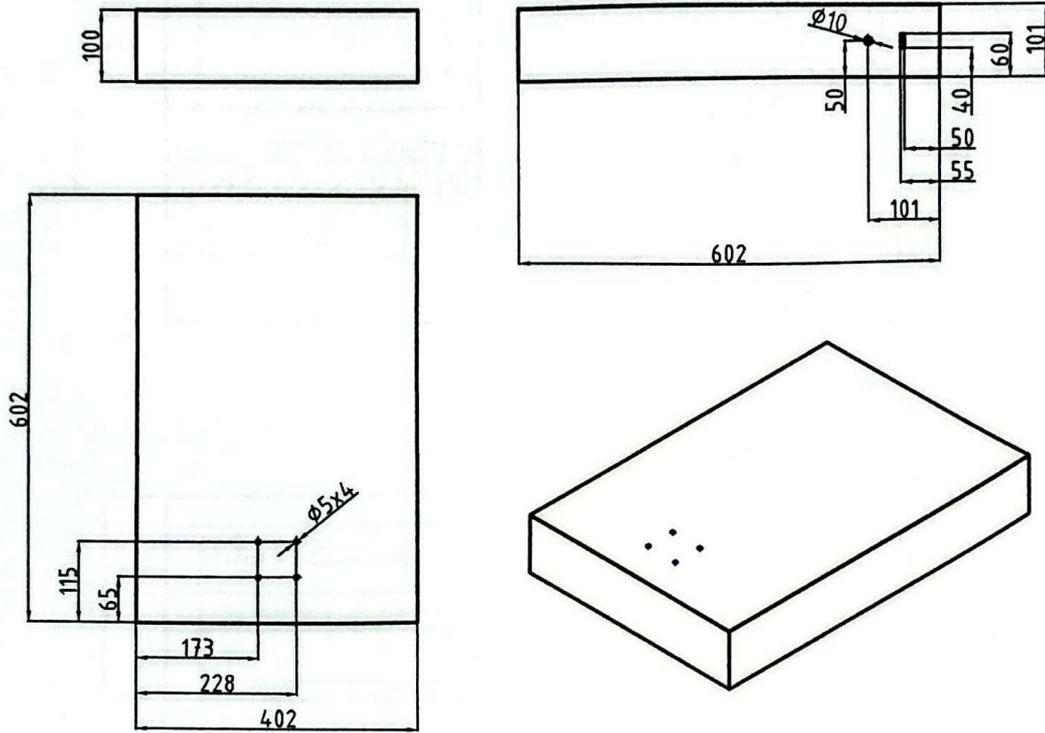
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Bahan	Keterangan
MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING				
Skala 1 : 2				
Digambar 13.8.25 Akbar				
Diperiksa				
Dilihat				

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

A3/TA22/TMMA

1 N8/

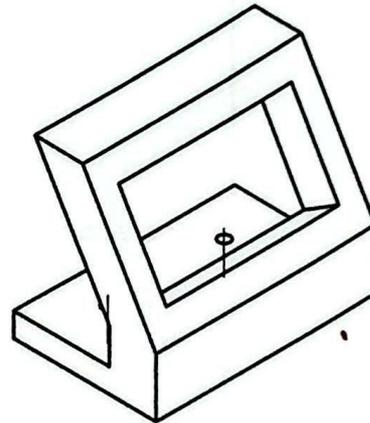
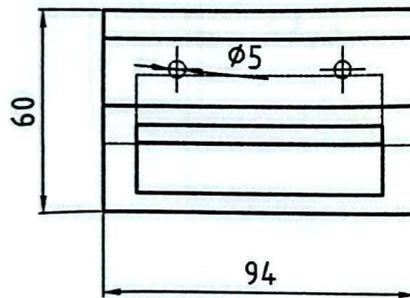
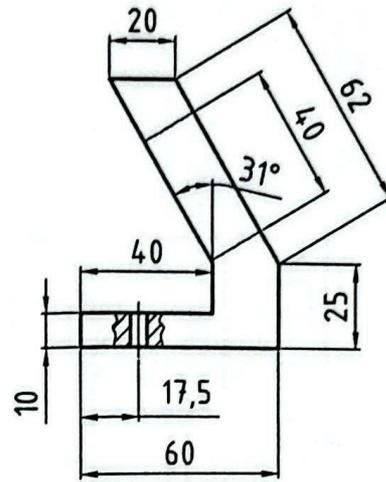
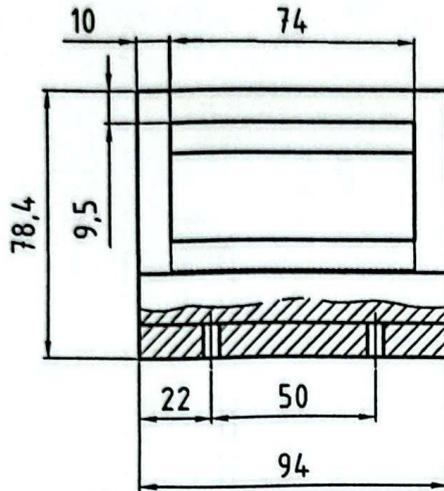
TOL. SEDANG



