

RANCANG BANGUN ALAT EKTRUSI LIMBAH BOTOL PLASTIK MENJADI FILAMENT 3D PRINTER

PROYEK AKHIR

Laporan akhir dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh

Junizar NIM : 0022213

Muhammad Zuhri NIM : 0022219

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT EKTRUSI LIMBAH BOTOL PLASTIK MENJADI FILAMEN 3D PRINTER

Oleh:

Junizar NIM : 0022213

Muhammad Zuhri NIM : 0022219

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

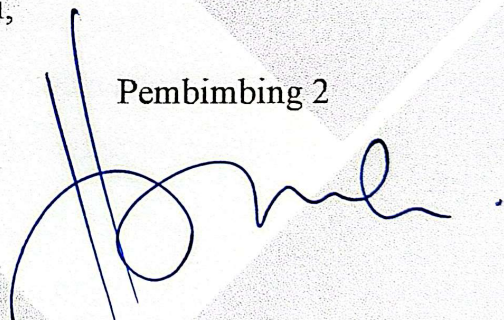
Menyetujui,

Pembimbing 1



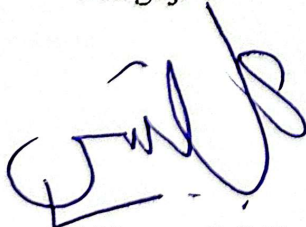
Sugianto, S.T., M.T.

Pembimbing 2



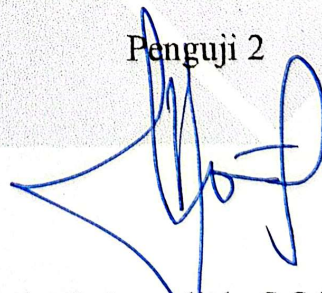
Hasdiansah, S.S.T., M.Eng.

Penguji 1



Muhammad Yunus, S.S.T., M.T.

Penguji 2



M. Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa 1 : Junizar NIM : 0022213
Nama mahasiswa 2 : Muhammad zuhri NIM : 0022219
Dengan judul : Rancang Bangun Mesin Ektrusi Limbah Botol
Plastik Menjadi 3D Printer

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

Sungailiat, Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Junizar



2. Muhammad Zuhri



ABSTRAK

Masalah limbah botol plastik PET yang semakin meningkat mendorong perlunya inovasi teknologi tepat guna. Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang alat ekstrusi sederhana guna mengolah limbah botol plastik menjadi filamen 3D printer berdiameter 3,5 mm. Metode penelitian yang digunakan adalah VDI 2222 yang mencakup pengumpulan data, perancangan, perhitungan teknis, pembuatan alat, serta pengujian. Alat ini menggunakan motor listrik 1 HP dengan putaran 1400 RPM, screw berdiameter 50 mm dengan kecepatan kerja 408 RPM, band heater sebagai elemen pemanas, dan nozzle output berukuran 3,5 mm. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem belum bekerja secara optimal karena distribusi panas tidak merata akibat pemasangan heater yang kurang mencengkrum pipa screw, serta kecepatan screw yang terlalu tinggi menyebabkan plastik tidak meleleh sempurna. Meski demikian, alat berhasil dibuat sesuai dengan rancangan dan memiliki potensi untuk disempurnakan melalui modifikasi teknis lebih lanjut. Rancang bangun ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam pengolahan limbah plastik dan edukasi teknologi daur ulang.

Kata kunci: 3D printer, daur ulang, ekstrusi, filamen, limbah plastik, VDI 2222

ABSTRACT

The increasing problem of PET plastic bottle waste highlights the need for appropriate technological innovations. This final project aims to design a simple extrusion device to process plastic bottle waste into 3D printer filament with a diameter of 3.5 mm. The research method used is VDI 2222, which includes data collection, design, technical calculations, tool fabrication, and testing. The device utilizes a 1 HP electric motor with a speed of 1400 RPM, a screw with a diameter of 50 mm operating at 408 RPM, a band heater as the heating element, and a 3.5 mm output nozzle. Test results indicate that the system has not yet performed optimally due to uneven heat distribution caused by improper heater clamping on the screw pipe, and the screw speed being too high, which prevents the plastic from melting properly. Nevertheless, the tool was successfully built according to the design and shows potential for improvement through further technical modifications. This design is expected to contribute as a solution for plastic waste processing and as an educational tool for recycling technology.

Keywords: 3D printer, extrusion, filament, plastic waste, recycling, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran 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 III dan penerapan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama tiga tahun di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

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

1. Allah SWT yang telah memberikan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis Laporan Proyek Akhir ini dapat menyelesaikannya.
2. Bapak Ishak dan Ibu Nur Sa'adah yang selalu memberikan doa dan dukungan, yang selalu memberikan semangat dan asupan untuk mendorong dalam pengerjaan proyek akhir ini.
3. Bapak Sugianto, S.T., M.T., selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan solusi dari masalah yang dihadapi selama proses penyusunan laporan ini.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T.,M.Eng., selaku Kepala Program Studi D-III Teknik Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng., selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan dalam penulisan laporan ini.
8. Seluruh dosen dan staff di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. Seluruh rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan ini
10. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang terlibat untuk memperbaiki dan mengembangkan lebih lanjut makalah ini di masa mendatang. Penulis berharap makalah ini dapat bermanfaat khususnya bagi yang berminat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Sungailiat, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.3. Tujuan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Pengertian plastik	4
2.2 3D <i>Printer</i>	8
2.3 Filamen.....	9
2.4 Macam- macam Komponen Mesin	9
2.4.1 Motor Listrik.....	9
2.4.2 Poros	10

2.4.3 Sabuk <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i>	11
2.4.4 <i>Heater Bands</i>	13
BAB III METODE PELAKSANAAN	14
3.1 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan	14
3.2 Pengumpulan Data	15
3.3 Merencana	15
3.4 Mengkosep	16
3.5 Merancang.....	18
3.5.1 Pembuatan Alat	18
3.5.2 Alat Siap Uji.....	18
3.6 Uji Coba Alat	18
3.7 Laporan Proyek Akhir	19
BAB IV PEMBAHASAN.....	20
4.1 Pengumpulan data	20
4.2 Merencana	20
4.2.1 Daftar Tuntutan	20
4.3 Mengkonsep	21
4.3.1 <i>Black Box</i>	21
4.3.2 Sub Fungsi.....	22
4.3.3 Alternatif Fungsi Bagian	23
4.3.4 Penilaian Alternatif Fungsi Bagian	26
4.4 Merancang.....	28
4.5 Perhitungan	29
4.6 Pembuatan Alat.....	33
4.6.1 Uji Coba	34

4.6.2 Perawatan Manual.....	35
BAB V PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3. 1 Alternatif.....	17
Tabel 4. 1 Daftar Tuntutan	21
Tabel 4. 2 Deskripsi Sub Fungsi Bagian	23
Tabel 4. 3 Sistem Rangka.....	24
Tabel 4. 4 Sistem Input.....	25
Tabel 4. 5 Sistem Penggulung Filamen.....	26
Tabel 4. 6 Skala Penilaian Alternatif Fungsi Bagian.....	26
Tabel 4. 7 Tabel Penilaian	27
Tabel 4. 8 Tabel Keputusan	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. 1 UPT TPA Bangka Belitung	1
Gambar 2. 1 Botol plastik PET	5
Gambar 2. 2 Jenis plastik HDPE.....	6
Gambar 2. 3 Polyvinyl Chloride (PVC).....	6
Gambar 2. 4 Low-Density Polyethylene (LDPE)	7
Gambar 2. 5 Polypropylene (PP)	7
Gambar 2. 6 Polycarbonate	8
Gambar 2. 7 Filamen.....	9
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pelaksanaan	14
Gambar 3. 2 Black Box	16
Gambar 3. 3 Gambar Sub Fungsi.....	17
Gambar 4. 1 Black box alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen 3d.....	21
Gambar 4. 3 Diagram Sub Fungsi.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Proses Manufaktur
- Lampiran 3 : Gambar Kerja



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah limbah plastik adalah isu serius di Indonesia, termasuk di daerah Bangka Belitung. Produksi dan konsumsi plastik sekali pakai meningkat, terutama botol PET (*Polyethylene Terephthalate*). Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan lebih dari 3 juta ton limbah plastik setiap tahun, di mana botol plastik menyumbang persentase signifikan. Di Bangka Belitung, kurangnya sistem manajemen daur ulang berkontribusi pada pencemaran tanah dan badan air dengan limbah plastik. Inovasi dalam pengolahan limbah ini menjadi produk bernilai tinggi sangat dibutuhkan, salah satunya adalah mengubah limbah botol plastik menjadi filamen untuk printer 3D. Salah satu tempat tempat pengelolah sampah di Bangka Belitung dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 UPT TPA Bangka Belitung
(Sumber : <https://bangka.tribunnews.com>)

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan mesin ekstrusi filamen dari limbah plastik. Penelitian dari [1] telah merancang mesin filamen PET menggunakan metode yang sederhana. Mesin ini memotong botol PET menjadi strip dan melelehkannya pada suhu 270°C, menghasilkan filamen dengan diameter 1,65 mm. Kelebihan alat ini adalah kesederhanaan desain dan kemudahan

rakitan, tetapi kurangnya kontrol atas suhu dan kecepatan mengakibatkan diameter filamen yang tidak sesuai ukuran (1,65 mm) tidak memenuhi standar industri (1,75 mm).

Sementara itu, [2] telah mengembangkan sebuah mesin dengan sistem kontrol semi-otomatis menggunakan metode Taguchi untuk optimasi parameter suhu dan kecepatan. Mesin ini dapat memproduksi filamen dengan keseragaman yang lebih tinggi dan kekuatan tarik yang lebih baik. Namun, kesulitan dalam sistem kontrol meningkatkan biaya manufaktur secara keseluruhan secara signifikan.

Upaya pengenalan teknologi ekstrusi juga dilakukan oleh [3] melalui program pengabdian masyarakat di Universitas Sriwijaya. Sebagai latihan untuk pelatihan teknisi, mereka membangun ekstruder sekrup tunggal dengan satu pemanas yang relatif mudah dan murah untuk dirakit, meskipun perangkat ini tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan otomatis dan kontrol kualitas untuk filamen, sehingga produksi masih tidak konsisten.

Penelitian [4] juga melakukan pengujian suhu ekstrusi terhadap hasil filamen dari sampah botol PET. Dari tiga pengaturan suhu yaitu 180°C, 190°C, dan 200°C, suhu tertinggi memberikan hasil terbaik. Namun, hasilnya masih belum memuaskan karena desain perangkat yang tidak canggih yang tidak menggabungkan pengontrol kecepatan motor dan unit pendingin. Hal ini mengakibatkan filamen memiliki akurasi dimensi yang tidak stabil dan tidak memenuhi standar yang diharapkan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh [5] menunjukkan prospek pemanfaatan limbah botol PET melalui metode pultrusi. Mereka merancang sebuah mesin dengan sistem kontrol *Arduino* untuk kontrol suhu otomatis yang diatur pada 205°C untuk pemanasan dan pada 30 rpm untuk kecepatan penarikan. Inovasi utama dari desain ini adalah penerapan sistem pendingin selama proses penarikan filamen, yang berhasil menghasilkan filamen dengan diameter yang seragam, permukaan halus, dan warna mengkilap. Mesin ini mengkonfirmasi bahwa penerapan teknologi yang sederhana namun tepat mengatasi masalah yang dihadapi oleh mesin ekstrusi

konvensional dan menjawab masalah keterbatasan akses terhadap bahan filamen PLA di daerah seperti Kalimantan Barat.

Mempertimbangkan kondisi lingkungan di Bangka Belitung dan dengan memperhatikan hasil studi sebelumnya, kami bertujuan untuk merancang perangkat ekstrusi untuk mengubah botol plastik menjadi filamen printer 3D yang lebih sederhana dan terjangkau. Alat ini diharapkan dapat menghasilkan diameter filamen sebesar 3,5 mm menggunakan limbah PET yang melimpah dan tersedia di masyarakat. Rancang bangun alat ini bertujuan sebagai solusi nyata terhadap permasalahan sampah sekaligus sebagai media edukatif dan produktif bagi masyarakat lokal, pelajar, maupun pelaku industri kreatif. Dengan pendekatan berbasis kebutuhan lokal dan teknologi tepat guna, alat ini berpotensi menjadi model replikasi di daerah lain dengan karakteristik serupa.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang yang telah dipaparkan adalah:

1. Bagaimana mendesain alat ekstrusi dari limbah botol plastik PET menjadi filamen 3D printer?
2. Bagaimana membuat alat filamen 3D printer menggunakan sistem ekstrusi?

1.3. Tujuan Masalah

1. Merancang alat ekstrusi yang dapat mengubah limbah botol plastik PET menjadi filamen 3D printer.
2. Membuat alat ekstrusi menjadi filamen 3D printer dengan sistem ekstrusi.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan proyek akhir dengan judul Rancang Bangun Alat Ekstrusi Limbah Botol Plastik Menjadi Filamen sebagai berikut:

1. Material botol yang digunakan adalah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*).
2. Alat ini dirancang khusus untuk menghasilkan filamen dengan diameter 3,5mm, dengan toleransi $\pm 0,05$ mm.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Plastik

Plastik merupakan material yang dihasilkan melalui proses polimerisasi, baik secara sintetik maupun semi-sintetik, yang menghasilkan sifat fisik dan kimia yang khas, seperti ringan, lentur, dan tahan terhadap korosi. Polimer, sebagai bahan dasar plastik, merupakan rantai panjang yang tersusun atas unit-unit molekul kecil yang berulang dan identik, yang dikenal dengan sebutan monomer [6].

Menurut Wicaksana, plastik merupakan sekumpulan polimer yang terhubung satu sama lain membentuk struktur rantai panjang dari molekul-molekul yang tersusun secara berulang-ulang. Secara umum, plastik dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu:

1. *Termoplastik*

Termoplastik merupakan Jenis plastik yang dapat mencair saat terkena panas dan mengeras kembali ketika suhu menurun. Proses pelelehan dan pengerasan ini bisa dilelehan berulang kali, sehingga jenis plastik ini lebih mudah untuk diproses ulang atau didaur ulang. Contoh plastik yang termasuk dalam kategori termoplastik antara lain HDPE, LDE, PE, PVC, dan PS [7].

2. *Termoset*

Termoset merupakan jenis plastik yang tidak dapat didaur ulang. Hal tersebut terjadi karena sifat plastik ini akan rusak secara struktural jika dipanaskan. Contoh dari plastik jenis termoset antara lain adalah resin dan bakelit [8].

Secara umum, Plastik memiliki beragam kegunaan dalam aktivitas sehari-hari manusia. Fungsinya antara lain untuk melindungi produk serta aman digunakan tanpa membahayakan kesehatan konsumen. Adapun beberapa jenis plastik yang umum dijumpai antara lain.

3. *Polyethylene Terephthalate (PET)*

Plastik jenis ini umum dipakai sebagai kemasan untuk produk seperti air mineral, minuman ringan, teh, saus, hingga jus buah. Plastik PET dikenal tahan

terhadap suhu 60–85°C serta terhadap larutan asam, alkali, dan alkohol. Keunggulan utama dari PET memiliki sifat transparan, kuat, dan tahan terhadap minyak serta gas, sehingga mampu mencegah perubahan aroma dan kontaminasi, serta menjaga isi tetap terjaga selama masa simpan PET dirancang agar tahan terhadap kondisi lingkungan, namun karena proses degradasi dan biodegradasinya berjalan lambat, material ini tidak mudah terurai secara alami [9]. Salah satu contoh jenis plastik PET dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Botol plastik PET
(Sumber : <https://www.abcpplastik.co.id/Botol-PET>)

4. *High Density Polyethylene* (HDPE)

High-Density Polyethylene (HDPE) merupakan jenis plastik *termoplastik* yang berasal dari polimerisasi monomer etilena dan dikategorikan dalam kode resin #2 [10]. HDPE memiliki struktur molekul linier dengan sedikit percabangan, sehingga menghasilkan densitas tinggi (sekitar 0,93–0,97 g/cm³), kekuatan mekanik yang baik, dan ketahanan terhadap benturan maupun bahan kimia. Plastik ini memiliki titik leleh sekitar 131–135 °C dan dapat digunakan hingga suhu 120 °C untuk pemakaian jangka pendek. Karena sifatnya yang tahan terhadap air, uap, asam, dan alkali, HDPE sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti botol kemasan, *jerrycan*, pipa air, tangki bahan kimia, serta peralatan rumah tangga dan industri. Selain itu, HDPE juga dikenal aman untuk kemasan makanan (*food grade*) dan mudah didaur ulang, namun memiliki kelemahan seperti kurang tahan terhadap sinar ultraviolet, rentan terhadap retakan tegangan (*stress cracking*), serta sulit direkatkan menggunakan lem biasa. Kombinasi karakteristik tersebut menjadikan HDPE sebagai salah satu jenis plastik yang paling banyak dimanfaatkan dalam

industri dan kehidupan sehari-hari. Contoh jenis plastik HDPE bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jenis plastik HDPE

(Sumber : <https://rajaplastikindonesia.com/>)

5. *Polyvinyl Chloride (PVC)*

Dikenal sulit didaur ulang. Biasa ditemukan pada pipa, pembungkus kabel, dan botol pembersih. PVC mengandung DEHA, senyawa berbahaya yang bisa berpindah ke makanan dan berdampak negatif pada ginjal dan hati. Titik lunaknya juga sekitar 80°C, namun tidak dianjurkan digunakan untuk makanan [11]. Jenis plastik PVC dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Polyvinyl Chloride (PVC)

