

RANCANG BANGUN MESIN EKTRUSI PEMBUAT FILAMEN
DENGAN SISTEM *SCREW CONVEYOR*



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik
pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

NURSYAHBANI PUTRI PARAHDIBA	443 17 009
IKHLAS ABDULLAH	443 17 010
DIMAS FAHMI FAHRUL ROJI	443 17 011

PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “**Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor***” oleh Nursyahbani Putri Parahdiba NIM 443 17 009, Ikhlas Abdullah NIM 443 17 010 dan Dimas Fahmi Fahrul Roji NIM 443 17 011 telah diperiksa dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (D4) pada Jurusan Teknik Mesin/Program Studi D4 Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2021



Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rusdi Nur'.

Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741106 200212 1 002

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sitti Sahriana'.

Sitti Sahriana, S.S., M. AppLing.
NIP. 19740126 200604 2 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D4 Teknik Manufaktur

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ir. Abdul Salam'.

Ir. Abdul Salam, M.T.
NIP. 19601224199103 1 001

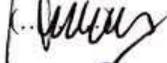
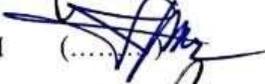
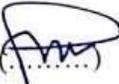
HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Rabu tanggal 18 Agustus 2021, tim penguji seminar skripsi telah menerima hasil seminar skripsi oleh mahasiswa: Nursyahbani Putri Parahdiba NIM 443 17 009, Ikhlas Abdullah NIM 443 17 010 dan Dimas Fahmi Fahrul Roji NIM 443 17 011 dengan judul “Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*”.



Makassar, Agustus 2021

Tim Seminar Skripsi:

- | | | |
|--|---------------|---|
| 1. Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T. Ph.D. | Ketua |  |
| 2. Muh. Arsyad Suyuti, S.T., M.T. | Skretaris |  |
| 3. Ir. Abdul Salam, M.T. | Anggota I |  |
| 4. Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. | Anggota II |  |
| 5. Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. | Pembimbing I |  |
| 6. Sitti Sahriana, S.S., M.Appling. | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT berkat nikmat kesempatan dan kesehatan yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan tepat waktu. Shalawat dan salam tak lupa kami curahkan atas baginda Rasulullah Muhammad ﷺ

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah banyak memberikan dorongan moral maupun materi.
2. Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan dosen pembimbing 1 skripsi.
3. Ir. Abdul Salam, M.T. selaku Koordinator Program Studi D-4 Teknik Manufaktur.
4. Sitti Sahriana, S.S., M.AppLing. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin dan dosen pembimbing 2 skripsi.
5. Tim Pengujiskripsi: Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D., Muh. Arsyad Suyuti S.T., M.T., Ir. Abdul Salam, M.T. dan Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.
6. Ibu Haryani S.Sos selaku Staf Administrasi Prodi D-4 Teknik Manufaktur.
7. Teman-teman D-4 Teknik Manufaktur angkatan 2017 atas dukungan dan doanya dalam pembuatan skripsi tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa-jasa beliau yang telah membimbing dan membantu kami dalam pembuatan skripsi tugas akhir ini.

Makassar, 15 Agustus 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
SURAT PERNYATAAN	xiv
RINGKASAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Plastik	5
2.2 Jenis-jenis Plastik	6
2.3 <i>High Dinsity Polyethylene</i>	7

2.4 3D <i>Printing</i> dan Filamen.....	8
2.4.1 3D <i>Printing</i>	8
2.4.2 Mekanisme pada Mesin 3D <i>Printing</i>	9
2.4.3 Filamen.....	10
2.4.4 Jenis-jenis Filamen.....	10
2.5 Ekstrusi/Ekstruder.....	14
2.6 <i>Screw Conveyor</i>	15
2.6.1 Pengertian <i>Screw Conveyor</i>	15
2.6.2 Bagian-bagian <i>Screw Conveyor</i>	16
2.6.3 Fungsi <i>Screw Conveyor</i>	17
2.6.4 Kelebihan <i>Screw Conveyor</i>	17
2.6.5 Kekurangan <i>Screw Conveyor</i>	18
2.6.6 Jenis-jenis <i>FlightScrew Conveyor</i>	18
2.6.7 Dasar-dasar Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Plastik	21
BAB III METODE PERANCANGAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	23
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	23
3.3 Prosedur/Langkah Kerja.....	26
3.3.1 Tahap Perancangan	26
3.3.2 Tahap Pembuatan.....	35
3.3.3 Tahap Perakitan.....	39
3.3.4 Tahap Pengujian.....	42
3.4 Teknik Analisa Data.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Uji Coba Alat.....	44
4.2 Pembahasan	46
4.3 Posisi <i>Heater</i>	52

4.4 Perhitungan Biaya Manufaktur Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen dengan Sistem <i>Screw Conveyor</i>	53
4.5 Perbandingan Mesin Ekstrusi dengan Mesin Sebenarnya.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	70



DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Biji Plastik.....	6
Gambar 2.2 Nomor Kode dan Jenis-jenis Plastik.....	7
Gambar 2.3 3D <i>Printing</i>	8
Gambar 2.4 Masin Ekstrusi.....	15
Gambar 2.5 <i>Screw Conveyor</i>	15
Gambar 2.6 Bagian Bagian <i>Screw Conveyor</i>	16
Gambar 2.7 <i>Sectional Flight</i>	19
Gambar 2.8 <i>Helicoid Flight</i>	19
Gambar 2.9 <i>Cast Iron Flight</i>	20
Gambar 2.10 <i>Ribbon Flight</i>	20
Gambar 2.11 <i>Cut Flight</i>	20
Gambar 3.1 Desain Mesin Ekstrusi.....	26
Gambar 3.2 Rangkaian Listrik Mesin.....	28
Gambar 3.3 Rakaian Ditektor Suhu.....	28
Gambar 3.4 <i>Volume</i> Plastik dalam Pipa <i>Conveyor</i>	29
Gambar 3.5 Hasil Perakitan.....	40
Gambar 3.6 Hasil Mesin Ekstrusi Plastik.....	41
Gambar 4.1 Pelet HDPE.....	44
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Suhu 120°C.....	47
Gambar 4.3 Grafik Diameter Uji Coba Suhu 120°C.....	47
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Suhu 110°C.....	48

Gambar 4.5 Grafik Diamater Uji Coba Suhu 110°C	48
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Suhu 100°C.....	49
Gambar 4.7 Grafik Diamater Uji Coba Suhu 100°C	49
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Suhu 95°C.....	50
Gambar 4.9 Grafik Diamater Uji Coba Suhu 95°C.....	51
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Suhu 90°C.....	51
Gambar 4.11 Mesin Injeksi Plastik.....	62
Gambar 4.12 Hasil Uji Coba Mesin Injeksi Plastik.....	62



DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Kode Nomor dan Jenis-jenis Penggunaan Plastik.....	6
Tabel 2.2 Jenis-Jenis Filamen.....	11
Tabel 3.1 Alat yang Digunakan.....	23
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan.....	24
Tabel 3.3 Alat Pelindung Diri.....	26
Tabel 3.4 Komponen Sistem Kelistrikan.....	27
Tabel 3.5 Komponen yang Dibuat.....	35
Tabel 3.6 Komponen Standar.....	37
Tabel 4.1 Data Pengujian.....	46
Tabel 4.2 Biaya Bahan Langsung.....	53
Tabel 4.3 Upah Tenaga Kerja.....	56
Tabel 4.4 Biaya Bahan Tidak Langsung.....	57
Tabel 4.5 Biaya Listrik.....	59
Tabel 4.6 Hasil Penyusutan Mesin.....	60
Tabel 4.7 Biaya Tidak Langsung.....	60
Tabel 4.8 Biaya Produksi.....	61
Tabel 4.9 Perbandingan Mesin Ekstrusi dan Mesin Injeksi.....	63