0	0	1	Base	1	-	602x402x101	-
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING						Skala 1 : 1	Digambar 13.8.25 Akbar
						Diperiksa	
						Dilihat	
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						A4/TA25/TMMA	

2 ∇ N8/

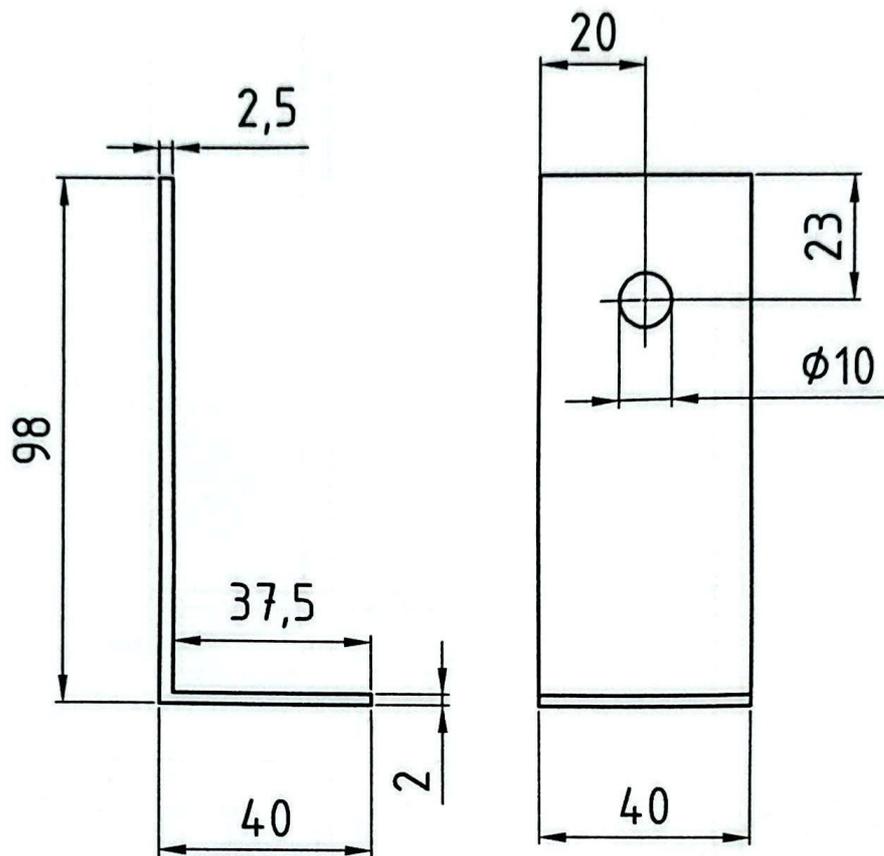
TOL. SEDANG



0	0	1	Dudukan LED	2	-	94x60x78.4	-		
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING						Skala	Digambar	13.8.25	Akbar
						1 : 1	Diperiksa		
						Dilihat			
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						A4/TA25/TMMA			