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

6. *Low-Density Polyethylene (LDPE)*

Low-Density Polyethylene (LDPE) adalah plastic yang sering digunakan untuk kantong kresek, cling wrap, dan botol plastik lunak. LDPE kuat, fleksibel, dan tembus cahaya, serta tahan terhadap uap air. Meskipun aman untuk makanan,

LDPE tetap termasuk plastik sekali pakai. Melunak pada suhu sekitar 70°C. Jenis *Low-Density Polyethylene* (LDPE) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Low-Density Polyethylene (LDPE)

(Sumber : <https://Plastik-LDPE/>)

7. *Polypropylene* (PP)

Polypropylene (PP) merupakan salah satu plastik terbaik karena tahan panas hingga 140°C, resisten terhadap kelembaban, bahan kimia, dan minyak. PP digunakan untuk botol bayi, kotak makan, sedotan, dan wadah makanan seperti yoghurt atau margarin. PP tergolong lebih aman dan banyak didaur ulang. Contoh plastik *Polypropylene* pada Gambar 2.5

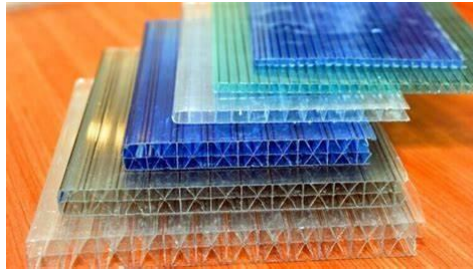


Gambar 2.5 Polypropylene (PP)

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

8. *Polycarbonate* (PC)

Polycarbonate (PC) dikenal transparan dan ringan, sering digunakan untuk botol bayi dan galon air. Meski tahan pecah, PC dapat melepaskan *Bisphenol-A* (BPA), zat berbahaya bagi hormon dan sistem reproduksi, sehingga penggunaannya untuk makanan dan minuman kini dibatasi. Jenis plastik ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.6 Polycarbonate

(Sumber : <https://bildeco.com/jenis-polycarbonate>)

2.2 3D Printer

Konsep teknologi pencetakan tiga dimensi (3D printing) telah dikenalkan sejak tahun 1970-an, namun uji coba pertamanya baru dilakukan pada tahun 1981 oleh Dr. Kodama, yang fokus pada pengembangan metode pembuatan prototipe cepat (rapid prototyping). Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan 3D printing semakin meluas seiring dengan berkembangnya teknologi. Saat ini, tidak hanya perusahaan besar, namun juga banyak pelaku usaha kecil mulai memanfaatkan teknologi ini karena biaya pembuatan prototipe yang relatif terjangkau. 3D printing kini telah berkembang pesat dan digunakan dalam berbagai bidang seperti otomotif, arsitektur, dan medis.

Printer 3D juga dikenal dengan istilah *additive manufacturing*, yaitu proses penciptaan objek nyata berbasis desain 3D digital dengan cara menambahkan material secara berlapis. Selain untuk membuat prototipe, teknologi ini juga dipakai sebagai metode alternatif dalam proses manufaktur seperti pencetakan resin, pengecoran, dan ekstrusi. Bahan yang umum digunakan dalam pencetakan 3D mencakup plastik, logam, keramik, dan resin. Proses 3D printing terdiri atas tiga tahapan utama: pembuatan model 3D (*3D Modeling*), proses pencetakan (*Printing Process*), dan tahap penyempurnaan (*Finishing*).

Untuk material cetaknya, bahan yang paling sering digunakan adalah plastik jenis *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Polylactic Acid* (PLA). Kedua jenis ini tergolong dalam plastik thermoplastic, yaitu plastik yang akan meleleh saat dipanaskan dan akan mengeras kembali ketika didinginkan [12].

2.3 Filamen

Filamen merupakan material utama yang dipakai untuk mencetak objek hasil desain digital menggunakan printer 3D. Filamen tersedia dalam berbagai ukuran diameter, namun yang paling umum digunakan adalah ukuran 1,75 mm, 2,5 mm dan 3,5 mm. Jenis bahan ini termasuk thermoplastic, yang dikenal kuat, tahan lama, serta mudah dibentuk—karakteristik yang sangat penting untuk menentukan kualitas hasil cetakan. Dua jenis filamen yang paling umum digunakan saat ini adalah ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) dan PLA (*Polylactic Acid*) [12]. Ilustrasi contoh filamen ditampilkan pada Gambar 2.7 berikut ini:



Gambar 2.7 Filamen

(Sumber : <https://www.conrad./filament>)

2.4 Macam-macam Komponen Mesin

Perancangan sebuah mesin harus mempertimbangkan aspek keamanan, baik untuk mesin itu sendiri maupun bagi operatornya. Dalam menentukan elemen-elemen mesin, perlu diperhatikan kekuatan material, faktor keamanan (*safety factor*), serta daya tahan dari setiap komponen mesin. Komponen yang dimaksud meliputi motor listrik, sabuk V- *belt* dan *pulley*, serta poros.

2.4.1 Motor Listrik

Motor listrik berperan sebagai penggerak utama yang memutar sistem transmisi dan poros screw conveyor. Pada tahap perencanaan awal, motor listrik yang digunakan memiliki spesifikasi 1 Hp dengan kecepatan putaran 1400 rpm. Motor listrik dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Motor Listrik
(Sumber : <https://lirp.cdn-motorlistrik>)

Untuk menghitung daya yang dibutuhkan oleh motor listrik, dapat digunakan rumus sebagai berikut [13] :

$$Pd = P.Fc \quad (2.1)$$

Dimana :

Pd = Daya rencana (W)

P = Daya Rencana (W)

Fc = Faktor Koreksi

2.4.2 Poros

Secara umum, poros merupakan elemen mesin berbentuk batang silindris yang biasanya memiliki penampang lingkaran. Fungsinya adalah untuk mentransmisikan putaran atau menopang beban, baik dengan atau tanpa mentransfer daya. Beban yang umumnya ditopang oleh poros meliputi roda gigi, roda gaya (flywheel), pulley, roda gesek, dan komponen lainnya. Poros hampir selalu ditemukan dalam berbagai jenis konstruksi mesin, dengan fungsi yang bervariasi tergantung pada aplikasinya. Visualisasi poros dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Poros
(Sumber : <https://id.lccylindertubing.com>)

Hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan poros sebagai berikut [13]:

- Momen puntir rencana (T)

$$T = F \cdot r \quad (2.2)$$

$$F = m \cdot g \quad (2.3)$$

Dimana :

T = Momen Puntir (Nm)

F = Gaya yang bekerja pada screw (N)

r = Diameter screw (m)

- Perhitungan tegangan geser ijin (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf1 \times Sf2} \quad (2.4)$$

Dimana :

τ_a = Tegangan geser ijin (kg/mm^2)

σ_B = Kekuatan tarik material

$Sf1$ = Safety Faktor 1

$Sf2$ = Safety Faktor 2

- Perhitungan diameter poros (d_s)

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T} \quad (2.5)$$

Dimana :

d_s = Diameter poros (mm)

τ_a = Tegangan geser ijin (kg/mm^2)

K_t = Beban Tumbukan

C_b = Beban Lentur

T = Torsi (Nm)

2.4.3 Sabuk *Pulley* dan *Belt*

Pulley dan belt adalah pasangan elemen mesin yang berfungsi untuk mentransfer daya dari satu poros ke poros lainnya. Kecepatan putaran antara poros yang digerakkan oleh rasio diameter pulley yang digunakan. Visualisai pulley dan belt dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Pulley dan belt

(Sumber: indiamart.com/proddetail/cast-iron-v-belt-pulley)

Perhitungan terkait pulley dan belt adalah sebagai berikut:

- Kecepatan sabuk V-belt

$$v = \frac{\pi}{60} \times \frac{d_p \cdot n_1}{1000} \quad (2.6)$$

Dimana :

v = Kecepatan linear belt (m/s)

d_p = Diameter pulley motor (mm)

n_1 = Putaran motor (Rpm)

- Panjang keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \quad (2.7)$$

Dimana :

L = Panjang belt (mm)

C = Jarak sumbu poros (mm)

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

- Jarak sumbu poros (C)

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad (2.8)$$

$$b = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$$

2.4.4 *Heater Bands*

Heater bands adalah komponen pemanas berbentuk gelang yang dipasang pada barrel mesin ekstrusi. Dalam mesin ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3D, heater band berfungsi untuk mencairkan plastik PET secara merata sebelum dikeluarkan melalui nozzle menjadi filamen.

Proses daur ulang membutuhkan pengaturan suhu yang akurat, karena plastik hasil limbah memiliki sifat termal yang bervariasi. Heater band menjaga suhu barrel tetap stabil pada kisaran 240–270°C, yang merupakan suhu optimal untuk melelehkan PET tanpa menyebabkan degradasi material.

Jenis heater band yang umum digunakan adalah mica band heater dan ceramic band heater. Mica cocok untuk suhu menengah dan sistem kecil, sedangkan ceramic lebih efisien untuk suhu tinggi dan stabilitas jangka panjang.

Dengan penggunaan heater band yang tepat, proses ekstrusi filamen dari limbah plastik dapat dilakukan secara efisien dan menghasilkan produk daur ulang yang berkualitas tinggi. *Heater bands* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Heater bands*

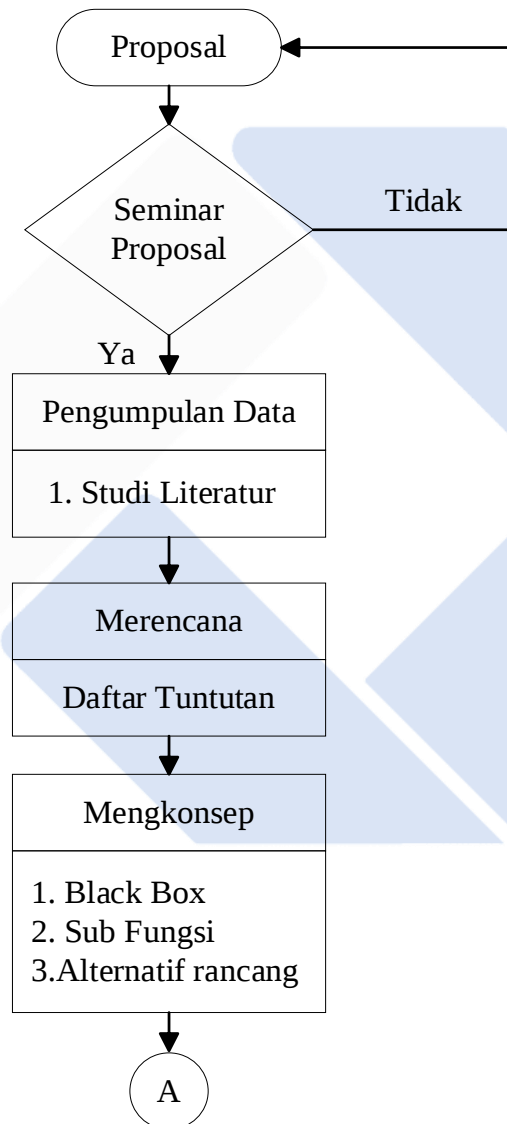
(Sumber : <https://infra-heater.com/>)

BAB III

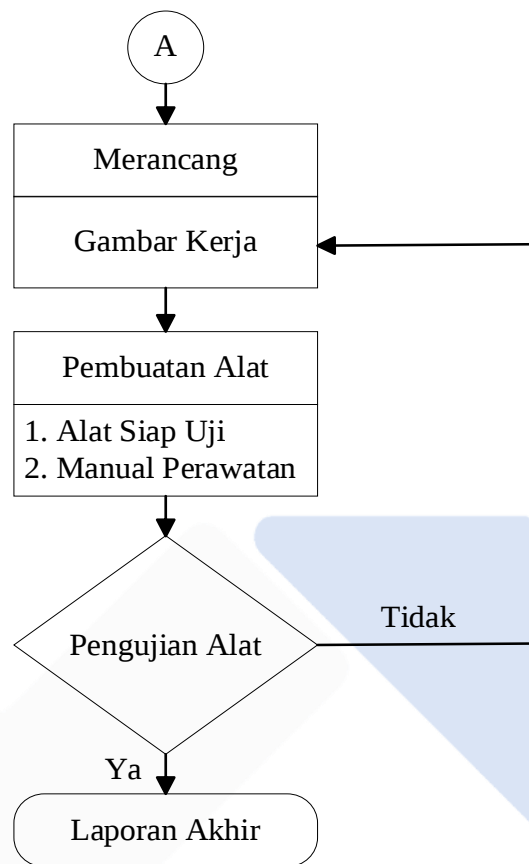
METODE PELAKSANAAN

3.1 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Diagram alir pada tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan (lanjutan)

3.2 Pengumpulan Data

Tahap pertama dalam menangani masalah yang sedang dibahas adalah pengumpulan data. Buku referensi, penelitian literatur, hasil wawancara, laporan proyek sebelumnya, dan sumber lain adalah sumber informasi yang digunakan.

Sumbernya ditemukan di internet. Setelah data dikumpulkan dengan sukses, kemudian diolah dan dianalisis dan mengubah kebutuhan saat ini. Langkah ini memastikan bahwa keputusan atau solusi yang diambil didasarkan pada data yang kuat dan relevan, yang memungkinkan desain tindakan atau strategi yang efektif dan efisien.

3.3 Merencana

Setelah pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan jadwal dan membuat daftar tuntutan pada alat ekstrusi limbah botol

plastic menjadi filamen 3d printer. Tujuannya adalah agar selama proses pembuatan tugas akhir ini tersusun dan dibuat dengan cepat dan memenuhi persyaratan tugas akhir.

1. Daftar Tuntutan

Dalam langkah ini, persyaratan yang ingin dicapai dari rancangan alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer akan dijelaskan. Daftar tuntutan akan disusun menjadi 3(tiga) kategori. tuntutan utama berkaitan dengan fungsi dan hal-hal teknis, tuntutan kedua berkaitan dengan penggunaan mesin, dan tuntutan ketiga berkaitan dengan tampilan fisik mesin.

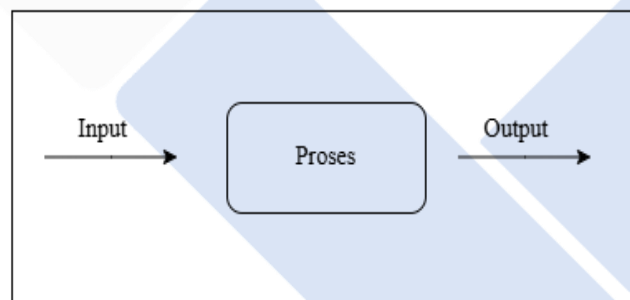
3.4 Mengkosep

Pada tahap ini akan diuraikan dan tahapan yang ingin dicapai dari produk, seperti *black box*, sub fungsi (diagram hierarki) dan alternatif.

Berikut Langkah-langkah metode yang dilakukan dalam mengkosep:

1. *Black Box*

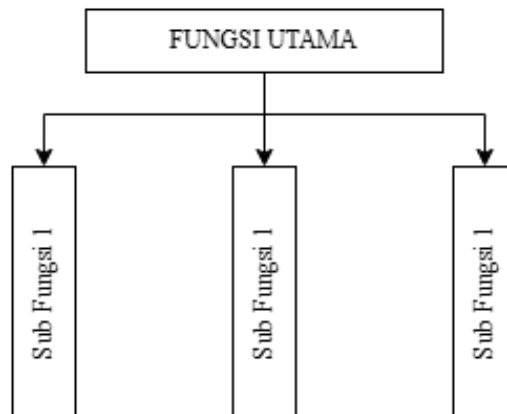
Black box adalah tahapan system dari suatu produk yang diawali dari input dan diakhiri output. Analisis black box dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Black Box*

2. Sub Fungsi (Diagram Hierarki)

Langkah berikutnya adalah merancang sub fungsi alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer. Diagram hierarki dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Gambar Sub Fungsi

3. Alternatif Fungsi Bagian

Tahapan ini menjabarkan isian pada setiap fungsi bagian pada alat dan diisikan dengan deskripsi sesuai alternatif yang dipilih.

Tabel 3.1 Alternatif

NO	Alternatif	Keunggulan	Kekurangan
1		Kuat stabil penopang seluruh komponen, mudah di susun ulang	Berat membutuhkan waktu yang lebih lama, untuk praktikan relative lama
2		Memudahkan masuk material ke screw.	Rentan tersumbet jika potongan plastic tidak seragam
3		Membantu menggulung filamen secara konsisten	Jika manual, kurang efisien butuh pengaturan motor

Pada langkah ini, fungsi masing-masing bagian digambarkan pada gambar di atas, sehingga ada alternatif untuk fungsi bagian alat yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang ingin dicapai. Tabel 3.2 berikut menunjukkan deskripsi fungsi masing-masing bagian alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer.

Tabel 3.2 Fungsi Bagian

NO	Fungsi Bagian	Deskripsi
1	Fungsi Rangka	Fungsinya adalah untuk memberikan kekuatan selama proses penekanan
2	Fungsi Pemanas	Fungsinya sebagai tempat masuknya potongan botol plastic ke dalam mesin
3	Fungsi Ouput	Sebagai penggulung filamen setelah keluar

3.5 Merancang

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan gambar draft alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer, dan melakukan perhitungan rancangan dan beberapa komponen guna untuk mendapatkan hasil filamen yang diinginkan.