DAFTAR SIMBOL

No	Simbol	Keterangan
1.	Kg	Kilogram
2.	Rp	Rupiah
3.	Ft	Feet (kaki)
4.	H	Hour (jam)
5.	°	Derajat
6.	%	Persen
7.	Mpa	Megapascal
8.	Rpm	Revolusi per menit
9.	π	Konstanta phi
10.	Mm	Milimeter
11.	Inch	Inci
12.	∅	Diameter
13.	Hp	Horse Power
14.	mm ²	Satuan luas dalam mm
15.	mm ³	Satuan volume dalam mm
16.	W	Watt
17.	A	Ampere
18.	V	Volt
19.	Lbs	pounds

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal.
Lampiran 1. Proses Mesin.....	70
Lampiran 2. Pewarnaan.....	71
Lampiran 3. Proses Perakitan.....	72
Lampiran 4. Hasil Uji Coba	73
Lampiran 5. Tabel Material.....	74
Lampiran 6. <i>Drawing</i> Komponen Hasil Manufaktur.....	77



SURAT PERTANYAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Nursyahbani Putri Parahdiba

NIM 443 17 009

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini, yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*” merupakan gagasan, hasil karya penulis sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain dan juga website sumber referensi telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan penulis tersebut diatas tidak benar, penulis siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, Agustus 2021

Nursyahbani Putri Parahdiba

SURAT PERTANYAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ikhlas Abdullah

NIM 443 17 010

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini, yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*” merupakan gagasan, hasil karya penulis sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain dan juga website sumber referensi telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan penulis tersebut diatas tidak benar, penulis siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, 26 Agustus 2021

Ikhlas Abdullah

SURAT PERTANYAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Dimas Fahmi Fahrul Roji

NIM 443 17 011

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini, yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*” merupakan gagasan, hasil karya penulis sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain dan juga website sumber referensi telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan penulis tersebut diatas tidak benar, penulis siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, Agustus 2021

Dimas Fahmi Fahrul Roji

RANCANG BANGUN MESIN EKTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP *SCREW CONVEYOR*

RINGKASAN

Plastik merupakan salah satu jenis bahan yang cukup banyak dipakai saat ini, mulai dari keperluan industri, pendidikan hingga rumah tangga, dewasa ini dapat ditemui banyak cara dalam pemanfaatan dan teknologi pemrosesannya salah satunya sebagai bahan atau material dalam pemanfaatan mesin 3D printer, plastik dalam hal ini dikenal sebagai filament. Yang memiliki banyak jenis mulai dari bahan dan pemanfaatannya. Dalam prosesnya filamen ini dapat dibuat salah satunya dengan menggunakan cara ekstrusi atau menggunakan mesin ekstruder.

Mesin ekstrusi plastik adalah alat untuk melakukan proses ekstrusi atau pembentukan dengan memanfaatkan cacahan plastik dengan menggunakan suhu tinggi untuk proses pelelehan dan dibentuk kembali dengan cetakan menjadi suatu bentuk tertentu, dimana penggerak yang digunakan dalam mesin ekstrusi adalah sebuah ulir daya yang dibentuk sedemikian rupa agar dapat menghantarkan atau menggerakkan material.

Rancang bangun mesin ekstrusi dibuat dengan prinsip bentuk *horizontal* dan menggunakan *screw conveyor* sebagai penggerak material dalam proses ekstrusi. Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen menggunakan bahan uji bijih plastik HDPE untuk mencetak filament dengan spesifikasi putaran sebesar 31,81 rpm dan daya pada pemanas *element band heater* sebesar 915watt. Proses rancang bangun mesin ekstrusi dengan prinsip *screw conveyor* menggunakan *standard flight* atau pisau standar, dengan alasan bahwa *screw* atau ulir tersebut hanya berfungsi untuk menggerakkan material hingga keujung *nozzle*. adapun ukuran *screw conveyor* yaitu memiliki panjang 500mm, diameter *screw* 50mm dan jarak antar *pitch* sebesar 25 mm diikuti dengan dimensi total. mesin sebesar 800 x 400 x 600mm. hasil pengujian yang dilakukan menggunakan material polyethylene pellet HDPE dengan variabel variasi suhu yang terdiri dari 5 jenis suhu yaitu, 120°C, 110°C, 110°C, 95°C dan 90°C. dari ke lima variabel diatas kami lakukan uji coba pada tiap-tiap suhu. lalu kami dapatkan dan kami simpulkan bahwa uji coba menggunakan variabel suhu 100°C memiliki hasil keluaran paling maksimal, dimana suhu 120°C dan 110°C memiliki hasil keluaran yang cair lalu suhu 90°C dan 95°C memiliki kondisi dimana material terlalu cepat kering sehingga membuat *nozzle* tersumbat.

Kata Kunci: Mesin Ekstrusi, *Screw Conveyor*, *Filamen*, *Standard Flight*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini telah banyak dikembangkan alat maupun ilmu tentang bahan guna mendukung proses produksi yang lebih efektif dan efisien. Di era modern saat ini, salah satu bahan yang banyak digunakan untuk membuat produk ialah plastik, yang dimana memiliki harga yang relatif murah jika dibandingkan bahan baku yang lain seperti kayu dan besi, selain itu pula harganya yang relatif murah plastik juga memiliki ketahanan material yang cukup baik.

American Chemistry Council (ACC) mencatat, plastik sebagai materi dasar dari alat-alat keseharian manusia masih belum dapat tergantikan. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, industri petrokimia sebagai penghasil bahan baku plastik juga akan terus berkembang. Industri pengemasan plastik pun punya peran penting dalam rantai pasok untuk sektor strategis lain, seperti industri makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, dan elektronik.

Dalam bidang elektronik sendiri plastik memberikan banyak kontribusi, yaitu pada varian mesin yang digunakan untuk memproduksi produk yang berbahan baku plastik, salah satunya adalah mesin 3D Printer. Yaitu alat yang dapat mengolah plastik yang dilengkapi dengan teknologi yang dikendalikan oleh komputer, mengubah plastik menjadi produk yang diinginkan dengan cara memadatkan atau menggabungkan material tanpa adanya proses permesinan lebih lanjut. Salah satu kelebihan mesin 3D Printer adalah kemampuan untuk

memproduksi komponen hampir dalam semua bentuk, mulai yang sederhana hingga benda dengan tingkat kompleksitas yang tinggi.

Umumnya material yang digunakan pada mesin 3D Printer dikenal dengan sebutan filamen, yaitu jenis material termoplastik dalam bentuk *wire* atau gulungan dengan diameter 1,75 mm dan 2,95 mm, jenis material ini cukup mudah ditemukan dibanyak tempat, dengan harga pasaran mulai dari Rp.200.000,00/kg tergantung jenis dan kualitasnya. Perlu dipertimbangkan bahwa harga yang dibandrol untuk tiap Kg filamen terbilang cukup mahal, dibandingkan jika memproduksi filamen dengan memanfaatkan biji plastik, dimana harga per Kg biji plastik yang ditemui dipasaran hanya sekitar Rp. 15.000,00/Kg bahkan akan jauh lebih ergonomis lagi apabila kita memanfaatkan barang tidak terpakai dengan bahan dasar plastik, berdasar pertimbangan diatas mak kami memutuskan untuk membuat mesin ekstruder plastik dengan prinsip ulir daya atau *screw conveyor*.

Mesin ekstrusi pada umumnya adalah sebuah mesin yang menerapkan prinsip ekstrusi atau pencetakan dengan memanfaatkan gaya dorong atau tekan pada material agar terdorong atau keluar menuju outlet atau lubang keluaran, lalu ekstruder pada thermoplastik sendiri adalah alat untuk melakukan proses ekstrusi atau pembentukan dan cacahan plastik dengan menggunakan suhu tinggi untuk proses pelelehan dan dibentuk kembali dengan cetakan menjadi suatu bentuk tertentu (Amenan, 2018). Devo Alfara dkk (2020) telah membuat mesin pencetak plastik dengan sistem injeksi dan menggunakan pneumatic sebagai penggeraknya. Namun pemanfaatan bukan untuk menghasilkan filamen.

dalam proses rancang bangun mesin ekstrusi pembuat filamen, selain keefektifannya kita juga perlu mempertimbangkan aspek biayanya manufakturnya, agar kita dapat mengetahui apakah mesin tersebut layak untuk diproduksi secara massal. Oleh karena itu, Kami bermaksud untuk merancang dan membuat Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor* dengan tujuan untuk menghasilkan filamen sebagai bahan proses pencetakan 3D Printer.