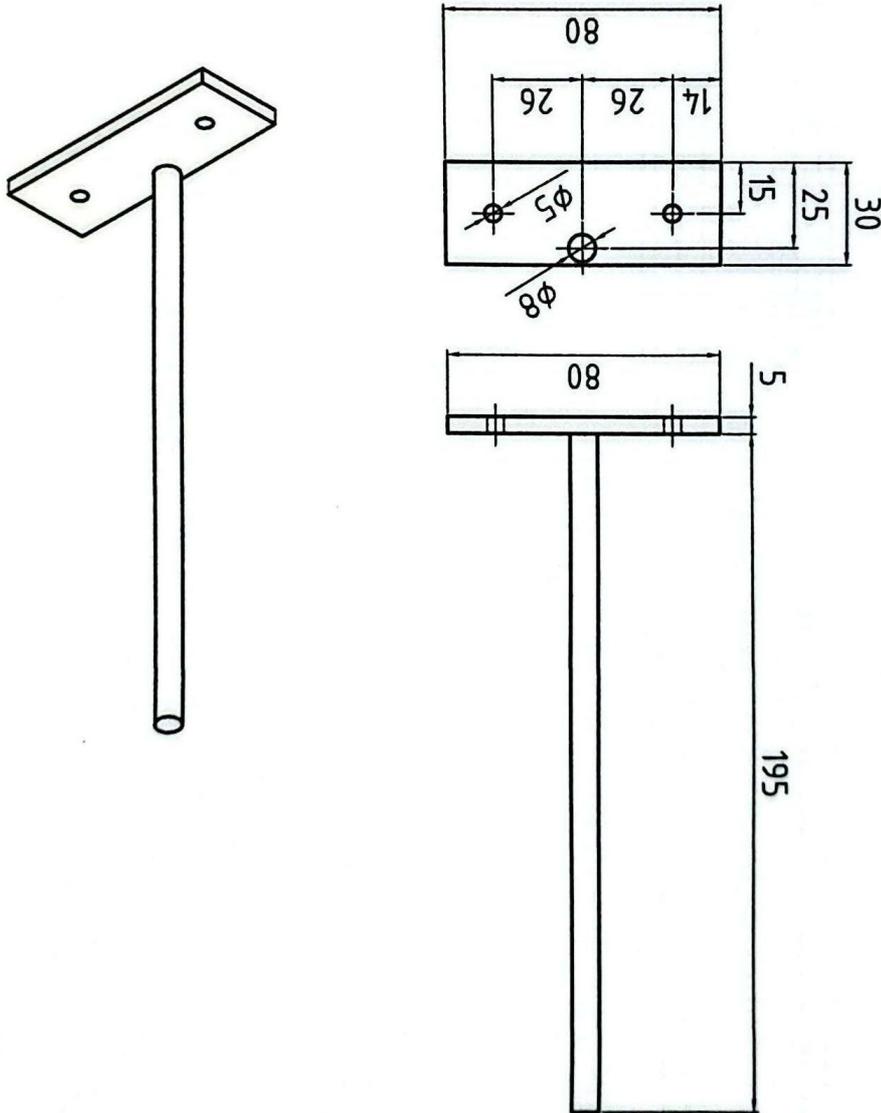
3 $\frac{N8}{\nabla}$

TOL. SEDANG

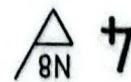


0	0	1	Dudukan <i>Heater Block</i>	3	-	40x40x98	-		
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING						Skala	Digambar	13.8.25	Akbar
						1 : 1	Diperiksa		
						Dilihat			
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						A4/TA25/TMMA			

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG		A4/TA25/TMA	
MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING		Dilihat	
1 : 1		Diperiksa	
Skala		Digambar 13.8.25 Akbar	
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan
0 0 1	Penyanga kemasan Mineral	4	-
Ukuran		Keterangan	
80x30x200		-	

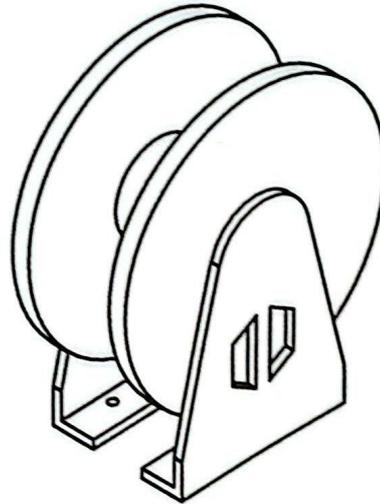
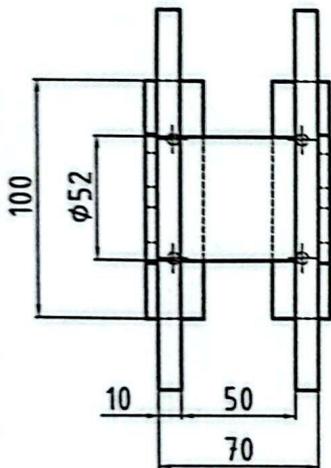
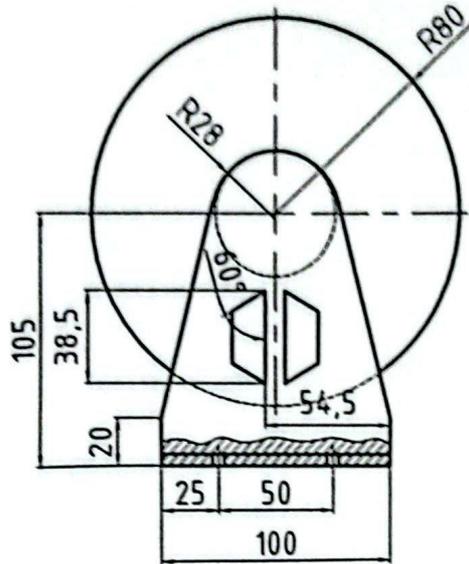
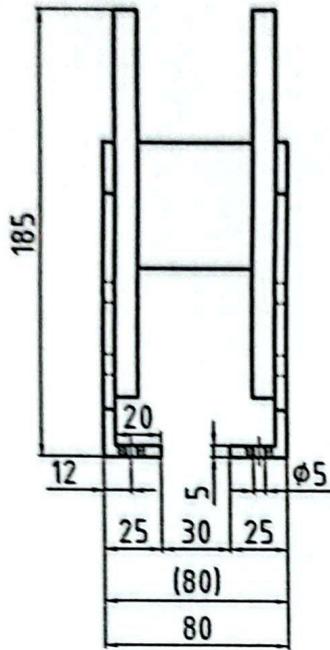


TOL. SEDANG



5 ∇ N8

TOL. SEDANG



0	0	1	Penggulung <i>Filament</i>	5	-	160x80x185	-	
Jumlah	Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	MESIN PEMBUAT FILAMENT 3D PRINTING					Skala 1 : 1	Digambar 13.8.25	Akbar
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						A4/TA25/TMMA		