3.5.1 Pembuatan Alat

Tahapan ini dilakukan berdasarkan alternatif yang telah dipilih melalui proses tahapan perancangan.

3.5.2 Alat Siap Uji

Setelah perhitungan yang tepat dilakukan, konstruksi alat dibuat untuk memenuhi desain dan spesifikasinya. Komponen utama dan standar dirakit melalui proses perakitan. Setelah komponen terpasang, alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3D printer siap untuk diuji.

3.5.3 Perawatan Manual

Manual perawatan alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer adalah petunjuk yang dimaksudkan untuk mengajarkan operator atau teknisi cara merawat, mengoperasikan, dan memelihara alat secara efektif. Manual ini mencakup instruksi tentang pemeliharaan rutin dan prosedur keselamatan saat menggunakan alat tersebut. Tujuan manual perawatan ini adalah untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan mengurangi kerusakan dan kecelakaan selama proses produksi.

3.6 Uji Coba Alat

Uji coba dilakukan alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen untuk memastikan apakah alat berfungsi dan bekerja sesuai yang diharapkan. Apabila tidak

sesuai, dilakukan perancangan ulang, selanjutnya hasil dari proses alat diperiksa untuk memenuhi daftar tuntutan yang ditetapkan.

3.7 Laporan Proyek Akhir

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dalam proses pembuatan alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen yang meliputi laporan akhir, Alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen 3d printer, gambar bagian dan gambar susunan.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data menggunakan metode studi literatur. Studi Literatur ini diawali dengan pengumpulan data yang berkaitan dengan pengembangan alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen untuk 3D printer. Fokus utama dari penelitian ini adalah menghasilkan filamen dengan diameter 2.85 mm. Proses pengumpulan data mencakup berbagai aspek teknis, mulai dari karakteristik material plastik daur ulang, mekanisme kerja alat ekstrusi, hingga parameter-parameter penting yang mempengaruhi kualitas dan stabilitas diameter filamen yang dihasilkan. Dengan mengkaji berbagai sumber ilmiah dan hasil penelitian terdahulu, diharapkan dapat diperoleh landasan teoritis yang kuat sebagai acuan dalam perancangan dan pengujian alat ekstrusi tersebut.

4.2 Merencana

Perencanaan merupakan langkah awal dalam proses perancangan alat ini, yang dilakukan berdasarkan metode perancangan yang telah ditentukan. Tahap ini mencakup penjabaran serta daftar tuntutan dari perancangan alat ekstrusi filamen 3D printer. Alat ini bekerja dengan memasukkan botol plastik yang sudah dipotong sebagai bahan baku, yang kemudian melalui proses pemanasan di tabung screw. Hasil dari proses ini filamen yang keluar dari nozzle. Tujuan utama dari perancangan ini adalah untuk memperoleh spesifikasi desain mesin yang mampu mengolah membuat filamen dengan ukuran 3 mm.

4.2.1 Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan adalah daftar yang harus dipenuhi dan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, terutama untuk alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3d printer. Daftar tuntutan ini terdiri dari 3 jenis, dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan

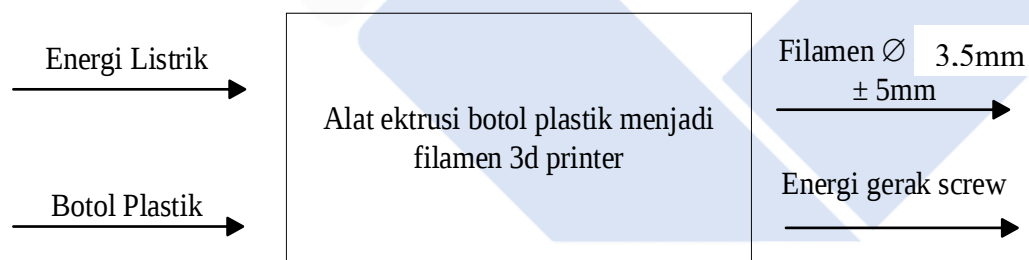
No	Tuntutan	Deskripsi
1	Tuntutan Utama	Ukuran filamen Ø 3,5 mm ± 0,5 mm
		Bahan yang digunakan plastik PET
		Menggunakan thermostat sebagai sistem pemanas
2	Tuntutan Kedua	Produksi 1kg dalam 1 jam
		Menggunakan thermostat sebagai sistem pemanas
		Menggunakan alat yang tersedia di lingkungan sekitar
3	Tuntutan Ketiga	Desain Menarik
		Pemeliharaan dapat dilakukan dengan mudah dan sederhana tanpa memerlukan peralatan dan teknisi khusus.

4.3 Mengkonsep

Pada tahapan mengkonsep dilakukan pembuatan *black box*, sub fungsi, alternatif fungsi bagian, dan penilaian alternatif fungsi bagian.

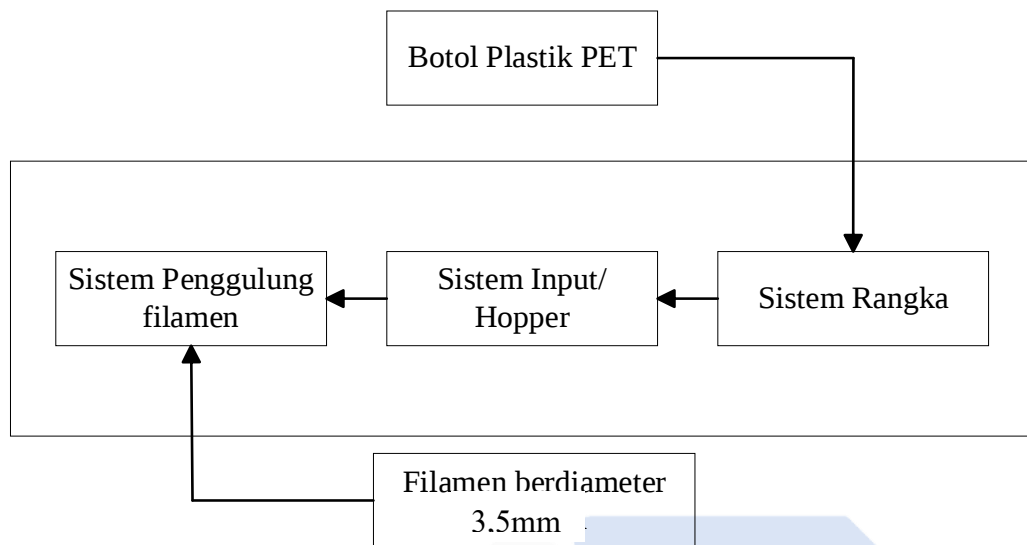
4.3.1 Black Box

Dalam tahapan ini dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan analisa *black box* untuk menentukan fungsi bagian utama pada alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen. *Black box* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Black box* alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen 3d.

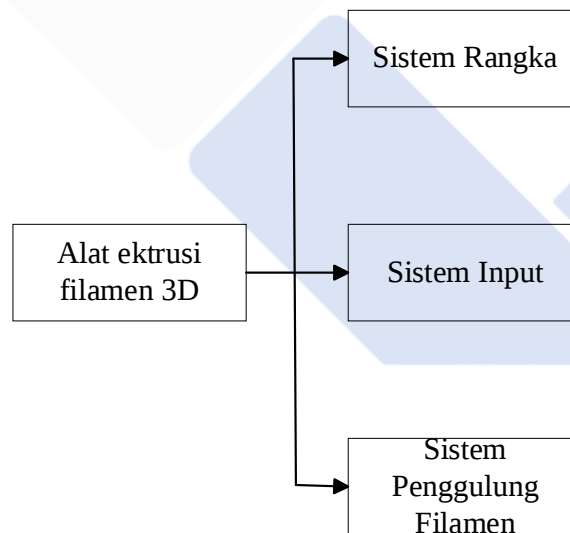
Dibawah ini merupakan ruang lingkup perancangan alat ekstrusi botol plastik menjadi filamen 3d printer. Berikut gambaran ruang lingkup alat ekstrusi botol plastik mesnjadi filamen 3d printer dijelaskan pada Gambar 4. 2.



Gambar 4.2 Diagram Struktur Fungsi Alat ekstrusi filamen 3d

4.3.2 Sub Fungsi

Berdasarkan analisis *black box* di atas, langkah selanjutnya adalah merancang alternatif fungsi untuk menyelesaikan rancangan ini berdasarkan fungsi-fungsi bagian seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Sub Fungsi

Pada tahap ini, tujuan utamanya adalah mengidentifikasi dan menjabarkan kebutuhan yang diharapkan dari masing-masing fungsi setiap bagian. Hal ini penting agar dalam proses pembuatan alternatif desain alat pemisah madu dari sarangnya, tuntutan atau kebutuhan yang diinginkan dapat disesuaikan dengan

persyaratan yang telah ditentukan. Rincian fungsi dari tiap bagian tersebut disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Deskripsi Sub Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Deskripsi
1	Sistem Rangka	Fungsinya adalah untuk memberikan kekuatan selama proses penekanan
2	Sistem Input	Fungsinya sebagai tempat masuknya potongan botol plastik ke dalam mesin
3	Sistem Penggulung filamen	Sebagai penggulung filamen setelah filamen keluar

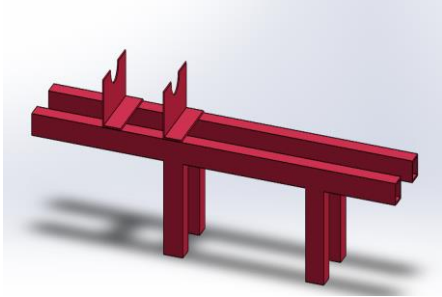
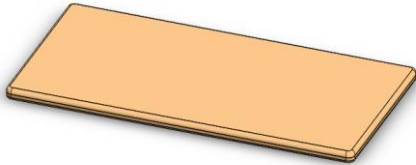
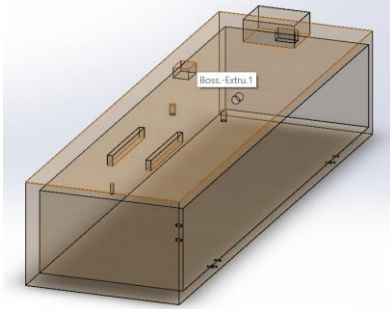
4.3.3 Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini, dirancang berbagai alternatif untuk setiap fungsi bagian dari alat ekstrusi filamen dari botol plastik yang akan dikembangkan.

1. Sistem Rangka

Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan alternatif rangka, yang rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Sistem Rangka

No	Sistem Rangka	Deskripsi
A1		Menggunakan sistem rangka dari material plat besi. • Keunggulannya adalah rangka ini kuat dan mampu menahan beban yang cukup berat • Kekurangan: Pembuatannya yang sedikit rumit dan biaya nya yang mahal
A2		Menggunakan sistem rangka dari material kayu. • Keunggulan adalah rangka ini mudah dibuat, biaya yang murah dan ringan • Kekurangannya rangka ini tidak terlalu kokoh dan mudah pecah
A3		Rangka ini terbuat dari kayu dengan pembuatan komplek. • Keunggulan rangka ini memiliki bagian yang lebih komplek di bagian bawah sebagai tempat meletakkan komponen elektro • Kekurangan rangka ini terletak pada pembuatan dan biaya yang cukup tinggi

2. Sistem Input

Pada tahapan ini dapat dilakukan pemilihan alternatif input, rincian bisa dapat pada Tabel 4.4.

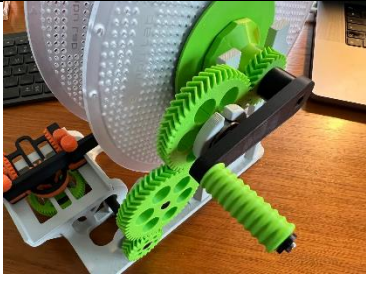
Tabel 4. 4 Sistem Input

No	Sistem Input	Dekripsi
B1		Hopper dengan bentuk corong . • Memiliki keunggulan yaitu banyak tersedia di pasaran
B2		Hopper dengan bentuk piramida. • Memiliki kekurangan pada pembuatan yang susah dan sedikit tersedia di pasaran
B3		Hopper dengan berbentuk silinder-konis. • Memiliki kekurangan pada biaya yang mahal

3. Sistem Penggulung Filamen

Pada tahapan ini dapat dilakukan pemilihan alternatif penggulung filamen yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Sistem Penggulung Filamen

No.	Sistem Penggulung Filamen	Deskripsi
C1		Penggulung dengan dinamon pada ujung sebagai pemutar penggulung.
C2		Menggunakan motor ac sebagai penggulung filamen
C3		Menggunakan penggulung manual tanpa bantuan penggulung otomatis

4.3.4 Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

Setelah berbagai alternatif fungsi untuk tiap bagian berhasil dibuat, langkah berikutnya adalah memberikan penilaian bobot untuk menentukan alternatif mana yang paling layak untuk dirancang. Penjelasan mengenai skala penilaian fungsi alternatif ini dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Skala Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

3	2	1
Baik	Cukup	Kurang

Penilaian dilakukan berdasarkan empat kriteria utama yang mencakup aspek kelebihan dan kekurangan, yaitu: (1) kemudahan dalam proses perakitan; (2) kemudahan saat pengoperasian; (3) kemudahan perawatan; serta (4) efisiensi biaya produksi. Rincian penilaian secara lengkap disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel Penilaian

Sistem Rangka							
Kriteria Penilaian	Total Nilai			Bobot	Total Nilai Alternatif		
					A1	A2	A3
Kemudahan Prakitkan	2	3	2	25%	0,5	0,75	0,5
Kemudahan Pengoperasian	2	3	2	25%	0,5	0,75	0,25
Kemudahan Perawatan	1	3	2	25%	0,25	0,75	0,5
Biaya Produksi	2	3	2	25%	0,25	0,75	0,5
Total Nilai					1,5	3	1,75
Sistem Input							
Kriteria Penilaian	Total Nilai			Bobot	Total Nilai Alternatif		
					B1	B2	B3
Kemudahan Prakitkan	3	2	3	25%	0,75	0,5	0,75
Kemudahan Pengoperasian	3	3	3	25%	0,75	0,75	0,75
Kemudahan Perawatan	3	1	1	25%	0,75	0,25	0,5
Biaya Produksi	1	3	2	25%	0,25	0,75	0,5
Total Nilai					2,5	2,25	2,25
Sistem Penggulung Filamen							
Kriteria Penilaian	Total Nilai			Bobot	Total Nilai Alternatif		
					C1	C2	C3
Kemudahan Prakitkan	2	1	3	25%	0,5	0,25	0,75
Kemudahan Pengoperasian	3	3	1	25%	0,75	0,75	0,25
Kemudahan Perawatan	2	1	3	25%	0,5	0,25	0,75
Biaya Produksi	2	1	3	25%	0,5	0,25	0,75
Total Nilai					2,25	1,5	2,5

Total bobot kriteria sebesar 100% dibagi secara merata ke dalam empat parameter, dengan masing-masing parameter memiliki bobot sebesar 25%. Hasil penilaian menunjukkan bahwa nilai total untuk sistem rangka adalah 3, sedangkan sistem input dan sistem penggulung filamen masing-masing memperoleh nilai 2,5.

Setelah alternatif fungsi untuk setiap bagian dipilih, langkah selanjutnya adalah menggabungkannya melalui tabel keputusan guna membentuk rancangan alat ekstrusi filamen dari botol plastik. Informasi lengkap mengenai tabel keputusan ini disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel Keputusan

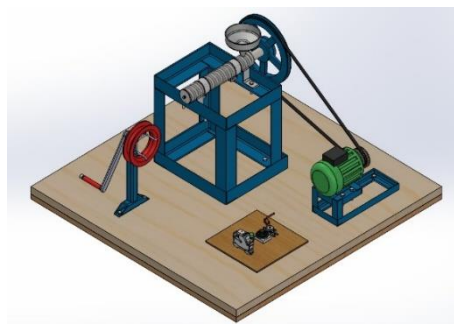
No	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian		
1	Sistem Rangka	A1	A2	A3
2	Sistem Input	B1	B2	B3
3	Sistem Penggulung filamen	C1	C2	C3

4.4 Merancang

Pada tahap perancangan, dilakukan penyusunan detail desain dari alternatif yang telah dipilih dengan membuat draf alat mesin ekstrusi limbah botol plastik. Selanjutnya dilakukan optimasi desain melalui analisis perhitungan. Kapasitas yang digunakan adalah 1 kg botol, berdasarkan tuntutan.

4.4.1 Konsep Rancangan

Pada tahap ini, berbagai alternatif komponen yang telah dianalisis dipilih berdasarkan fungsinya, kemudian digabungkan menjadi satu kesatuan sistem untuk membentuk desain alat ekstrusi mesin filamen. Gambar rancangan awal ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rancangan mesin

Pada tahap ini, fungsi dari masing-masing alternatif bagian dipilih dan disatukan guna membentuk desain akhir alat ekstrusi filamen dari botol plastik. Untuk detail rancangan dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.4.2 Perhitungan rancangan

Pada perancangan sistem ekstrusi filamen, digunakan screw dengan diameter 50 mm (0,05 m) dan panjang 400 mm (0,4 m). Screw ini dirancang berputar dengan kecepatan 408 rpm untuk mendorong material plastik jenis PET. Pitch screw yang digunakan adalah 10 mm (0,010 m), yang merupakan ukuran umum pada sistem ekstrusi sekelas ini. Data ini menjadi dasar dalam perhitungan kebutuhan daya motor dan dimensi komponen ekstrusi secara keseluruhan. Adapun perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

A. Perhitungan daya motor rencana

Daya motor yang digunakan adalah jenis motor listrik TDL 1 HP 1400 Rpm. Maka untuk menghitung daya rencana motor dapat menggunakan rumus (2.1) sebagai berikut :

$$Pd = P . Fc$$

Data yang diketahui adalah 1 HP = 745,7 watt. Dan untuk faktor koreksi adalah 1,2 ini dapat dilihat pada Lampiran 3.