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana mengetahui letak pemanas terhadap kualitas filamen yang dihasilkan?
- Bagaimana mengetahui temperatur yang tepat agar mendapatkan kualitas filamen yang optimal?
- Bagaimana mengetahui biaya manufaktur pembuatan mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw conveyor*?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

- Rancang bangun mesin ekstrusi pembuat filamen dengan posisi *horizontal* dengan menggunakan *screw conveyor* sebagai penggerak material.
- Bahan baku yang digunakan merupakan biji plastik atau dapat memanfaatkan plastik tidak terpakai yang dihancurkan.
- Produk yang dapat dihasilkan berupa benang filamen.
- Putaran yang digunakan sebesar 31,81 rpm
- Suhu yang digunakan adalah suhu 120°C, 110°C, 100°C, 95°C dan 90°C

- Posisi pemanas yang digunakan adalah tersebar merata, fokus di belakang dan fokus di depan

1.4. Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui letak pemanas terhadap kualitas filamen yang dihasilkan
- Untuk mengetahui temperatur yang tepat agar mendapatkan kualitas filamen yang optimal
- Untuk mengetahui biaya manufaktur pembuatan mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw conveyor*

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat sebagai berikut:

- Melengkapi fasilitas lab/bengkel dengan purwarupa produk yang bisa digunakan dalam proses pembelajaran.
- Mahasiswa bisa menerapkan ilmu yang terkait dengan proyek tugas akhir yang dilaksanakan.
- Mendaur ulang plastik yang tidak terpakai menjadi filamen

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Plastik

Pengertian plastik menurut Surono (2013) merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon (C) dan Hidrogen (H). Plastik dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan jika terpapar panas dan tekanan, namun plastik itu sendiri mudah terbakar, sehingga meningkatkan resiko kebakaran. Adapun sifat-sifat plastik pada umumnya, adalah sebagai berikut:

- Tahan korosi oleh atmosfer ataupun oleh beberapa zat kimia.
- Berat jenisnya cukup rendah, sebagian mengapung dalam air, tetapi umumnya lebih berat.
- Beberapa cukup ulet dan kuat, tetapi kekuatannya di bawah logam dan berat jenis plastik lebih rendah.
- Kebanyakan bahan termoplastik mulai melunak pada suhu yang sangat rendah, sedikit mempunyai wujud yang menarik dan dapat di beri warna atau tanpa warna (transparan).

Plastik memiliki sifat mekanik yang penting tidak mudah pecah karena pukulan (tidak rapuh). Beberapa bahan plastik koefisien geseknya sangat rendah sehingga sering di gunakan sebagai bantalan kering.



Gambar 2.1 Biji Plastik (sumber: www.google.com)

2.2. Jenis-jenis plastik

Dimasyarakat terdapat tujuh jenis plastik yang umumnya digunakan dalam kehidupan sehari, adapun ketujuh yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kode nomor dan jenis-jenis penggunaan plastik

Kode Nomor	Jenis plastik	Penggunaannya
I	II	III
1	PET (<i>Polyethylene terephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, dan botol kosmetik.
2	HDPE (<i>High-density polyethylene</i>)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik.
3	PVC (<i>Polyvinyl chloride</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (<i>Low-density polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (<i>Polypropylene</i>)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine.

I	II	III
6	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak cd, sendok dan garpu plastik, glas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makanan plastik transparan.
7	<i>Other</i> (O), jenis plastik lainnya selain dari no 1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat alat rumah tangga, komputer, alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego



Gambar 2.2 Nomor kode dan jenis-jenis plastic (sumber: www.google.com)

2.3 High Dinsity Polyethylene

HDPE (*High Dinsity Polyethylene*) memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Nomor Kode “2” ini biasa di

pakai untuk botol susu yang berwarna putih, botol obat, jerigen pelumas, dan lain-lain. HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang di kemasnya, walaupun begitu plastik jenis ini juga direkomendasikan sekali pakai karena pelepasan senyawa antimony trioksida terus meningkat seiring waktu.

2.4. 3D Printing dan Filamen

2.4.1. 3D Printing

3D printing adalah teknologi yang pertama kali tercipta di tahun 1980-an. Diciptakan pertama kali oleh *Chuck Hull* dari *3D Systems Corp.* Sejak saat itu 3D Printer terus berkembang dan digunakan secara luas. *3D printing* adalah teknologi mencetak menggunakan mesin *printing* khusus sehingga hasil yang didapatkan berbentuk 3D. Mesin *printing* tersebut memiliki kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak benda, persis dengan gambar soft file-nya, dalam bentuk 3D (tidak lagi sebatas mencetak gambar di atas kertas saja)



Gambar 2.3 3D Printing(sumber: www.google.com)

Hasil dari *3D printing* ini digunakan dalam *prototyping* (model) maupun industri secara luas, seperti dalam arsitektur, otomotif, militer, industri medis, fesyen, sistem informasi geografis sampai biotech (penggantian jaringan tubuh manusia). Contohnya, dalam pembuatan sepatu yang dilakukan oleh salah satu merek ternama dunia, solnya sudah mulai menggunakan *3D printing*, yang tentunya sangat bisa terkustomisasi sesuai pengguna sepatunya.

Pada mesin *3D Printing* hasil produk berpengaruh pada *infill* cetak, yang di mana *infill* cetak adalah kerapatan serat cetak pada produk yang dihasilkan sehingga mempengaruhi kekuatan pada produk, *infill* pada *3D printing* dimulai dengan 0% - 100%. Namun pada umumnya pada pencetakan *3D printing* menggunakan *Infill* 40% - 100 %.

Biasanya, untuk membuat *3D printing* beberapa bahan yang biasa digunakan adalah *Acrylonitrile Butadine Styrene* (ABS) dan *Polylactic acid* atau *Poly lactide* (PLA). Kedua material ini berasal dari kelompok thermoplastik yang memiliki sifat mudah dibentuk ketika dipanaskan dan menjadi padat kembali ketika didinginkan. Kelebihan dari material thermoplastik yaitu dapat didaur ulang atau diproses kembali secara berulang-ulang sehingga lebih ramah lingkungan.

2.4.2. Mekanisme Pada Mesin *3D Printing*

1) Model Objek 3D

Model objek 3D dapat dibuat dengan menggunakan *software* khusus untuk model desain 3D yang *printer*-nya mendukung contohnya solidwork, catia, autocad, autodesk dan delcam.

2) Proses *Printing*

Apabila desainnya sudah dibuat anda bisa langsung print di mesin printer 3D. Kemudian proses pencetakan ini tergantung dari besar dan ukuran model. Proses *printing* menggunakan prinsip *Additive Layer* dengan rangkaian proses mesin membaca rancangan 3D dan mulai menyusun lapisan secara berturut turut untuk membangun model virtual digabungkan secara otomatis untuk membentuk susunan lengkap yang utuh.

3) *Finishing*

Pada tahap ini anda dapat menyempurnakan bagian kompleks yang bisa jadi disebabkan oleh *oversized* atau ukuran yang berbeda dari yang diinginkan. Teknik tambahan untuk menyempurnakan proses ini dapat pula menggunakan teknik *multiple material* atau kombinasi warna.

2.4.3 Filamen

Filamen 3D adalah jenis plastik khusus yang disebut termoplastik yang umumnya digunakan pada mesin 3D *Printing*. Dengan menggunakan metode pemanasan sampai suhu yang tepat, termoplastik menjadi fleksibel. Kelenturan inilah yang memungkinkan printer mengukir filamen untuk membuat bentuk yang anda inginkan sebelum mendingin.

2.4.4 Jenis-Jenis Filamen

Pada tahun 2017 ada dua jenis filamen 3D *Printing* yang paling populer digunakan yaitu Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) dan *Polylactic Acid* (PLA) namun sebenarnya ada sekitar 16 jenis filamen yang ada di pasaran, adapun detailnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Jenis-Jenis Filamen

No	Jenis Filamen	Fungsi	Suhu kerja	Harga	Keterangan
I	II	III	IV	V	VI
1	<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i> (ABS)	Mencetak komponen otomotif plastik, komponen bergerak, alat musik, peralatan dapur, rumah elektronik, dan berbagai mainan, seperti LEGO, bungkus plastik, botol air, dan gelas.	210°C-250°C	Rp200.000,- /Kg	
2	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)	Digunakan untuk kemasan makanan, peralatan makan sekali pakai, dan popok.	180°C-230°C	Rp200.000,- /Kg	
3	<i>PolyEthylene Terephthalate</i> (PET)	Digunakan untuk botol plastik sehari-hari, wadah makanan, dan berbagai peralatan dapur.	210°C-230°C	Rp250.000,- /Kg	
4	<i>PolyEthylene Trimethylene Terephthalate</i> (PETT)	Digunakan untuk wadah makanan dan peralatan dapur lainnya.	210°C-230°C	Rp260.000,- /0.45 Kg	
5	Filamen Nilon	Untuk berbagai produk konsumen, perkakas, komponen mekanis, suku cadang mesin, suku cadang struktural, wadah, dan banyak lagi	210°C-250°C	Rp400.000,- /Kg	

I	II	III	IV	V	VI
6		Sebagai pengental pada perekat kertas, dalam produk kebersihan pribadi, sebagai agen pelepas jamur, dempul anak, dan produk ikan air tawar	190°C- 220°C	Rp360.000,- /0.5 Kg	
7	Filamen Batu Pasir (PLA + Bata)	Untuk hal-hal seperti lanskap dan model tampilan arsitektur	165°C- 210°C	Rp320.000,- /0.25 Kg	
8	Filamen Kayu	Digunakan untuk dekorasi, kotak hiasan, meja dan kursi, patung, dan apa pun yang menarik imajinasi	200°C- 260°C	Rp300.000,- /Kg	
9	Filamen Logam PLA / ABS	Cocok untuk produk perangkat keras, item perhiasan, patung, replika artefak, dan banyak lagi	195°C- 220°C	Rp290.000,- /Kg	
10	High Impact Polystyrene (HIPS)	Industri makanan menggunakannya secara luas untuk pengemasan. Kegunaan lain termasuk nampan obat, tanda, semua jenis mainan anak-anak, dan banyak lagi	230°C- 250°C	Rp250.000,- /Kg	

I	II	III	IV	V	VI
11	Filamen PLA Besi Magnetik	Berguna untuk membuat berbagai proyek pribadi, sensor, alat pendidikan dll	195°C- 220°C	Rp350.000,- /0.5	
12	PLA Konduktif	Sangat cocok untuk proyek Arduino platform elektronik open-source.	215°C- 230°C	Rp180.000,- /0.125 Kg	
13	Filamen Printer 3D Serat Karbon	Pilihan tepat untuk menghasilkan objek berkualitas tinggi dan kuat. Ini termasuk item seperti selongsong pelindung, berbagai suku cadang mekanis, dan banyak kegunaan daya tahan tinggi lainnya.	190°C- 230°C	Rp300.000,- /0.5 Kg	
14	Thermoplastik Elastomer (TPE)	Digunakan pada peralatan rumah tangga dan sektor otomotif, mainan anak-anak.	225°C- 235°C	Rp320.000,- /Kg	
15	Glow in the Dark Filament	Sangat berguna untuk mendekorasi kamar tidur anak-anak atau membuat tema Halloween, dan ide-ide kreatif lainnya	180°C- 240°C	Rp180.000,- /kg	
16	Filamen Printer 3D Amphora	Aplikasinya mencakup suku cadang mekanis dan benda lain yang membutuhkan bahan dengan kekuatan yang sangat baik, sangat fleksibel, dan tahan lama.	220°C- 250°C	Rp645.000,- /0.75 Kg	

2.5. Ekstrusi/Ekstruder

Ekstruder pada thermoplastik adalah alat untuk melakukan proses ekstrusi atau pembentukan dan cacahan plastik dengan menggunakan suhu tinggi untuk proses pelelehan dan dibentuk kembali dengan cetakan menjadi suatu bentuk tertentu (Amenan, 2018). Thermoplastik sendiri adalah polimer yang dapat diolah berulang kali dengan cara dipanaskan. Dalam proses ekstrusi ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu :

- Proses memasukkan biji ke dalam hopper. Tahap ini dilakukan agar biji plastik terdorong oleh screw ke dalam feeding zone yaitu tempat pemanasan dan pelelehan plastik.
- Proses pemanasan biji plastik. Pada tahap ini dilakukan proses pemanasan biji plastik di dalam barrel yang berperan sebagai feeding zone. Setelah melalui feeding zone, maka biji plastik akan diteruskan keluar barrel melalui cetakan.
- Proses pencetakan. Pada tahap ini plastik yang telah meleleh akan dikeluarkan sekaligus dicetak sesuai bentuk yang diinginkan.

Pada proses pencetakan inilah plastik dapat diubah menjadi bentuk apapun termasuk filamen 3D printer. Untuk mesin ekstruder penghasil filamen 3D printer itu sendiri rata-rata masih dirancang untuk skala industri.

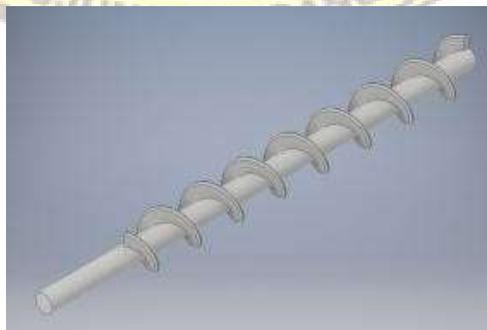


Gambar 2.4 Mesin Ekstrusi (sumber: www.google.com)

2.6. *Screw Conveyor*

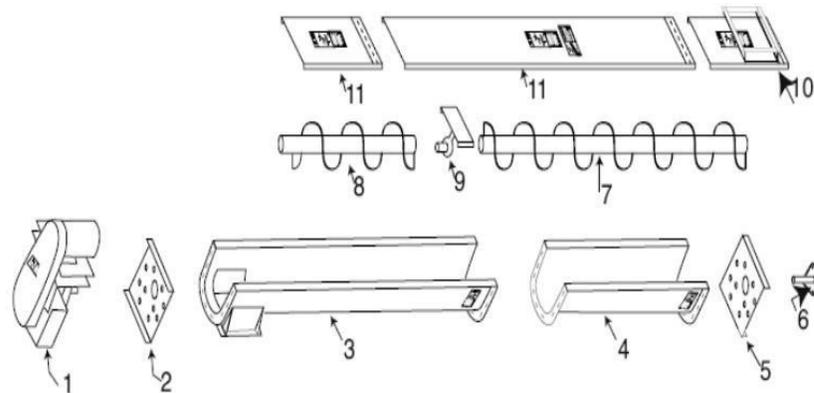
2.6.1. Pengertian *Screw Conveyor*

Screw Conveyor merupakan suatu alat yang berupa pipa ulir yang disusun pada pipa atau poros yang berputar di dalam tabung tetap untuk memindahkan berbagai jenis material yang mempunyai daya alir menurut “*CEMA Materials Classification Standart*” berarti tingkat kebebasan partikel suatu material yang secara individu bergerak saling mendahului satu partikel yang lainnya. Karakteristik ini penting dalam operasi *screw conveyor*.