Maka :

$$Pd = 745,7 \times 1,2 = 894,84 \text{ watt} \rightarrow 1,3HP$$

B. Torsi

Setelah diketahui daya motor rencana, maka dapat menghitung torsi dengan menggunakan rumus (2.2) berikut :

$$T = F . r$$

Nilai F dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3), yang mengacu pada gaya berat total yang bekerja pada sistem. Dalam hal ini, gaya berasal dari berat screw serta berat material plastik yang masuk ke dalam screw. Berdasarkan data yang tersedia, diketahui bahwa berat screw adalah sebesar 6 kg, sedangkan berat plastik yang diasumsikan masuk ke screw sebesar 0,5 kg. Dengan demikian, total massa yang bekerja adalah 6,5 kg.

Maka :

$$F = m \cdot g$$

$$F = 6,5 \times 9,81 = 63,47 \text{ N}$$

Didapati nilai F 63,47 N dan jari-jari screw 25mm atau 0,025m. Maka dapat lanjut menghitung torsi.

$$T = F \cdot r$$

$$T = 63,47 \times 0,025$$

$$T = 1,594 \text{ Nm}$$

C. Perhitungan tegangan geser ijin

Material screw yang digunakan adalah ST.37 yang memiliki kekuatan tarik material 370 MPa. Dan untuk safety 1 adalah 6, untuk safety 2 yang digunakan adalah 2. Maka dapat menghitung tegangan geser ijin menggunakan rumus (2.4) berikut :

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{370}{6 \times 2} = 30,83 \text{ MPa}$$

D. Perhitungan diameter poros

Data yang diketahui dari hasil perhitungan sebelumnya adalah nilai torsi yaitu 1,594 Nm, nilai τ_a adalah 30,83 Mpa, nilai K_t 1,5 didapati dari faktor konsentrasi tegangan, dan C_b 1 didapati faktor pembebanan. Maka dapat menghitung diameter poros menggunakan rumus (2.5) berikut:

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{5,1}{\tau_a}} \times K_t \times C_b \times T$$

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{5,1}{30,83}} \times 1,5 \times 1 \times 1,594 = 7,36 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh bahwa diameter minimum poros yang dibutuhkan adalah sebesar 7,36 mm. Namun, untuk kemudahan dalam pengadaan serta menyesuaikan dengan standar ukuran poros yang tersedia di pasaran, maka penulis memutuskan untuk menggunakan poros dengan diameter 50 mm.

E. Ratio dan RPM akhir pada screw

Untuk menurunkan kecepatan putaran motor listrik agar sesuai dengan kebutuhan kerja screw pada proses ekstrusi, digunakan sistem transmisi berupa pulley dan sabuk. Rasio antara diameter pulley pada motor dan pulley pada poros screw akan menentukan seberapa besar penurunan kecepatan yang terjadi.

Pada sistem ini, pulley yang terpasang pada poros motor memiliki diameter sebesar 73 mm, sedangkan pulley yang terpasang pada poros screw berdiameter 250 mm. Motor yang digunakan memiliki kecepatan putar sebesar 1400 rpm.

Perhitungan kecepatan putar akhir pada screw dilakukan menggunakan rumus perbandingan kecepatan dan diameter pulley sebagai berikut:

$$n_2 = \frac{d_p}{D_p} \times n_1$$

$$n_2 = \frac{73}{250} \times 1400 = 408 \text{ Rpm}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, diperoleh bahwa putaran akhir pada screw adalah sebesar 408,8 rpm. Ini menunjukkan bahwa sistem transmisi memiliki rasio reduksi sebesar:

$$\text{Rasio} = \frac{D_p}{d_p} = 3,42:1$$

Artinya, setiap 3,42 putaran motor menghasilkan 1 putaran pada screw. Rasio reduksi ini dirancang untuk memperbesar torsi pada poros screw serta menurunkan kecepatannya, agar lebih sesuai dengan kebutuhan proses ekstrusi, yang memerlukan gerakan stabil dan bertenaga untuk mendorong dan melelehkan plastik hasil daur ulang.

F. Kecepatan sabuk V-belt

Untuk menghitung kecepatan sabuk V-belt, digunakan rumus (2.6) sebagai berikut:

$$v = \frac{\pi}{60} \times \frac{d_p \cdot n_1}{1000}$$

$$v = \frac{\pi}{60} \times \frac{73 \times 1400}{1000} = 5,35 \text{ m/s}$$

G. Panjang keliling (L)

Untuk menghitung panjang keliling belt dapat menggunakan rumus (2.7) berikut :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

Data diketahui :

- $D_p = 250$ mm (pulley screw)
- $d_p = 73$ mm (pulley motor)
- $C = 400$ mm (jarak antar poros, asumsi)

$$L = 2.400 + \frac{\pi}{2}(250 + 73) + \frac{(250 - 73)^2}{4.400} \approx 1327 \text{ mm}$$

Untuk menyesuaikan panjang standar maka dipilih 1364 mm sebagai panjang belt. Untuk tabel standar belt dapat dilihat pada Lampiran 2.

H. Jarak sumbu poros (C)

Jarak sumbu poros (C) merupakan parameter penting dalam sistem transmisi sabuk karena memengaruhi panjang sabuk dan tegangan kerja. Jarak ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

Sebelumnya, nilai bbb dihitung dengan persamaan:

$$b = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$$

$$b = 2 \times 1327 - 3,14 (250 + 50) = 1639,78 \text{ mm}$$

Selanjutnya nilai C dapat dihitung sebagai:

$$C = \frac{1639,78 + \sqrt{1639,78^2 - 8(250 - 50)^2}}{8} = 400,13 \text{ mm}$$

Dengan demikian, jarak sumbu poros yang sesuai untuk sistem transmisi ini adalah sebesar 400,13 mm. Nilai ini memastikan sabuk memiliki tegangan yang cukup tanpa terlalu longgar maupun terlalu tegang.

4.5 Penyelesain

Susunan alat ekstrusi dirancang agar setiap komponen utama seperti motor listrik, Sistem transmisi pulley, screw, heater, dan hopper terintegritas secara ergonomis Dan mudah dirawat. Gambar kerja dibuat menggunakan perangkat lunak

Solidworks untuk mempermudah proses manufaktur dan praktikan. Gambar tersebut mencakup gambar bagian (detail komponen) dan gambar susunan (*assembly*) yang menunjukkan tata letak keseluruhan sistem ekstrusi. Semua gambar kerja dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.6 Pembuatan Alat

Setelah mendapat rancangan dan perhitungan yang sesuai dengan alat ekstrusi ini, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan alat di mana komponen yang akan dibuat dilakukan proses permesinan. Antara lain menggunakan mesin bubut, mesin las, dan mesin bor. Sebelum proses dilakukan pada benda kerja, terdapat beberapa komponen yang terlebih dahulu dibeli dan dibuat sendiri. Selain itu, pembuatan SOP (*Standard Operating Procedure*) dilakukan sebagai langkah awal untuk memastikan setiap tahapan kerja berjalan secara terstruktur dan sesuai prosedur.

a. Komponen yang dibuat dan dibeli

Selanjutnya ada beberapa komponen yang akan dibuat dan di beli. Komponen tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Komponen yang dibuat dan dibeli

Komponen yang akan dibuat	Komponen Dibeli
Poros <i>Screw</i>	<i>Pulley</i>
Rangka mesin	Corong Hopper
Kedudukan Poros <i>Screw</i>	Bead Heater
Kedudukan motor listrik	Motor listrik
	Bearing
	V-Belt
	Buat dan Mur M9, M10,
	Kabel

b. Proses pembuatan

Setelah seluruh komponen yang akan dibuat dan dibeli telah ditentukan, proses pembuatan alat ekstrusi dilanjutkan dengan tahapan permesinan dan perakitan. Proses ini dilakukan secara sistematis agar setiap komponen dapat berfungsi secara optimal dan sesuai dengan rancangan teknis yang telah ditetapkan sebelumnya.

Beberapa komponen seperti poros screw, rangka mesin, kedudukan poros screw, dan dudukan motor listrik dibuat secara mandiri menggunakan berbagai jenis mesin permesinan. Proses awal dimulai dengan pembuatan rangka meja mesin berbahan kayu yang ukurannya sesuai dengan sketsa.

Selanjutnya, dilakukan proses pembubutan pada poros screw untuk mendapatkan bentuk ulir trapesium dengan ukuran 10 mm pitch dan 10 mm kedalamannya.

Untuk bagian rangka mesin dan dudukan, digunakan mesin las guna menyatukan komponen-komponen dari material baja atau besi. Proses pengelasan dilakukan dengan memperhatikan kekuatan sambungan dan kestabilan struktur secara keseluruhan.

Kemudian, dilakukan pengeboran lubang-lubang baut pada bagian tertentu seperti dudukan motor dan kedudukan poros screw dengan menggunakan mesin bor. Proses ini bertujuan untuk memudahkan proses perakitan antar komponen serta memastikan semua bagian dapat terpasang secara tepat.

Setelah semua komponen selesai dikerjakan, dilanjutkan dengan tahap perakitan alat secara menyeluruh. Pada tahap ini, komponen hasil fabrikasi digabungkan dengan komponen yang telah dibeli seperti motor listrik, pulley, V-belt, bead heater, dan bearing. Proses perakitan dilakukan berdasarkan SOP yang telah disusun sebelumnya, dengan memperhatikan urutan kerja dan standar keselamatan.

Langkah akhir dari proses pembuatan ini adalah pengujian awal untuk memastikan bahwa seluruh sistem berjalan dengan baik. Pengujian ini mencakup pengecekan putaran motor, transmisi daya ke poros screw, serta kestabilan struktur mesin. Apabila ditemukan ketidaksesuaian atau kendala, dilakukan evaluasi dan penyempurnaan pada bagian terkait sebelum alat dinyatakan siap digunakan.

4.6.1 Uji Coba

Setelah proses perakitan alat ekstrusi selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah uji coba untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, yaitu mencairkan dan mengekstrusi limbah plastik, khususnya botol plastik, secara optimal. Uji coba dilakukan dengan menjalankan seluruh sistem

mulai dari penggerak motor, transmisi, pemanas (heater), hingga aliran material plastik melalui poros screw.

Namun, pada pelaksanaan uji coba pertama, alat belum memberikan hasil yang optimal dan dinyatakan belum berhasil. Terdapat beberapa kendala teknis yang memengaruhi performa alat secara keseluruhan.

Permasalahan pertama terletak pada kecepatan putaran poros screw yang terlalu tinggi. Akibatnya, material botol plastik yang dimasukkan ke dalam hopper tidak memiliki waktu yang cukup untuk mengalami proses pemanasan dan pelelehan secara sempurna. Plastik cenderung terdorong terlalu cepat ke arah keluaran sebelum benar-benar mencair, sehingga tidak terbentuk hasil ekstrusi yang diharapkan.

Selain itu, masalah kedua muncul pada komponen pemanas (*bead heater*). Pemanas tidak mencengkram permukaan luar barrel secara merata, sehingga distribusi panas menjadi tidak merata. Hal ini menyebabkan beberapa bagian barrel tidak mencapai suhu yang cukup untuk melelehkan plastik, sementara bagian lainnya menjadi terlalu panas. Ketidakseimbangan suhu ini turut memperburuk proses pelelehan dan menyebabkan hasil yang tidak seragam.

Dari uji coba ini, dapat disimpulkan bahwa masih diperlukan beberapa penyesuaian teknis, terutama dalam hal pengaturan kecepatan motor dan sistem pemanas. Ke depannya, modifikasi akan difokuskan pada penggunaan motor dengan kecepatan putaran yang dapat diatur (variabel), serta desain pemasangan heater yang lebih presisi agar panas dapat tersebar merata ke seluruh bagian barrel.

Uji coba ini menjadi bagian penting dalam proses pengembangan alat, karena memberikan masukan nyata terkait performa dan efisiensi sistem. Dengan evaluasi yang tepat, alat diharapkan dapat disempurnakan dan berfungsi secara optimal pada uji coba berikutnya.

4.6.2 Perawatan Manual

Perawatan manual ini dibuat untuk memberikan panduan perawatan berkala alat ekstrusi plastik guna menjaga kinerja, keamanan, dan ketahanan alat selama masa penggunaannya. Adapun jadwal perawatan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perawatan manual

No	Komponen	Frekuensi	Tindakan Perawatan
1	Poros Screw	Mingguan	Bersihkan sisa plastik, periksa aus/kerusakan
2	Motor Listrik	Bulanan	Periksa suhu saat operasi, dengarkan suara abnormal
3	Pulley dan V-Belt	Setiap 2 minggu	Periksa ketegangan V-belt dan kondisi pulley
4	Rangka Mesin	Bulanan	Periksa kekencangan baut dan kondisi struktur
5	Bead Heater	Mingguan	Periksa koneksi listrik dan distribusi panas
6	Bearing	Bulanan	Lumasi bearing, cek kelancaran putaran
7	Panel Listrik dan Kabel	Bulanan	Cek sambungan dan kelistrikan, tidak boleh longgar
8	Hopper dan Barrel	Setiap uji coba	Bersihkan dari sisa plastik atau kotoran

a. Langkah-langkah Perawatan

Adaapun langkah langkah perawatan sebagai berikut :

- Harian (Setiap Setelah Pemakaian)
 1. Matikan dan cabut sumber listrik sebelum membersihkan.
 2. Bersihkan bagian hopper, barrel, dan screw dari sisa plastik menggunakan kuas dan lap.
 3. Periksa secara visual apakah ada baut yang longgar atau komponen yang tidak stabil.
 4. Simpan alat di tempat kering dan terlindung dari debu serta kelembapan.
- Mingguan
 1. Periksa permukaan poros screw, pastikan tidak ada kerusakan atau keausan yang berlebihan.
 2. Periksa sistem pemanas (bead heater), pastikan posisinya mencengkram barrel secara merata.
 3. Cek kondisi V-belt, ganti jika terlihat retak atau longgar.

- Bulanan

1. Lumasi bearing dan bagian-bagian yang bergerak dengan pelumas khusus mesin.
2. Gunakan multimeter untuk mengecek tegangan listrik dan koneksi pada panel kontrol.
3. Periksa sistem transmisi motor ke screw – pastikan tidak ada getaran berlebih.
4. Evaluasi kondisi struktural rangka mesin, lakukan pengencangan ulang jika perlu.

- b. Tindakan Saat Terjadi Gangguan

Adapun Tindakan yang harus dilakukan saat terjadi gangguan dapat dilihat Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Tindakan saat terjadi gangguan

Gangguan	Penyebab Umum	Tindakan
Screw tidak berputar	V-belt kendur, motor rusak	Cek V-belt, periksa motor
Plastik tidak meleleh sempurna	Heater tidak panas merata	Periksa posisi bead heater
Suara berisik saat beroperasi	Bearing aus atau kering	Lumasi atau ganti bearing
Tercium bau kabel terbakar	Korsleting listrik atau konektor longgar	Matikan alat, periksa panel

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun dan pengujian alat ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen 3D *printer* yang telah dilaksanakan, beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ekstrusi limbah botol plastik PET berhasil dirancang sesuai dengan tujuan untuk mengubah limbah menjadi filamen 3D printer. Alat ini menggunakan motor listrik berdaya 1 HP dengan putaran 1400 RPM, screw berdiameter 50 mm dengan putaran kerja 408 RPM, dilengkapi *band heater* sebagai elemen pemanas plastik, serta *nozzle* output berdiameter 3,5 mm untuk membentuk filamen.
2. Alat ini berhasil dibuat sesuai dengan tujuan untuk mengolah limbah botol plastik PET menjadi filamen 3D printer dengan sistem ekstrusi. Namun, hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem belum bekerja secara optimal. Permasalahan terjadi akibat distribusi panas pada pipa screw hal ini disebabkan karena *heater* tidak mencengkeram pipa *screw* dengan baik, serta putaran *screw* yang terlalu cepat, sehingga plastik mengalami pemanasan berlebih dan filamen tidak terbentuk dengan sempurna.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil rancang bangun dan simulasi yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan dan implementasi lebih lanjut:

1. Perlu dilakukan modifikasi teknis, khususnya pada sistem pengaturan kecepatan motor serta peningkatan desain sistem pemanas agar distribusi panas lebih merata. Hal ini bertujuan untuk memastikan proses pelelehan plastik berlangsung sempurna sebelum didorong keluar sebagai filamen.
2. Lakukan pengujian lanjutan setelah perbaikan, meliputi uji hasil filamen secara dimensi, kekuatan mekanik, serta performa saat digunakan pada

printer 3D printer. Pengujian ini penting untuk mengevaluasi kualitas filamen dan memastikan alat memenuhi standar minimum sebagai mesin pembuat filamen dari limbah plastik.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hamni and A. Septira, "Rancang bangun mesin filament pet untuk 3d printer," vol. 18, no. 3, 2024.
- [2] Kevin, M. Z. Fatwa, and W. Jufri, "Pengembangan Mesin Ektrusi Filamen 3D Printer dengan Sistem kendali Otomatis," *Jur. Tek. Mesin Politek. Negeri Ujung Pandang, Makasar*, 2023.
- [3] A. T. Prakoso, S. Davin, N. Y. Mahendra, M. A. A. Saputra, and H. Basri, "Pemanfaatan Limbah Plastik Dalam Pembuatan Filamen 3D Printer Menggunakan Mesin Ekstrusi Pada Lab Konversi Energi Universitas Sriwijaya," *J. Pelita Sriwij.*, vol. 1, no. 2, pp. 043–052, 2022, doi: 10.51630/jps.v1i2.69.
- [4] D. B. Santoso, "Rekayasa Mesin Pembuat Filamen Dari Sampah Botol Pet Untuk 3D Printing," *Lap. Akhir Univ. Tidar*, vol. 01, pp. 1–23, 2016.
- [5] M. Taufik, G. Suryani Lubis, M. Ivanto, P. Studi Teknik Mesin, U. Tanjungpura, and J. H. Hadari Nawawi, "Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET," *Lubis & Ivanto*, vol. 4, no. 1, pp. 1–08, 2023.
- [6] S. R. R. D. Zulnazri, "Pemanfaatan Pati Batang Ubi Kayu dan Pati Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 8, no. Mei, pp. 26–35, 2019, [Online]. Available: <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>
- [7] I. A. Setiorini, "K Karakteristik Termoplastik Elastomer Dari Karet Alam Dan Polipropilena Dengan Penambahan Carbon Black Filler," *J. Tek. Patra Akad.*, vol. 10, no. 02, pp. 41–44, 2020, doi: 10.52506/jtpa.v10i02.93.
- [8] G. Tj, Sulungbudi, K. K. Alpma, Mujamilah, and Sudirman, "Sifat Mekanik, Strukturmikro dan Sifat Magnetik Magnet Komposit SrO, 6Fe₂O₃, (SrM)-Polimer Termoplastik dan Termoset," *Indones. J. Materails Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 36–40, 2010.
- [9] G. Fitriyano, D. Dicka, and A. Rahim, "Tinjauan Singkat Potensi

Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) di Indonesia A Short Review on Potential of Utilization Used Bottle Made from Polyethylene Terephthalate (PET) in Indonesia,” *Eksergi*, vol. 16, no. 1, pp. 18–24, 2019.