Gambar 2.5 *Srew Conveyor*(sumber: Autodesk Inventor Pro 2019)

2.6.2. Bagian-Bagian *Screw Conveyor*



Gambar 2.6 Bagian-bagian *screw conveyor*(sumber: www.google.com)

Fungsi dari Komponen :

- Screw Conveyor drive, motor mount, V – belt drive dan guard :
Menggerakkan Screw untuk berputar sesuai poros
- End plate untuk Screw Conveyor drive : penutup wadah screw conveyor bagian atas
- Palung dengan fitted discharge spout : sebagai wadah srew conveyor, dilengkapi penahan posisi
- Trough / Palung : sebagai wadah Screw Conveyor
- End plate untuk ball bearing : penutup screw conveyor bagian bawah
- Seal plate, flanged ball bearing unit dan tail shaft : Sebagai Penutup Screw conveyor di lengkapi dengan seal untuk memperapat dan mencegah kebocoran
- Screw : pisau sebagai alur conveyor
- Screw dengan bare pipe at discharge end.: pisau memutar materi kesamping didalam palung atau troughs (U).

- Hanger dengan bearing dan coupling shaft : Penggantung yang menghubungkan tiap – tiap screw. Hanger berfungsi memberikan dukungan, mempertahankan alignment dan bertindak sebagai permukaan bantalan.
- Flanged cover with inlet : penguat dan penutup Screw Conveyor dilengkapi inlet
- Flanged covers with buttstrap : penguat dan penutup Screw Conveyor dilengkapi Buttstra

2.6.3. Fungsi Screw Conveyor

Bahan yang dapat dipindahkan dengan *screw conveyor* terbatas pada bahan curah yang ukurannya tidak terlalu besar (butiran kecil) sampai bahan yang berbentuk serbuk maupun cair. *Screw conveyor* tidak dapat digunakan untuk pemindahan bahan bongkah besar, mudah hancur,abrasive, dan material mudah menempel. Beban yang berlebihan akan mengakibatkan kemacetan, merusak poros, dan *screw* berhenti. *Screw conveyor* digunakan untuk memindahkan material kecil seperti butiran, aspal, batubara, abu, kerikil dan pasir.

2.6.4. Kelebihan *Screw Conveyor*

Adapun kelebihan dari *screw conveyor* adalah sebagai berikut:

- Dapat digunakan sebagai pencampur bahan disamping fungsi utamanya sebagai pemindahbahan.
- Dapat mengeluarkan material pada beberapa titik yang dikehendaki. Hal ini penting bagi material yang berdebu (*dusty*) dan material panas,

material yang berbau.

- Dapat digunakan untuk memindahkan material kecil seperti butiran, aspal, batubara, abu, kerikil, dan pasir.

2.6.5. Kekurangan *Screw Conveyor*

Adapun kekurangan *screw conveyor* adalah sebagai berikut:

- Tidak dapat digunakan untuk pemindahan bahan bongkah besar (*large-lumped*), mudah hancur (*easily-crushed*), *abrasive*, dan material mudah menempel (*sticking materials*). Beban yang berlebihan akan mengakibatkan kemacetan, merusak poros, dan *screw* berhenti.
- *Screw* pada *conveyor* ini mengakibatkan adanya gesekan material terhadap *screw* dan *trough* yang berakibat pada konsumsi daya yang tinggi. Oleh karena itu *screw conveyor* digunakan untuk kapasitas rendah sampai sedang (sampai 100 m³/jam) dan panjang biasanya 30 sampai 40 m.

2.6.6. Jenis-Jenis *Flight Screw Conveyor*

1. *Sectional Flight*

Conveyor sectional flight dibuat dari pisau-pisau pendek yang disatukan (tiap pisau berpilin satu putaran penuh) dengan cara disimpul tepat pada tiap ujung sebuah pisau dengan paku keling sehingga akhirnya akan membentuk sebuah pilinan yang panjang.



Gambar 2.7 Sectional flight(sumber: www.google.com)

2. *Helicoid Flight*

Bentuknya seperti pita panjang yang berpilin mengelilingi suatu poros. Untuk membentuk suatu konveyor, flight-flight itu disatukan dengan cara dilas tepat pada poros yang bersesuaian dengan pilinan berikutnya.



Gambar 2.8 *Helicoid flight*(sumber: www.google.com)

3. *Special Flight*

- *Cast Iron Flight*

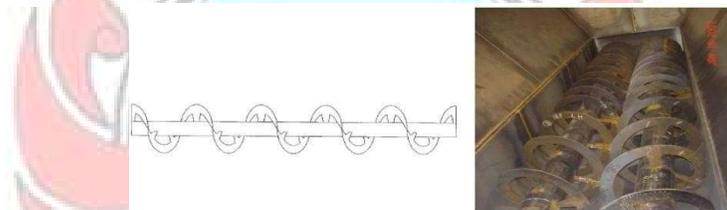
merupakan flight khusus digunakan dimana suhu dan tingkat kerusakan tinggi.



Gambar 2.9 *Cast Iron Flight*(sumber: www.google.com)

- *Ribbon flight*

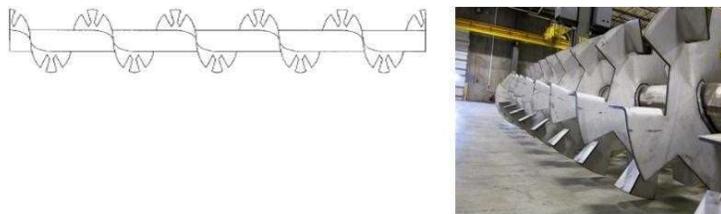
Digunakan untuk mengangkut material yang lengket.



Gambar 2.10 *Ribbon Flight*(sumber: www.google.com)

- *Cut Flight*

Digunakan untuk mencampur material dalam conveyor. Flight pengaduk ini dibuat dari flight biasa, yaitu dengan cara memotong-motong flight biasa lalu membelokkan potongannya ke berbagai arah.



Gambar 2.11 *Cut Fligh*(sumber: www.google.com)

2.6.7. Dasar-Dasar Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Plastik

Dalam perancangan mesin ekstrusi plastik ini, terdapat beberapa hal yang yang menjadi dasar untuk diperhitungkan:

$$\rho_{hdpe} = 970 \text{ Kg/m}^3 \text{ (massa jenis plastik yang digunakan)}$$

$$L = 500 \text{ mm} = 0.5 \text{ m (panjang Screw)}$$

$$D = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m (diameter screw)}$$

$$d = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m (diameter poros)}$$

$$P = 25 \text{ mm} = 0.025 \text{ m (pitch)}$$

$$n = 31.81 \text{ rpm}$$

$$E_v = 25\% = 0.25$$

1. Volume Tabung

$$V = 2\pi r^2 \times t$$

Keterangan, r adalah jari-jari tabung, dan t adalah tinggi atau panjang tabung, dengan catatan tinggi atau panjang tabung dihitung dari corong.

2. Kemampuan kapasitas screw (*Screw Discharge*)

$$D_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times P \times \frac{n}{60} \times E_v \times \rho \times l$$

dimana: D_s (kemampuan kapasitas conveyor), D (diameter Screw), d

(diameter poros), P (pitch), n (putaran yang ditentukan), E_v (Volumetric efficiency), ρ (mssa jenis), l (panjang screw)

3. Putaran Screw Conveyor

$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

Dimana: D_1 (diameter pemutar), n_1 (Putaran pemutar), D_2 (diameter yang diputar), n_2 (putaran yang diputar)

4. Daya pada motor

$$H_p = \frac{(\square\square\square + \square\square)}{\square}$$



BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor* dilaksanakan di Bengkel Mekanik dan Bengkel Las Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan estimasi waktu pengerjaan dimulai dari bulan Maret hingga bulan juli 2021.