- [10] W. Dhamayanthi *et al.*, “Pemanfaatan HDPE (High Density Polyethylene) Menjadi Produk Komersial Pada KWT Meuseuraya Sidoarjo,” *Sejag. J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 47–55, 2024, doi: 10.25047/sejagat.v1i2.5143.
 - [11] Y. K. Sinaga, A. Priharyoto Bayuseno, and R. Ismail, “Pembuatan Komposit Polivinil Klorida (PVC) Menggunakan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Limbah Padat Hasil Ekstraksi Aspal Buton Dengan Konsentrasi HNO₃,” *J. Tek. Mesin S-I*, vol. 11, no. 3, pp. 43–50, 2023.
 - [12] R. Sonya, M. Haerdy, and F. Nurzannah, “Potensi dan Kendala Penerapan Teknologi 3D printing dalam Penyediaan Hunian Layak dan Terjangkau di Indonesia,” vol. XI, no. 3, pp. 15–22, 2023.
 - [13] I. Sularso and K. Suga, “Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, p. 200, 2008.
-

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama Lengkap : Junizar
Tempat Tanggal Lahir : Belinyu 20 November, 1999
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : JL. Kampung Bukit Tani,
Kec Belinyu
No. telepon/HP : +6282372481157
Email : rizkyjunizar@99gmail.com



Riwayat Pendidikan

SDN 12 Belinyu (2005 – 2014)
SMP YPN Belinyu (2014- 2017)
SMA YPN Belinyu (2017-2020)
POLMAN BABEL (2022-2025)

Pengalaman Kerja

- PKL (Praktik Kerja Lapangan) PT. Shiba Hidrolik Pratama
- PKL (Praktik Kerja Lapangan) PT. Solusindo Hidrolik Lestari

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Zuhri
Tempat Tanggal Lahir : Mayang, 16 Maret 2004
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Mayang
No. telepon/HP : +62 821-7727-8886
Email : muhammadzuhri6541@gmail.com



Riwayat Pendidikan

SD N1 Simpang Teritip (2010-2016)
SMP N2 Simpang Teritip (2016-2019)
SMK N1 MUNTOK (2019-2022)
POLMAN BABEL (2022-2025)

Pengalaman Kerja

— PKL (Praktik Kerja Lapangan) PT. GSBL.POM (Gunung Sawit bina lestari)

LAMPIRAN 2

Proses Manufaktur

1. Pembuatan base mesin.



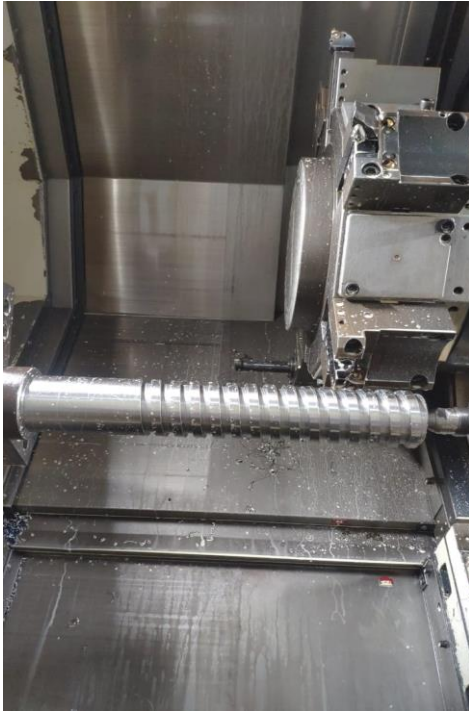
2. Pembuatan base mesin



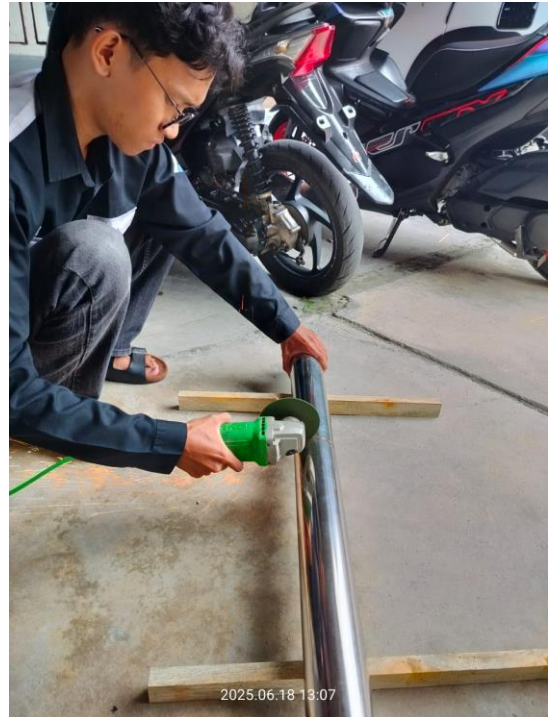
3. Pembuatan base mesin



3. Pembuatan Screw



4. Pemotongan pipa



5. Penyusunan komponen



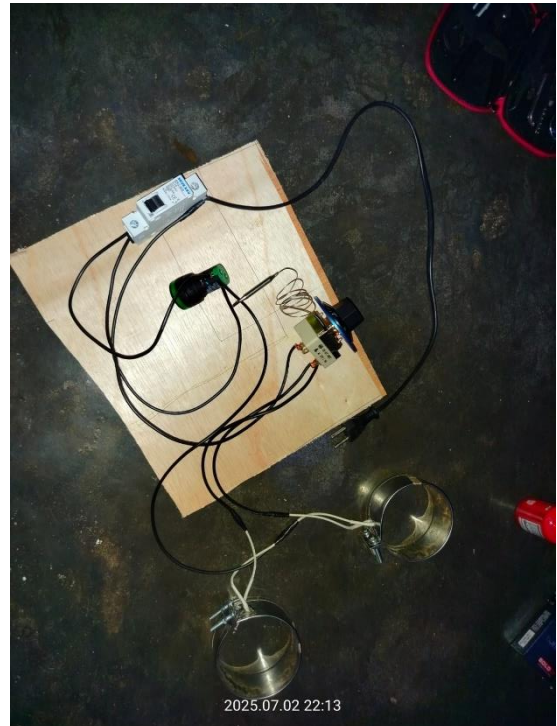
6. Pengelasan rangka



7. Mesin 70%



8. Perakitan kelistrikan



LAMPIRAN 3

TABEL FAKTOR KOREKSI

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak >200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkat bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

TABEL PANJANG STANDAR PULLEY

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

LAMPIRAN 4

Hopper
Standard *Stainlees*

Pully Besar
 ϕ 250x30 *Besi tuang*

Dudukan Pipa Profil L
350x300x40 *St 37*

Tiang Penggulung Hollow 30
250x150 *St 37*

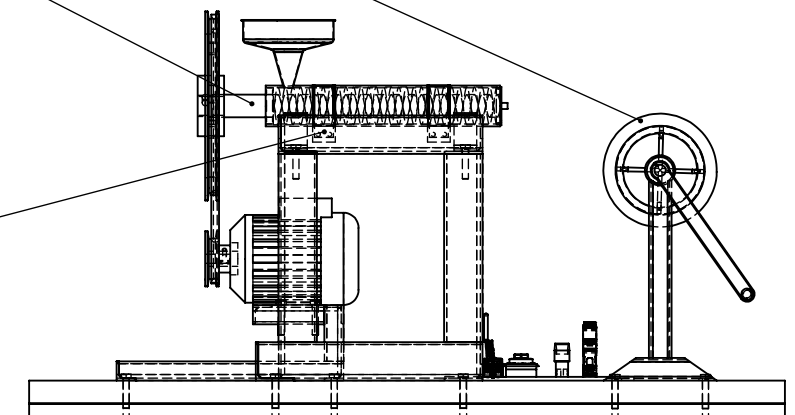
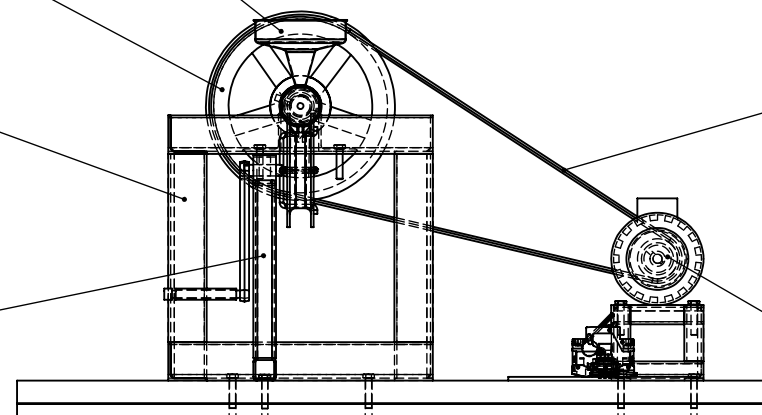
Penggulung Filament
150x35

Poros Screw
410x ϕ 50 *St 37*

V-Belt Tipe-A
Standard *Rubber*

(2) Heating
Standard

Motor Listrik 1 HP
Standard *Standard*



Meja Alat
1000X1000 *Wood*

(4) Baut Hexagon
M12x25 *Alloy Steel*

Pipa
310x5,8x2 *Steel*

(4) Baut Hexagon
M8x16 *Alloy Steel*

(2) Baut Hexagon
M8x30 *Alloy Steel*

Pengayuh
150x15 *St 37*

(6) Baut Hexagon
M8x25 *Alloy Steel*

Dudukan Motor Profil L
300x100x25 *St 37*

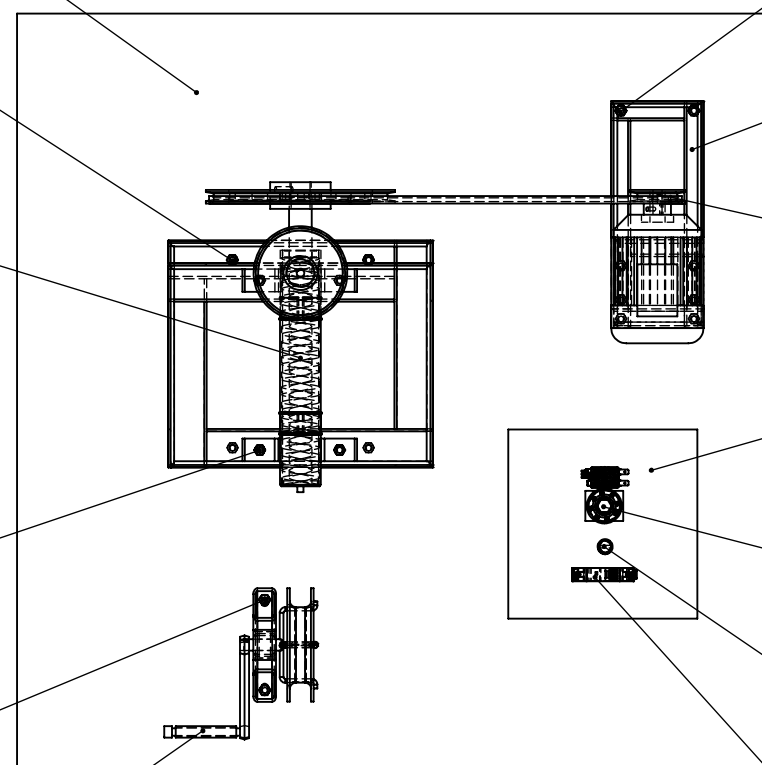
Pully Kecil Tipe-A
 ϕ 40x20 *St 37*

Meja Elektonik
Standard *Standard*

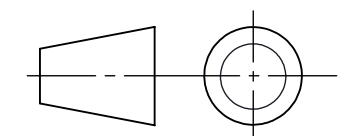
Termostate WJA
Standard *Standard*

Lampu Indikator
Standard *Standard*

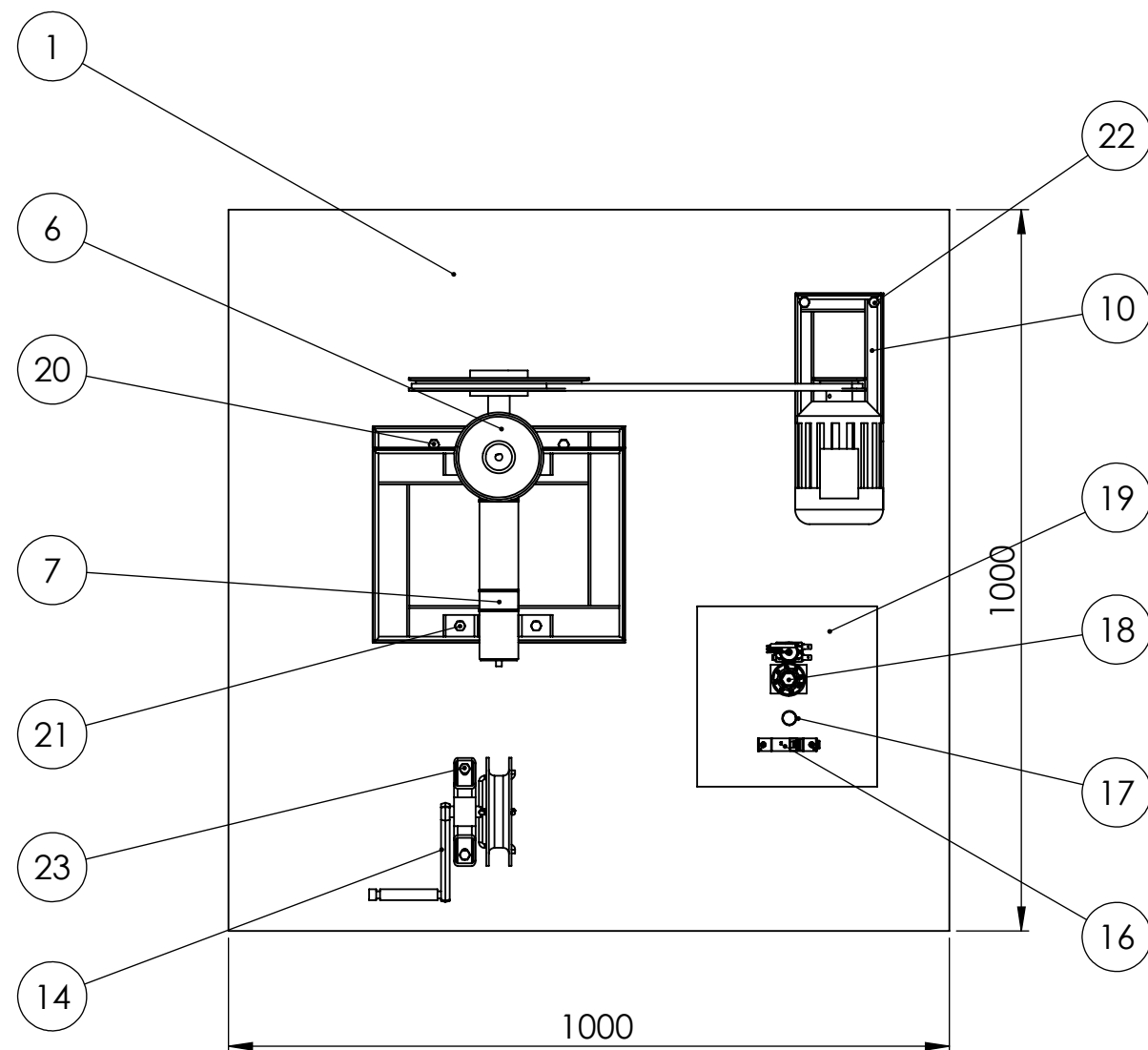
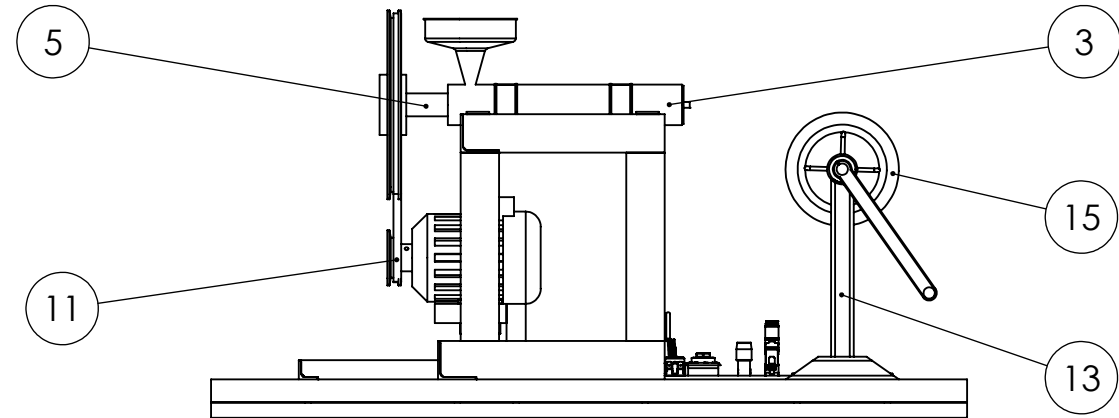
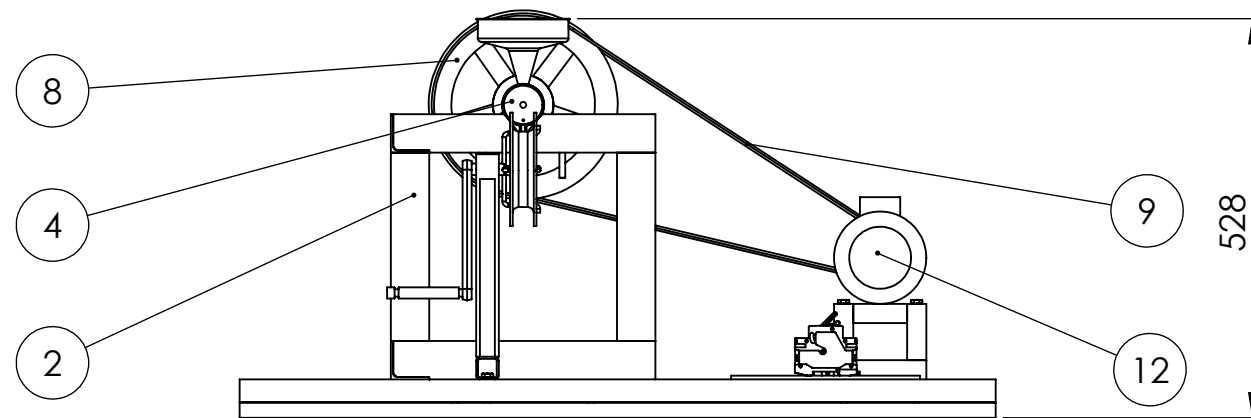
MCB
Standard *Standard*



Gambar Draft
Alat Ekstrusi Limbah Botol Plastik Menjadi 3D Printer
Digambar Oleh : Junizar
Proyek Akhir Tahun 2025



Skala 1:10
Peper Size :A3



4	Baut Hexagon	23	SS304	M8x30	-
6	Baut Hexagon	22	SS304	M8x25	-
4	Baut Hexagon	21	SS304	M8x16	-
4	Baut Hexagon	20	SS304	M12x25	-
1	Triplek Komponen Elektrik	19	Wood	150x150	-
1	Thermostate WJA	18	Standard	Standard	-
1	lampu Indikator	17	Standard	Standard	-
1	MCB	16	Standard	Standard	-
1	Penggulung Filament	15	St 37	Ø 150x35	-
1	Pengayuh	14	St 37	Ø 150x15	-
1	Tiang Penggulung	13	St 37	250x150	Hollow 40
1	Motor listrik	12	Standard	Standard	1HP
1	Pully Kecil	11	St 37	Ø 40x20	Tipe-A
1	Dudukan Motor	10	St 37	300x120x100	Profil L 25
1	V-Belt	9	Rubber	500x9	Tipe-A
1	Pully Besar	8	Besi tuang	250x30	Tipe-A
2	Heating	7	St 37	5,8x30	-
1	Hoper	6	St 37	25x30	-
1	Poros Screw	5	St 37	Ø 50x410	-
1	Plat Ekstrusi Pipa	4	St 37	5,8x2,5	-
1	Pipa	3	Alumunium	Ø 50,8x310	-
1	Dudukan Pipa	2	St 37	350x300x40	Profil L 40
1	Meja alat	1	Wood	1000x1000x528	-

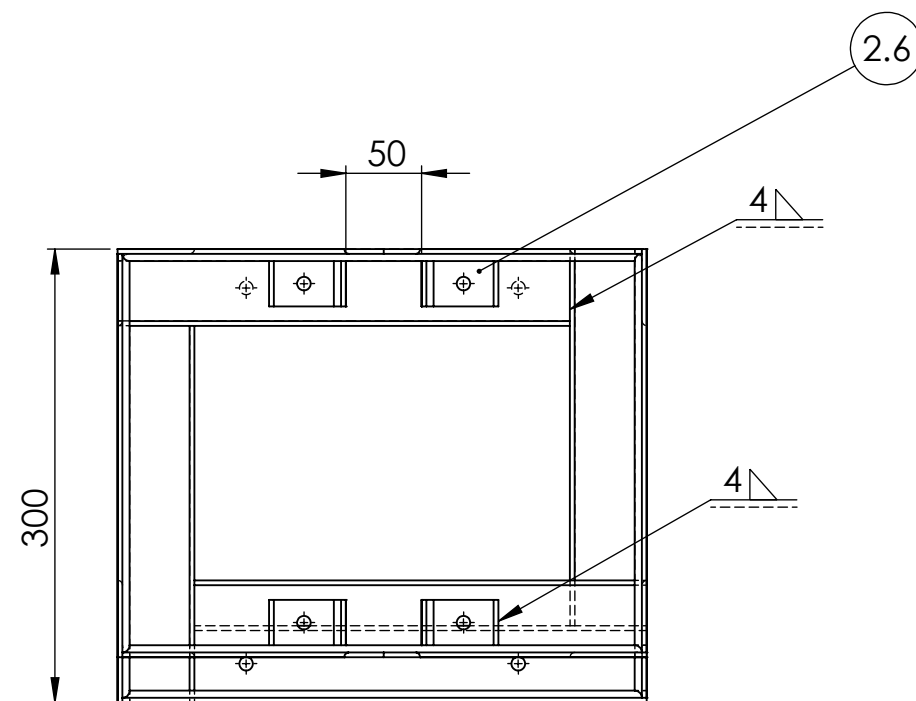
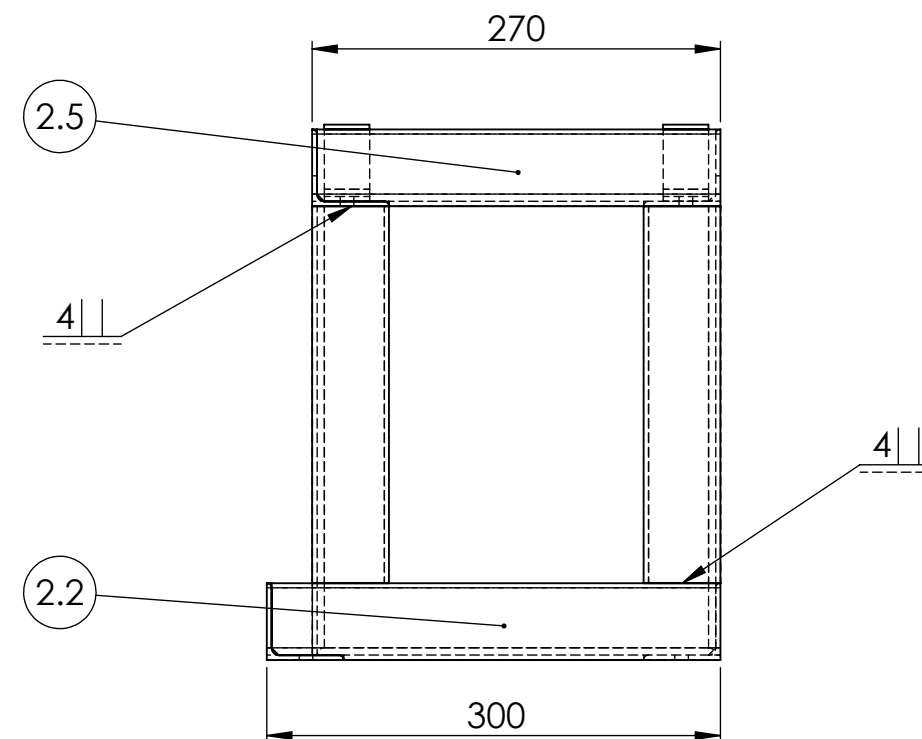
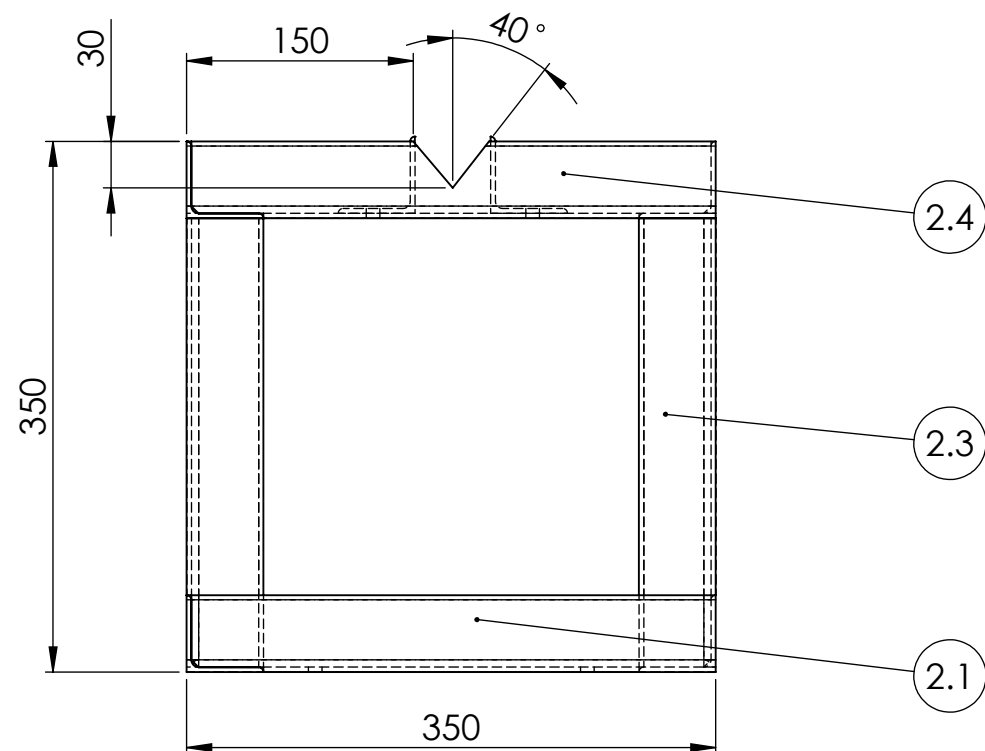
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.
	Perubahan	c	f	i	
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
			Pemesan		Pengganti dari :
					Diganti dengan :
			Skala	Digambar	31-07-25
			1:20	Diperiksa	Junizar
				Dilihat	

**ALAT EKSTRUSI LIMBAH
BOTOL PLASTIK MENJADI
3D PRINTER**

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

SM6-PA-02

2 N8
Tol. Sedang

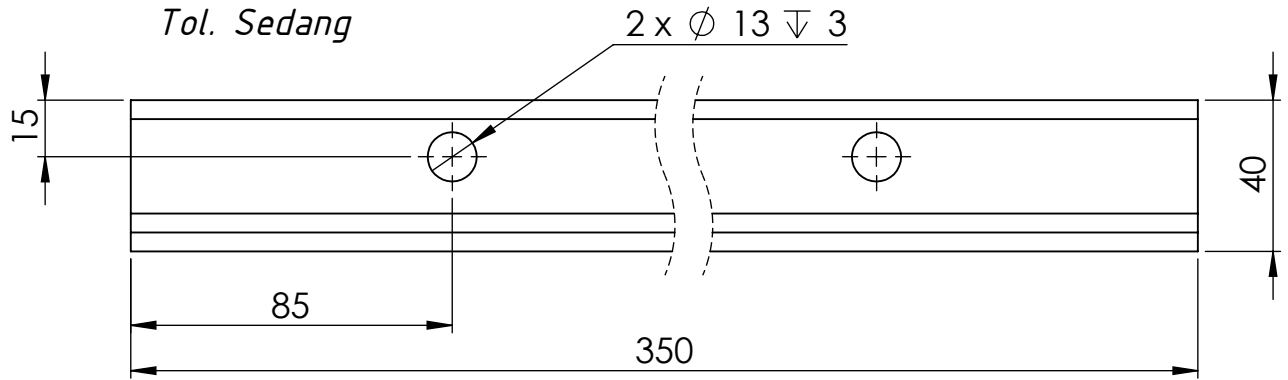


4	Penyanggah Pipa	2.6	St 37	40x40x3	Profil L 40
2	Penyanggah Atas 2	2.5	St 37	300x40x3	Profil L 40
2	Penyanggah Atas 1	2.4	St 37	300x40x3	Profil L 40
4	Tiang Penyanggah	2.3	St 37	350x40x3	Profil L 40
2	Penyanggah Bawah	2.2	St 37	300x40x3	Profil L 40
2	Penyanggah Bawah	2.1	St 37	350x40x3	Profil L 40
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.
	Perubahan	c	f	i	Pemesan
	a	d	g	j	Pengganti dari :
	b	e	h	k	Diganti dengan :
DUDUKAN PIPA				Skala	Digambar
				1:5	Diperiksa
				Dilihat	
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG				SM6-PA-03/02	

2.1

N8 Drilling

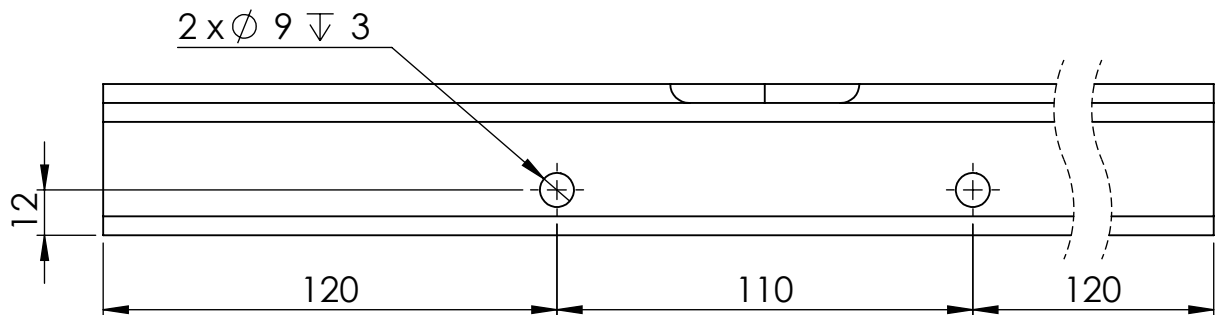
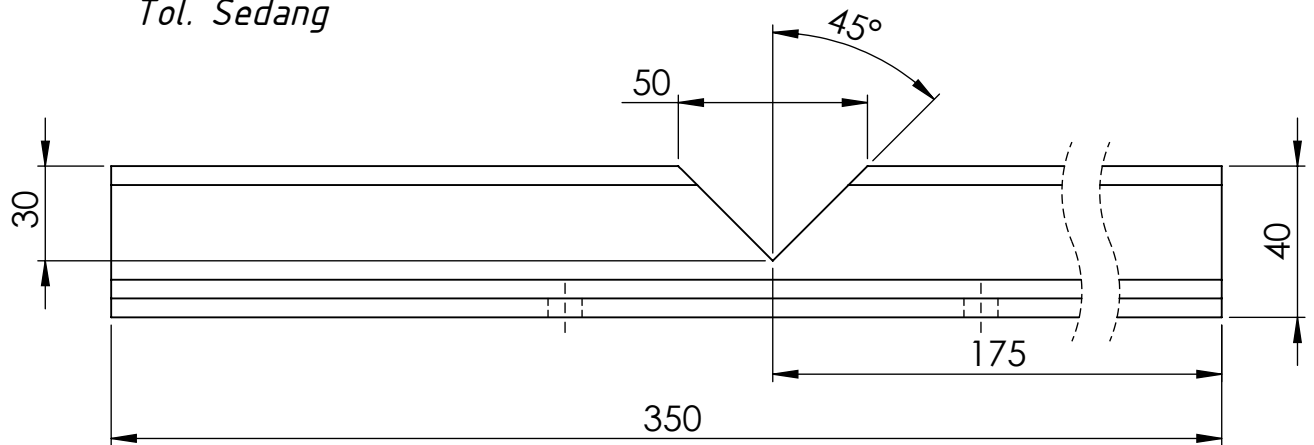
Tol. Sedang