3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor* merupakan peralatan standar dalam permesinan, adapun peralatan yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan

No. I	Nama Alat II	No. I	Nama Alat II
1.	Mesin Bubut	18.	Palu Besi
2.	Mesin Bor Duduk	19.	Kunci Pas 10
3.	Mesin Las Listrik	20.	Kunci Pas 12
4.	Mesin Pemotong Plat	21.	Kunci Pas 13
5.	Gerinda Tangan	22.	Kunci Pas 19
6.	Bor Tangan	23.	Kunci L 4
7.	Ragum	24.	Kunci L 5
8.	Kikir Bundar	25.	Tap M8
9.	Kikir Persegi	26.	Penggaris

I	II	I	II
10.	Tang Kombinasi	27.	Siku
11.	Tang Cucut	28.	Meteran
12.	Tang Potong	29.	Penggores
13.	Tang Rivet	30.	Penitik
14.	Obeng Plat	31.	Sikat Besi
15.	Obeng Bunga	32.	Thermogun
16.	Kunci Ingris	33.	Spidol
17.	Gunting Plat		

Sedangkan bahan yang akan digunakan dalam proses Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor* sebagian besar menggunakan besi hollow yang sebelumnya telah dirancang dengan matang dan sesuai dengan kebutuhan, adapun bahan-bahan dalam proses ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan

No.	Nama Bahan	No.	Nama Bahan
I	II	I	II
1.	Besi Siku 5x5x3 mm	25.	Panel Box 30x40x12 cm
2.	Ring Plat, D=50 mm, d=33 mm	26.	MCB 6A
3.	AS-ST 4220 mm	27.	Mata Gerinda Kasar
4.	Pipa Stainless 2"	28.	Mata Gerinda Potong
5.	Plat Besi 50 cm x 50 cm x 3 mm	29.	Paku Rivet 4 mm

I	II	I	II
6.	Lahar DudukØ20 mm	30.	Kawat LasØ2,0 mm
7.	Clutch DrumM10,5 mm	31.	Kawat Las Ø2,6 mm
8.	Motor Listrik1/4 Hp	32.	Dempul Autolux 66
9.	Speed Reducer	33.	Mata BorØ1,8
10.	Gear Motor 1 set	34.	Mata Bor Ø4
11.	Puli A Aluminium 3"	35.	Mata Bor Ø6
12.	Puli A Aluminium 4"	36.	Mata Bor Ø8
13.	V-belt A No.33	37.	Mata Bor Ø12
14.	Rantai Motor 1 m	38.	Cat Biru
15.	Plat Strip500x40x6 mm	39.	Cat Orange
16.	Plat Aluminium 1000x1000x0,5 mm	40.	Element Band HeaterØ55x50 mm, 220v 230 watt
17.	Roda PVC2,5" MT	41.	Amplas No.240
18.	Roda PVC2,5" HD	42.	Kawat Las Stainless2,0
19.	Baut M6	43.	Thermostat + Thermocouple
20.	Baut M8	44.	Pilot Lamp220 V
21.	Baut M10	45.	Kabel Kawat TunggalØ1,5
22.	Baut M12	46.	Colokan
23.	Bensin	47.	Kabel
24.	Kuas 2"	48.	Isolasi
		49.	Besi hollow 40x40 mm, panjang 1 meter

Tabel 3.3 Alat Pelindung Diri

No.	APD	No.	APD
1.	Baju Bengkel	4.	Sarung Tangan Las
2.	Sepatu <i>Safety</i>	5.	Sarung Tangan Biasa
3.	Topeng Las	6.	<i>Safety Glasses</i>

3.3. Prosedur/Langkah Kerja

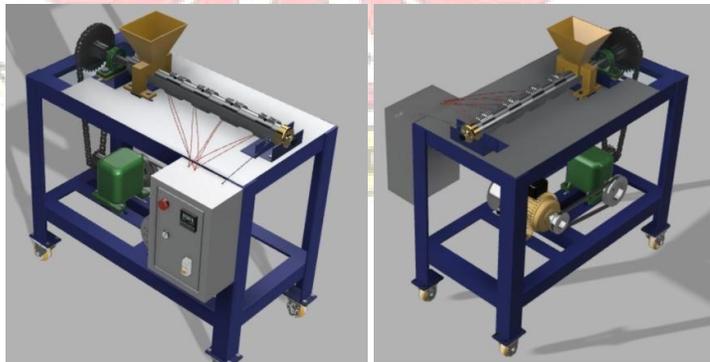
Dalam Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor* ini terdiri atas tiga tahap yaitu:

3.3.1. Tahap Perancangan

a. Perancangan Mesin

Kegiatan yang akan dilakukan diantaranya adalah:

1. Membuat desain (gambar sketsa) Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*.



Gambar 3.1 Desain Mesin Ekstrusi (sumber: Autodesk Fusion 360/Render)

2. Pemilihan bahan/material Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen.

3. Merancang dimensi konstruksi dan kekuatan rangka mesin.
4. Menentukan komponen utama mesin yaitu, *elemen band heater* dan *screw conveyor*, *Thermostat Rex C100* dan *Thermocouple Type K*
5. Menentukan kapasitas tabung silinder untuk mencairkan plastik dan kecepatan putar *screw conveyer*
6. Menentukan dimensi Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem *Screw Conveyor*.
7. Memilih proses permesinan yang sesuai.

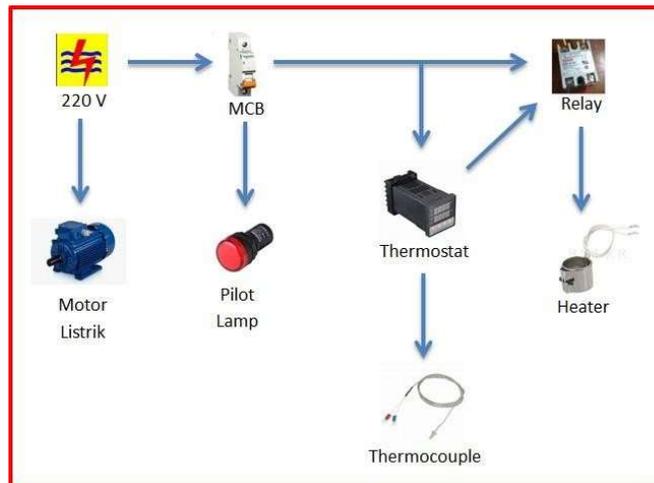
b. Perancangan Sistem Kelistrikan

Perancangan rangkaian sistem elektronik menggunakan beberapa komponen yang telah standar atau dijual dipasaran, oleh karena itu dalam proses pembuatannya perlu mendesain rangkaian instalasi listrik terlebih dahulu. Komponen yang dibutuhkan yaitu :

Tabel 3.4 Komponen Sistem Kelistrikan

No.	Nama Komponen	No.	Nama Komponen
1.	MCB 6A	5.	Relay
2.	Thermostat Rex C100	6.	Lampu Indikator
3.	Thermocouple type K	7.	Elemen <i>Band Heater</i>
4.	Pilot Lamp	8.	Motor Listrik

Setelah komponen kelistrikan ditentukan, maka yang perlu dilakukan selanjutnya adalah menentukan rangkaian listrik tersebut. Adapun rangkaian yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 3.2 Rangkaian Listrik Mesin (sumber: MS.word 2010)

Adapun didalam rangkaian listrik tersebut terdapat rangkaian detektor suhu dan pengatur suhu. Untuk detailnya dapat dilihat pada gambar dibawah.

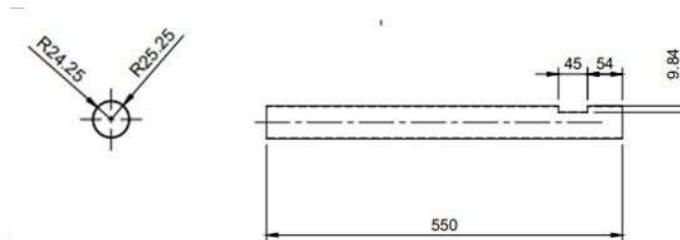


Gambar 3.3 Rangkaian detektor suhu (sumber: [www.youtube/ CNCEVOLUTION](http://www.youtube.com/CNCEVOLUTION))

c. Tahap Perhitungan Perancangan

Perhitungan hasil rancang bangun ini dibuat untuk mengetahui kemampuan atau kapasitas mesin ini.