2.4

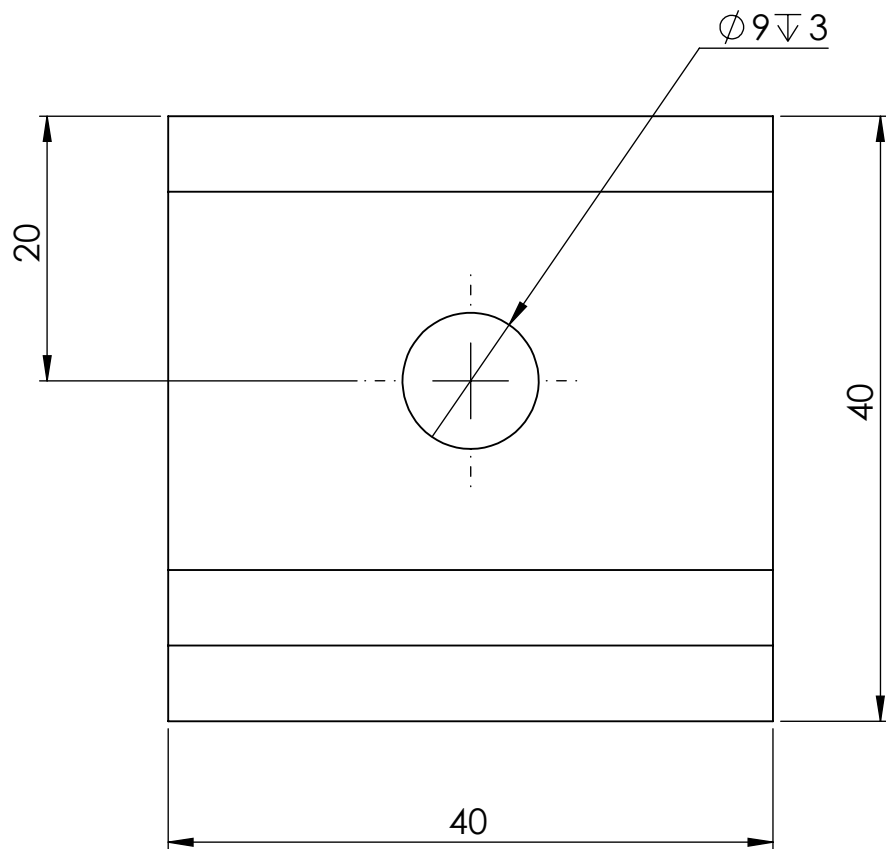
N8 Drilling

Tol. Sedang



		2	Penyanggah Atas 1					2.4	St 37	300x40	Profil L 40			
		2	Penyanggah Bawah					2.1	St 37	350x40	Profil L 40			
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.		
I	II	III	Perubahan	c		f		i	Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:			
			a		d		g						j	
			b		e		h						k	
			DUDUKAN PIPA							Skala 1:2	Digambar	31-07-25	Junizar	
											Diperiksa			
											Dilihat			
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG									SM6-PA-04/02					

2.6 ∇ N8 Drilling
Tol. Sedang

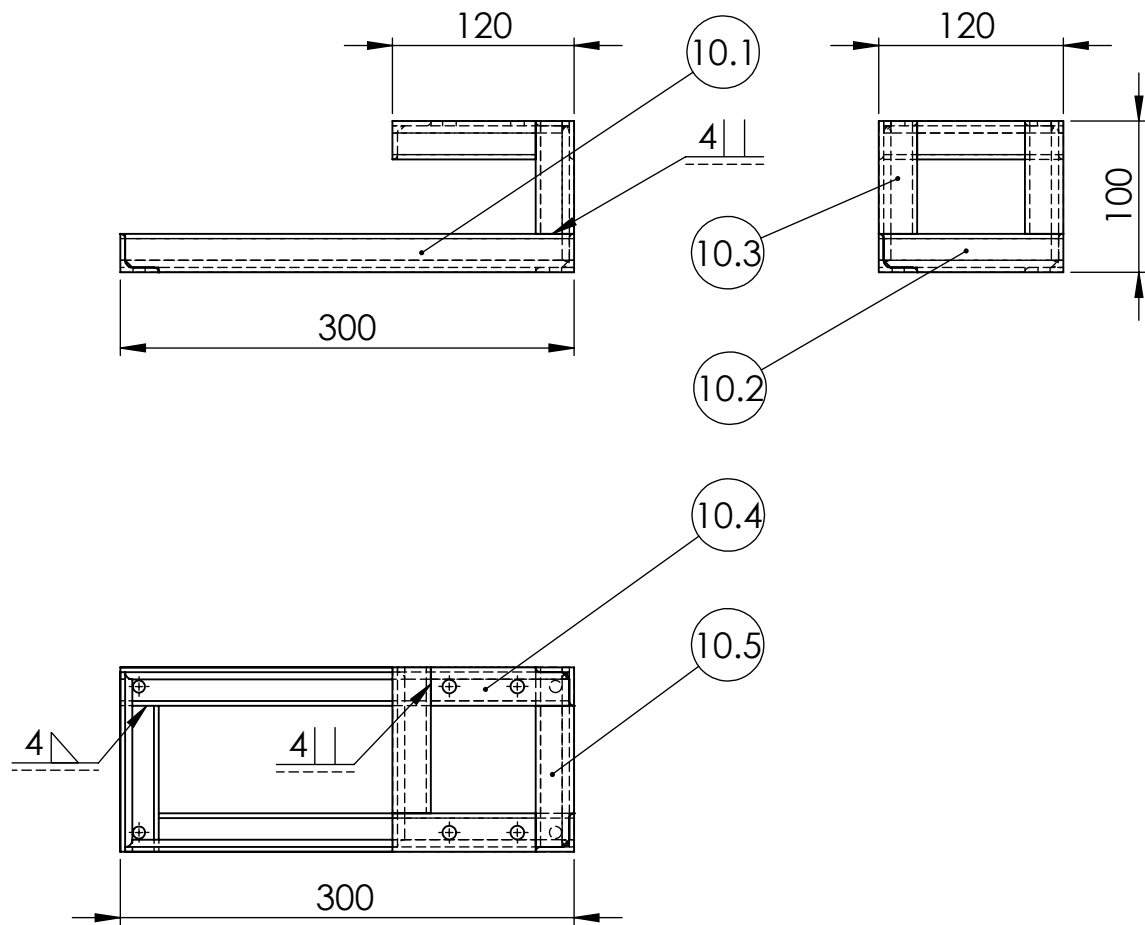


		4	Penyanggah Pipa						2.6	St 37	40x40	Profil L 40				
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.			
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan	Pengganti dari: Diganti dengan:					
			a		d		g		j							
			b		e		h		k							
DUDUKAN PIPA										Skala 2:1	Digambar	11-07-25	Junizar			
											Diperiksa					
											Dilihat					
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG										SM6-PA-05/02						

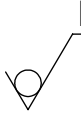
10

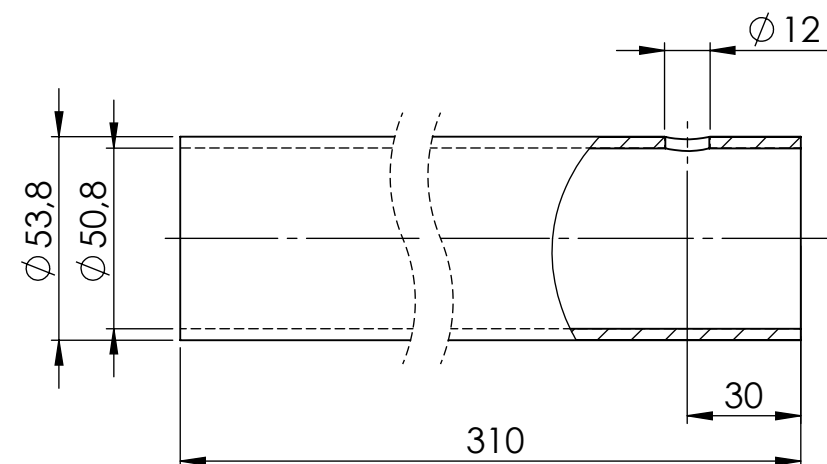
N8/

Tol. Sedang

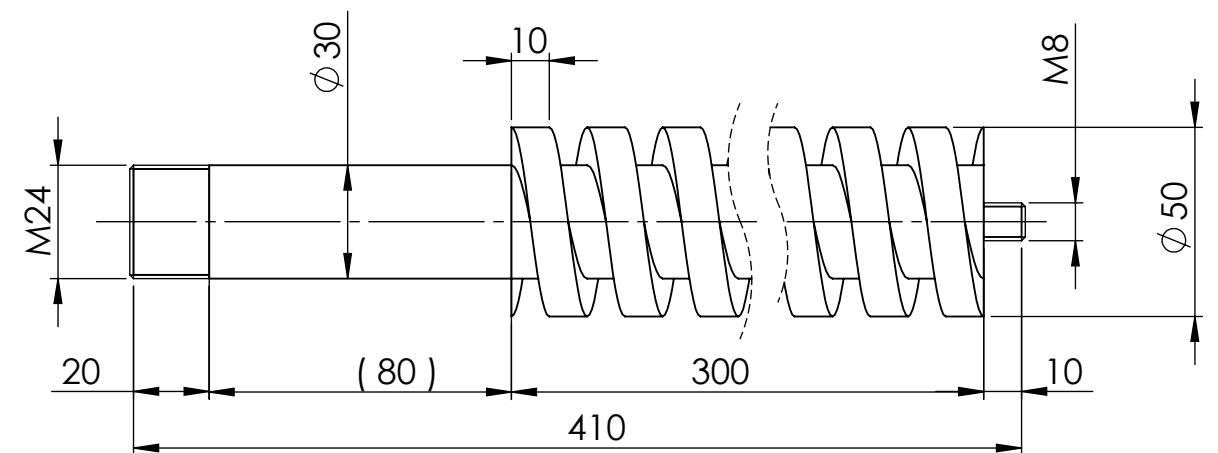


		2	Penyanggah Atas 2					10.5	St 37	120x25	Profil L 25			
		2	Penyanggah Atas 1					10.4	St 37	120x25	Profil L 25			
		2	Tiang Penyanggah					10.3	St 37	120x25	Profil L 25			
		2	Penyanggah Bawah 2					10.2	St 37	120x25	Profil L 25			
		2	Penyanggah Bawah 1					10.1	St 37	300x25	Profil L 25			
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.		
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:		
			a		d		g		j					
			b		e		h		k					
			<i>DUDUKAN MESIN</i>							Skala 1:5	Digambar	31-07-25	Junizar	
											Diperiksa			
											Dilihat			
<i>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</i>									<i>SM6-PA-07/10</i>					

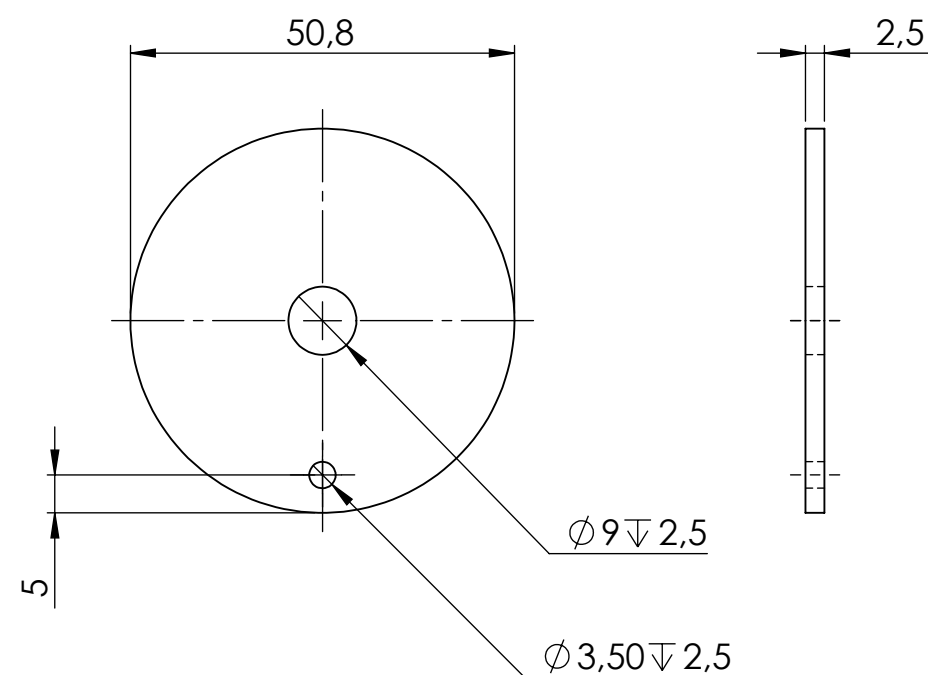
3  Drilling
Tol. Sedang



5  N8
Tol. Sedang



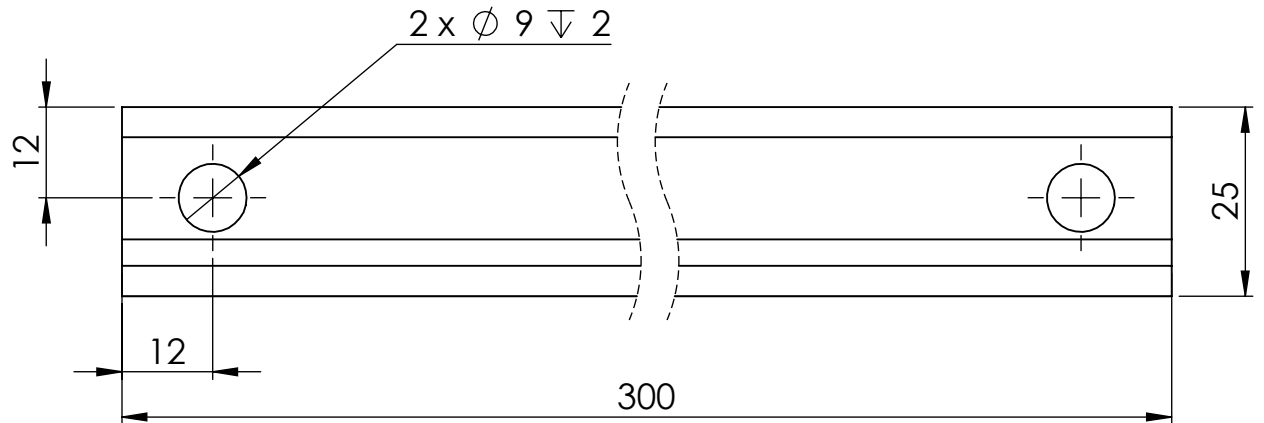
4  N9 Drilling
Tol. Sedang



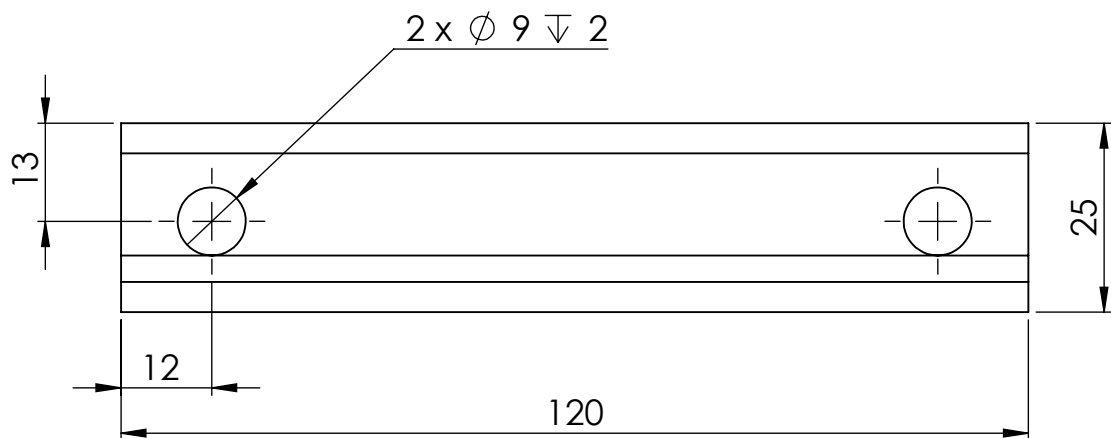
Skala 1:1

	1	Poros Screw	5	St 37	Ø 50x410	-
	1	Plat Ekstrusi	4	St 37	Ø 50,8x2,5	-
	1	Pipa	3	St 37	Ø 5,8x310	-
Jumlah	Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	
	a	d	g	j		
	b	e	h	k		
PIPA, PLAT EKTRUSI, DAN POROS SCREW					Pengganti dari :	
					Diganti dengan :	
					Skala 1:2 (1:1)	Digambar 31-07-25 Junizar
						Diperiksa
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						Dilihat
					SM6-PA-06/3,4,5	