- Perhitungan volume plastik yang dimasukkan ke dalam tabung pemanas



Gambar 3.4 Volume plastik dalam pipa *conveyor* (sumber: Autodesk Fusion

Dik.

$$D = 50,5 \text{ mm}$$

$$d = 48,5 \text{ mm} > r = 24,25 \text{ mm}$$

$$t = 550 - 54 = 496 \text{ mm}$$

$$V = \pi r^2 \times t$$

$$= 3,14 \times 24,25^2 \times 496 \text{ mm}$$

$$= 915.494,3 \text{ mm}^3 > 0,915 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Setelah kita mengetahui volume tabung dalam keadaan kosong, sekarang kita harus memprtimbangan volume jika sudah ada *screw conveyor* di dalamnya, *screw conveyor* terdiri dari sebuah besi poros dengan diameter 20 mm dan panjang 500 mm serta ring plat dengan ukuran diameter luar, diameter dalam dan tebal nya sebesar 50 mm, 24 mm dan 3 mm. sehingga untuk menghitung volume tabung

actual kita harus mengetahui volume *screw conveyor* terlebih dahulu, dengan menggunakan rumus empiris sebagai berikut:

a. Volume Poros

Dik: $D = 20 \text{ mm}$

$L = 500 \text{ mm}$

Sehingga $V = \pi r^2 \times L = 3,14 \cdot 10^2 \times 500 = 157.000 \text{ mm}^3$

b. Volume Ring Plat

Dik $D_{\text{dalam}} = 24 \text{ mm}$

$D_{\text{luar}} = 50 \text{ mm}$

$L = 3 \text{ mm}$

Sehingga rumus Volume sebagai berikut:

$V = (\pi r_{\text{luar}}^2 - \pi r_{\text{dalam}}^2) \times L = (3,14 \cdot 25^2 - 3,14 \cdot 12^2) \times 3 = 4.531,02 \text{ mm}^3$,

karena jumlah ring yang digunakan sebanyak 25 buah maka volume menjadi $113.275,5 \text{ mm}^3$

Setelah kedua hal itu kita bisa mengetahui volume actual tabung dengan menggunakan rumus berikut

$$\begin{aligned} V &= V_{\text{tabung}} - (V_{\text{poros}} + V_{\text{ring}}) \\ &= 915.494,3 \text{ mm}^3 - (157.000 \text{ mm}^3 + 113.275,5 \text{ mm}^3) \\ &= 645.218,8 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Jadi volume actual tabung sebesar **645.218,8 mm³**

- Perhitungan energi panas (kalor) yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik

Kebutuhan kalor yang digunakan untuk mencairkan plastik dalam mesin injeksi plastik dengan sistem penekan pneumatik adalah sebagai.

berikut:

$$\begin{aligned} \text{Dik. : } C_p \text{ HDPE} &= 46.500 \text{ Kj/Kg} > 46,5 \text{ Kj/gr} \\ \rho_{\text{HDPE}} &= 0,941 \text{ gr/cm}^3 > 941 \text{ Kg/m}^3 \\ m &= 205 \text{ gr} \\ \Delta T (T_1 - T_0) &= (100 - 27) = 73^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 205 \text{ gr} \cdot 46,5 \text{ Kj/gr} \cdot 73^\circ\text{C} \\ &= 695.872,5 \text{ Kj} \end{aligned}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik adalah **695.872,5 Kj**

- Perhitungan daya yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik

Untuk mencairkan plastik diperlukan energi panas. Jenis elemen pemanas yang digunakan adalah *band heater* dengan ketentuan sebagai berikut:

$$\text{Dik: } P = 230 \text{ watt dan } V = 220 \text{ volt}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{230}{220} > I = 1,04 \text{ A}$$

Karena ada empat heater maka arus dikalikan empat maka hasilnya adalah

4,16 A, Maka daya untuk keseluruhan adalah

$$P = V \cdot I > P = 220 \cdot 4,16 = 915 \text{ watt}$$

Jadi daya yang dibutuhkan sebesar **915 watt**

- Putaran pada screw conveyer

Putaran pada screw conveyor secara empiris dapat dihitung dengan menggunakan informasi berikut:

$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

Dimana diketahui ada dua rangkain transmisi, yaitu motor listrik ke reducer, lalu reducer ke screw conveyor, dan reducer yang digunakan memiliki kapasitas pembagi 1:10.

Dimana diketahui:

$$D_{\text{puli motor}} = 75 \text{ mm}$$

$$D_{\text{puli reducer (input)}} = 110 \text{ mm}$$

$$D_{\text{gear reducer (outp.)}} = 50 \text{ mm}$$

$$D_{\text{gear screw}} = 150 \text{ mm}$$

$$N_{\text{motor}} = 1400 \text{ rpm}$$

Maka untuk menghitung putaran pada screw conveyor adalah sebagai berikut:

$$D_{\text{puli motor}} \times N_{\text{motor}} = D_{\text{puli reducer (input)}} \times N_{\text{reducer (input)}}$$

$$75 \text{ mm} \times 1400 \text{ rpm} = 110 \text{ mm} \times N_{\text{reducer (input)}}$$

$$N_{\text{reducer (input)}} = \frac{75 \times 1400}{110} = 954,54 \text{ rpm}$$

Karna menggunakan reducer 1:10 maka kecepatan yang didapatkan diatas dibagi 10, sehingga kecepatan pada reducer output adalah 95,454 rpm, dari sini ita sudah bisa menghitung putaran pada screw conveyor.

$$D_{\text{gear reducer (output)}} \times N_{\text{reducer (output)}} = D_{\text{gear screw}} \times N_{\text{screw}}$$

$$50 \text{ mm} \times 95,454 \text{ rpm} = 150 \text{ mm} \times N_{\text{screw}}$$

$$N_{\text{screw}} = \frac{50 \times 95,454}{150} = 31,81 \text{ rpm}$$

Jadi didapatkan putaran pada screw conveyer adalah **31,81 rpm**

- Kemampuan kapasitas *screw conveyer*

Kemampuan daya hantar screw conveyer secara empiris dapat dihitung

dengan cara sebagai berikut:

$$D = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times P \times \frac{v}{60} \times 3600 \times \rho \times l$$

Dimana dik:

$$D = 48,70 \text{ mm} > 0,0487 \text{ m}$$

$$d = 20 \text{ mm} > 0,02 \text{ m}$$

$$\rho = 941 \text{ Kg/m}^3$$

$$n = 31,81 \text{ rpm}$$

$$E_v = 30\% > 0,3$$

$$P = 25 \text{ mm} > 0,025 \text{ m}$$

$$l = 0,5 \text{ m}$$

$$D = \frac{\pi}{4} (0,0487^2 - 0,02^2) \times 0,025 \times \frac{31,81}{60} \times 0,3 \times 3600 \times 941 \times 0,5$$

$$= 4 \times 10^{-3} \text{ kg/h}$$

- Daya yang digunakan untuk memutar screw conveyer

Untuk menghitung daya yang digunakan untuk memutar screw conveyer,

secara empiris dapat dilakukan dengan menggunakan informasi berikut.

$$HP = \frac{(\square \square \square + \square \square \square)}{\square}$$

$$HP = \frac{(\square\square\square + \square\square\square)\square\square}{\square}$$

$$HP = \frac{((973 \times 10^{-4}) + (53 \times 10^{-9}))1}{0,85} = 0,114 \text{ Hp}$$

Jadi daya minimal yang dibutuhkan untuk menggerakkan screw conveyor adalah sebesar 0,114 Hp.

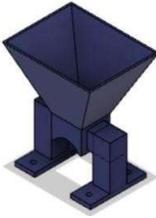
3.3.2. Tahap Pembuatan

Kegiatan pembuatan komponen-komponen mesin injeksi plastik dengan sistem penekan pneumatik dilakukan berdasarkan dengan kelompok pengerjaan dari masing-masing komponen. Adapun langkah-langkah pembuatan mesin injeksi plastik dengan sistem penekan.