10.1 N8 Drilling
Tol. Sedang



10.2 N8 Drilling
Tol. Sedang



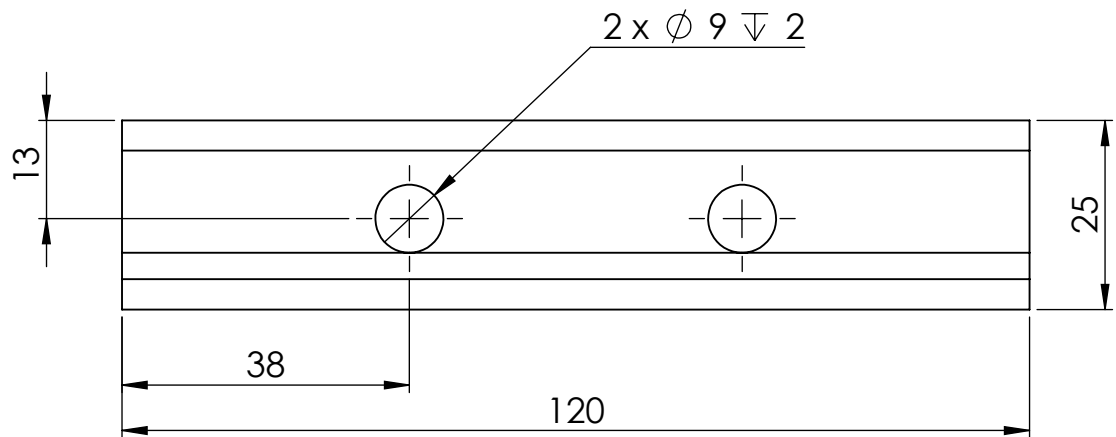
		2	Penyanggah Bawah 2					10.2	St 37	120x25	Profil L 25			
		2	Penyanggah Bawah 1					10.1	St 37	300x25	Profil L 25			
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.		
I	II	III	Perubahan	c		f		i	Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:			
			a		d		g						j	
			b		e		h						k	
			<i>DUDUKAN MESIN</i>							Skala 1:1	Digambar	31-07-25	Junizar	
											Diperiksa			
											Dilihat			
<i>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</i>									<i>SM6-PA-08/10</i>					

10.4  Tol. Sedang

N8

Drilling

Tol. Sedang

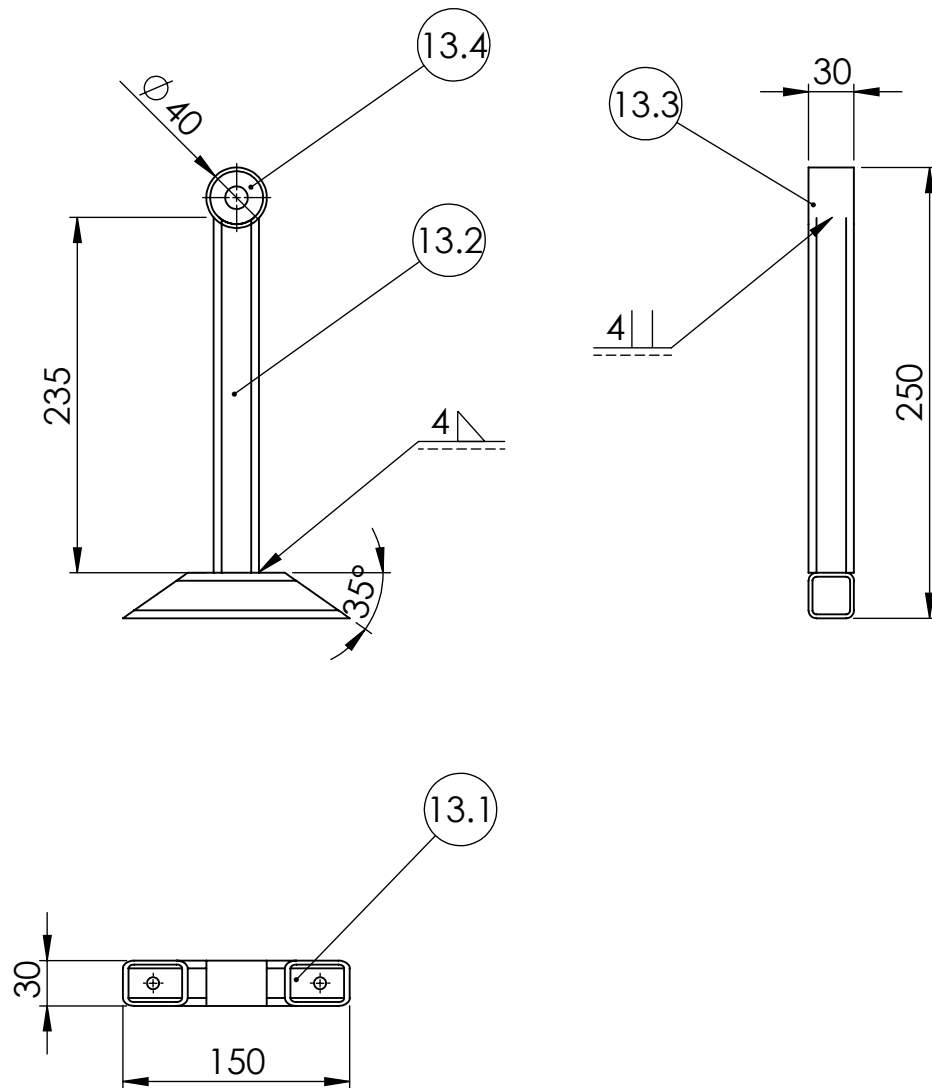


		2	Penyanggah Atas 1						10.4	St 37		120x25		Profil L 25		
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan		Ukuran		Ket.		
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:				
			a		d		g		j							
			b		e		h		k							
DUDUKAN MESIN										Skala 1:1	Digambar	31-07-25	Junizar			
											Diperiksa					
											Dilihat					
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG										SM6-PA-09/10						

13

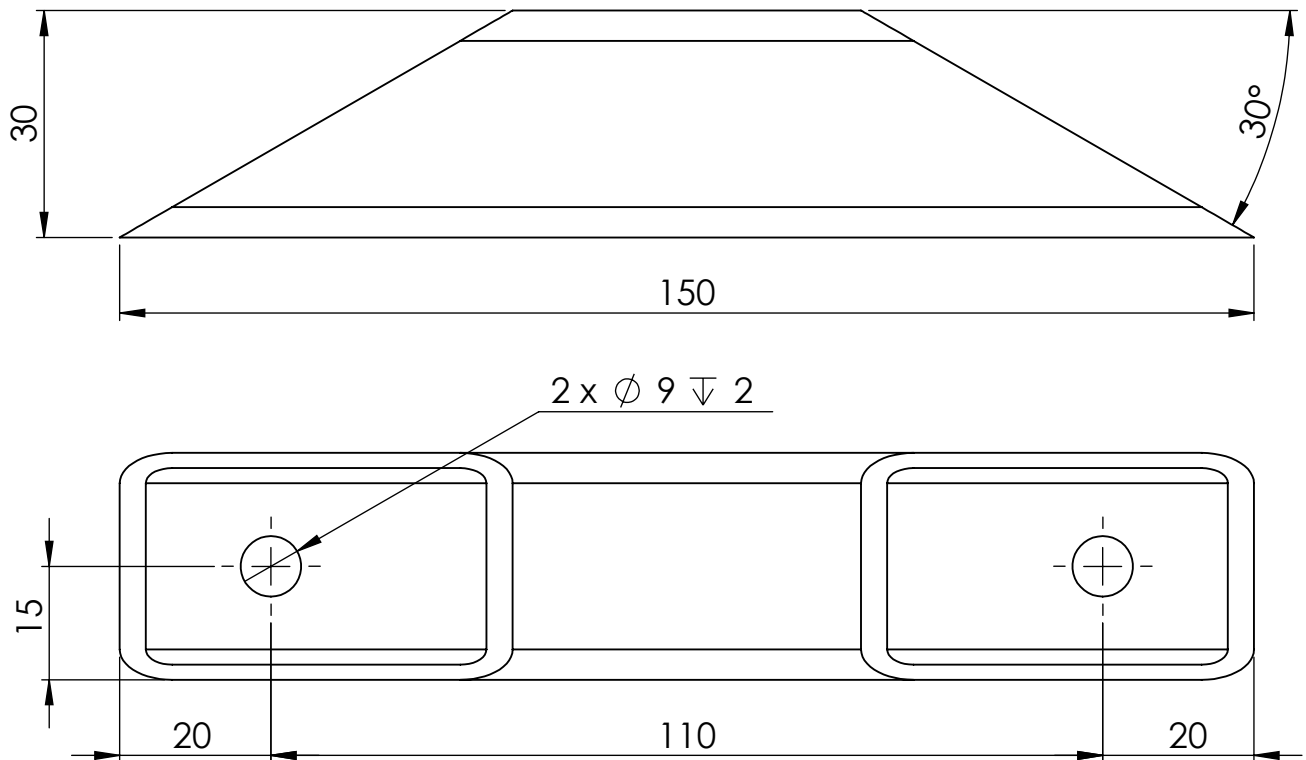
N8/

Tol. Sedang

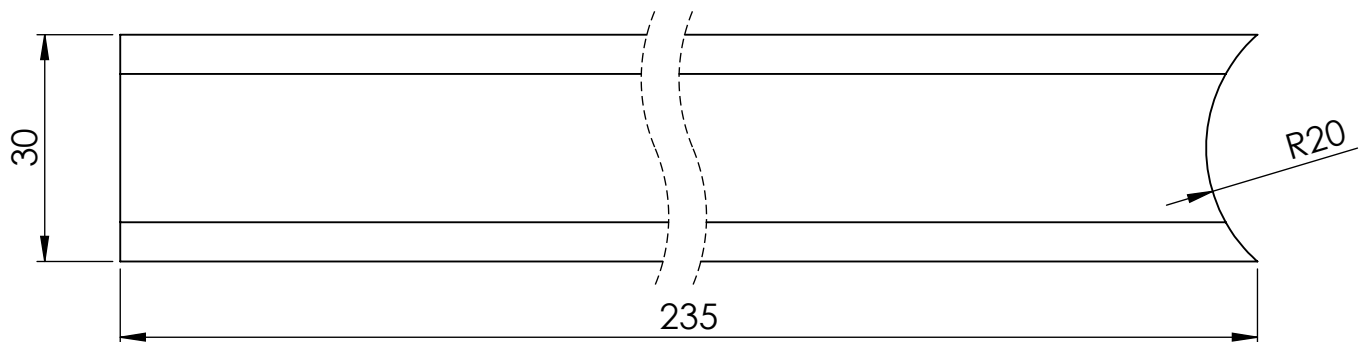


		1	Ball Bearing					13.4	St 37	Ø 40x80x18	6208			
		1	Plat Pipa Penyanggah					13.3	St 37	Ø 40x30X2	Hollow			
		1	Tiang Penyanggah					13.2	St 37	235x30	Hollow			
		1	Penyanggah Bawah					13.1	St 37	150x30	Hollow			
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.			
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:		
			a		d		g		j					
			b		e		h		k					
TIANG PENGKULUNG										Skala 1:5	Digambar	31-07-25	Junizar	
											Diperiksa			
											Dilihat			
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG										SM6-PA-10/13				

13.1
Tol. Sedang



13.2
Tol. Sedang

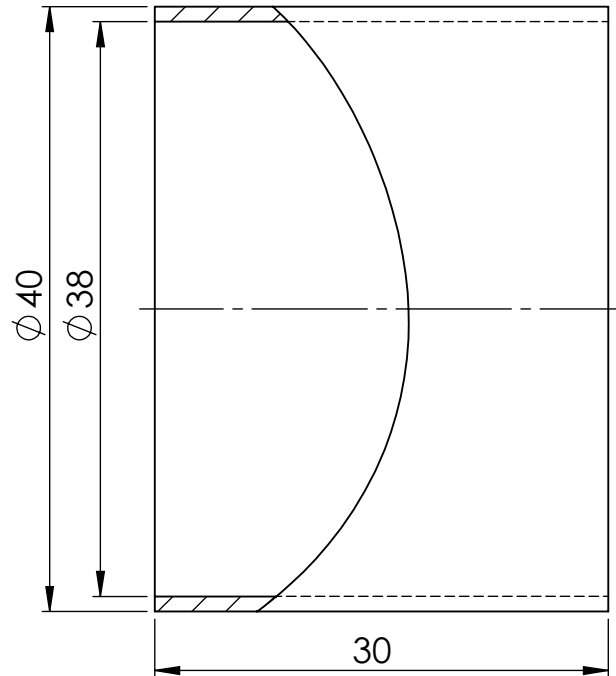


		1	Tiang Penyanggah					13.2	St 37	235x30	Hollow		
		1	Penyanggah Bawah					13.1	St 37	150x30	Hollow		
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.		
I	II	III	Perubahan	c		f		i	Pemesanan	Pengganti dari: Diganti dengan:			
			a		d		g					j	
			b		e		h					k	
			TIANG PENGKULUNG							Skala 1:1	Digambar	31-07-25	Junizar
											Diperiksa		
											Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG									SM6-PA-11/13				

13.3

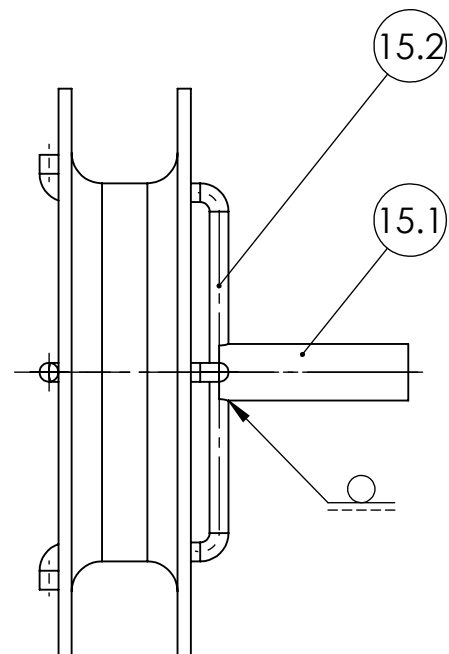
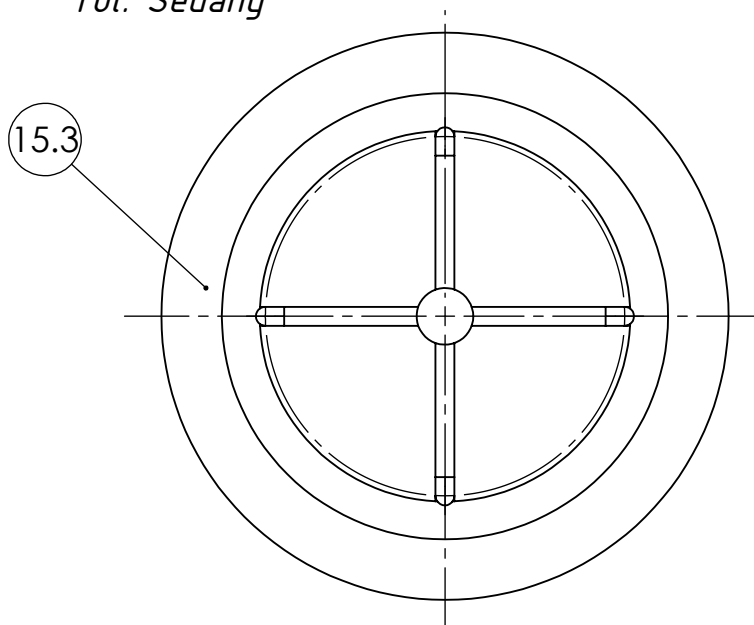


Tol. Sedang

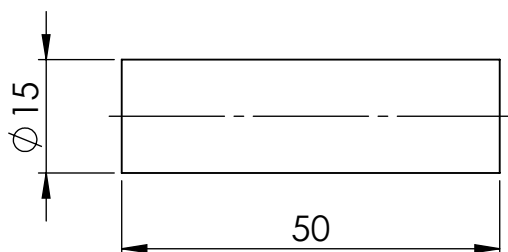


		1	Plat Pipa Penyanggah					13.3	St 37	Ø 40x30X2	Hollow				
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.			
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:			
			a		d		g		j						
			b		e		h		k						
			TIANG PENGKULUNG							Skala 2:1	Digambar	31-07-25	Junizar		
											Diperiksa				
											Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG									SM6-PA-12/13						

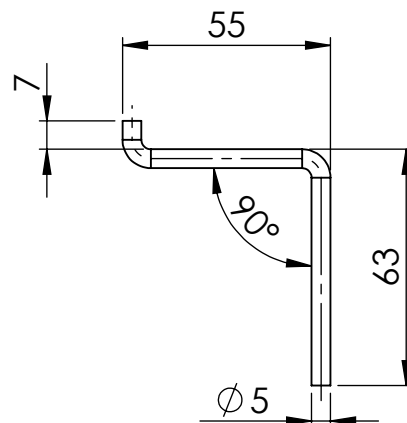
15 ∇ N8/
Tol. Sedang



15.1 ∇ N8/
Tol. Sedang



15.2 ∇ N8/
Tol. Sedang



Skala 1:1

		4	Penggulung						15.3	PLastic	Ø 126x35	standard		
		1	Besi behel						15.2	St 37	130x5	-		
		1	Poros						15.1	St 37	50x15	-		
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.	
I	II	III	Perubahan	c		f		i		Pemesanan		Pengganti dari:		
			a		d		g		j				Diganti dengan:	
			b		e		h		k					
PENGKULUNG FILAMENT										Skala 1:2 (1:1)	Digambar	31-07-25	Junizar	
											Diperiksa			
											Dilihat			
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG										SM6-PA-13/15				