Tabel 3.5 Komponen yang Dibuat

No. I	Nama Komponen II	Proses Pengerjaan III	Alat dan Bahan IV
1.	Meja Mesin	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur dan memotong Besi siku (50x50x3mm) sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan. Setelah itu satukan bahan yang telah dipotong tadi menggunakan mesin las. Ukur pada kerangka yang telah di las untuk posisi lubang baut, sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan pada desain, lalu bor sesuai dengan ketentuan yang ada pada desain. Setelah kerangka dilas, buat penutup menggunakan plat alumunium sesuai dengan desain dan disatukan dengan menggunakan paku keling. 	<p>a. Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Besi Siku 50x50x3 mm Plat besi ukuran 500x500x3 mm Plat alumunium 1000x1000x0.5 mm Paku rivet dia. 4 mm Mata bor Ø12mm, Ø8mm, Ø6mm. <p>b. alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesin las Gurinda Kaca mata las Sarung tangan Bor tangan Meteran Mistar siku Peggores Penitik Tang rivet



I	II	III	IV
2.	<p>Screw Conveyor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur dan memotong besi poros sesuai ukuran yang telah ditentukan. • potong plat ring yang telah disiapkan, namun hanya potong disalah satu sisi (tidak hingga terbelah), lalu regangkan ring pada ragum • Setelah itu las ring pada besi as atau poros hingga tampak seperti gambar, untung panjang ulir dayanya ikuti desain yang telah ditentukan 	<p>a. Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi Poros ukuran Ø20mm, panjang 1 meter - Plat Ring tebal 5 mm dan diameter luar dan dalam sebesar 50mm dan 33mm <p>b. Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin las - Palu besi - Gurinda - Tang kombinasi - Ragum - Bor tangan - Mata bor Ø8mm
3.	<p>Pipa Srew Conveyor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukur dan potong pipa stainless dan buat lubang pada pipa yang berfungsi sebagai tempat masuk material, potong sesuai ukuran yang tertera pada desain. • Las ring plat pada drum clutch untuk menutupi lubang pada drum clutch, posisi ring plat berada di sisi dalam drum clutch. • Terakhir buat lubang pada baut dengan diameter 1.8 mm. 	<p>a. bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pipa stainless Ø50mm dengan panjang 1 meter - Drum clutch M10.5 - Baut M10 panjang 2mm - Rng plat, D=50 mm - Mata bor Ø1.8 mm <p>b. alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gurinda - Mesin las - Mesin bor - Mesin bubut
4.	<p>Corong</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Potong Besi Plat, plat strip dan, besi hollow sesuai dengan ukuran pada desain • Setelah itu las sesuai dengan desain. • Lalu bor pada bagian kaki corong 	<p>a. Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plat besi 500x500x3 mm - Mata bor Ø8 mm - plat strip 200x50x6 mm - besi hollow 40x40 mm - Mata bor Ø8 mm <p>b. Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin Gurinda tangan - Mesin las - Mesin bor tangan

I	II	III	IV
5.	Dudukan Hopper dan Speed Reducer 	<ul style="list-style-type: none"> Ukur plat strip sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, lalu potong 	a. Bahan: - Besi pelat strip tebal 7 mm, lebar 50 mm b. Alat: - Mesin Gerinda tangan - Penggaris - Penggores
6.	Dudukan Bearing 	<ul style="list-style-type: none"> Ukur besi plat strip lalu potong sesuai dengan ukuran pada desain, Setelah itu ukur plat strip untuk posisi lubang baut, setelah hal itu ditentukan maka bor titik tersebut 	a. Bahan: - Besi pelat strip tebal 6 mm, lebar 50 mm - Mata bor Ø12 mm b. Alat: - Mesin Bor - Mata Bor Ø12 mm - Mesin gerinda tangan - Penggaris - Penggores

Dalam pembuatan mesin ekstrusi pembuat filamen ini tidak semua dapat dibuat maka dari itu terdapat juga beberapa komponen standar yang harus dibeli. Adapun komponen-komponen standar yang dibeli dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.6 Komponen Standar

No. I	Komponen II	Spesifikasi III
	Motor Ac	
1.		¼ Hp
2.	Speed Reducer 	WPO 1:10

3. *Heater*

 230 watt, Ø 55 x 50 mm

4. *Thermostat*

Thermostat rex C100

5. *Thermocouple*

Thermocouple type K

6. *MCB*

 MCB 6A Schneider

7. *Panel Box Listrik*

 300 x 200x 120 mm

8. *Roda PVC*

 2 inch

9. *Pilot Lamp*

Pilot Lamp

I	II	III
	<i>Bearing</i>	
10.		UCP 204
	<i>Puli</i>	
11.		Puli A, Ø3 dan Ø4 inch
	<i>Sabuk V</i>	
12.		Sabuk V A 33
	<i>Baut</i>	
13.		Baut M8, M6, M10, M12
	<i>Rantai dan roda gigi</i>	
14.		Satu set gear dan roda gig motor

3.3.3. Tahap Perakitan

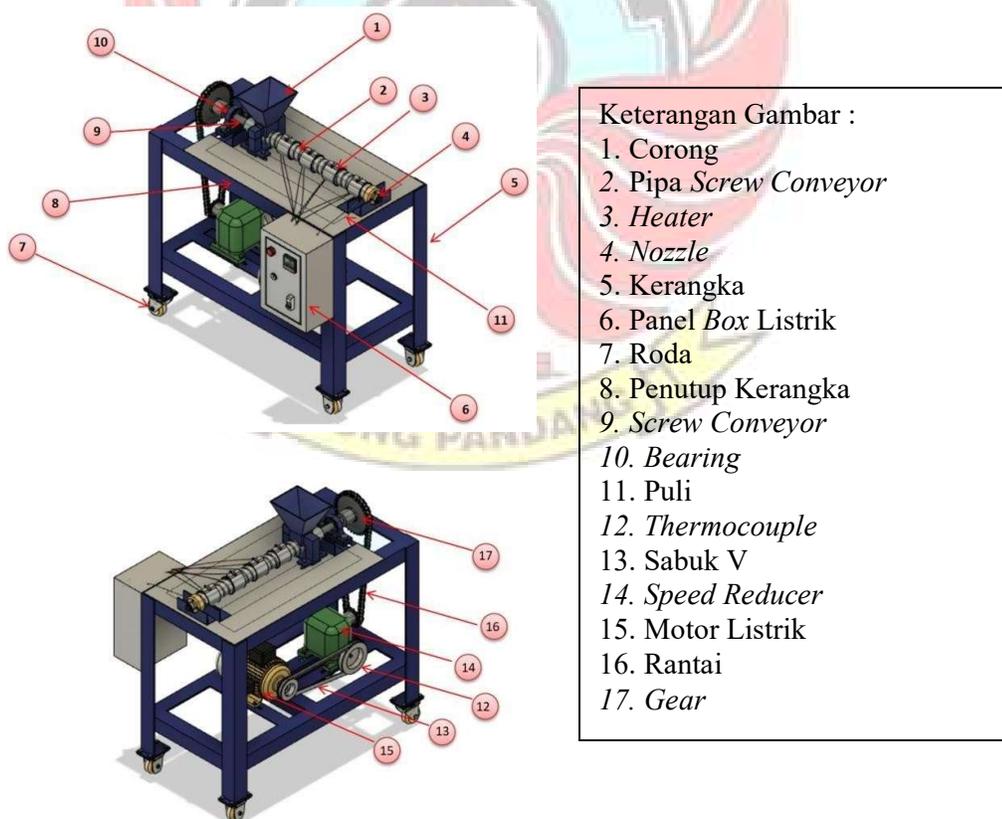
Dalam proses perakitan mesin ekstrusi pembuat filamen dengan Sistem *screw conveyor* perlu diperhatikan prosedurnya, komponen yang telah dibuat berdasarkan gambar kerja dan yang telah dibeli (*elemen band heater, motor, reducer, pulley, V-belt, nozzle* dll.) dirakit secara berurut, adapun tahap perakitan yang dilakukan antara lain:

1. Tahap perakitan rangka utama. Dimana komponen-komponen seperti

kerangka, penutup kerangka dan roda dipasang.

2. Tahap perakitan ekstrusi unit yang telah dibeli dengan komponen yang telah dibuat (*screw conveyor*, pipa *screw conveyor*, *nozzel* dan corong).
3. Tahap selanjutnya ialah perakitan sistem penggerak yakni motor, speed reducer, pulley, V-belt, roda gigi, rantai dan bearing.
4. Tahap terakhir ialah tahap instalasi listrik yakni pemasangan MCB6A, pemasangan *thermostat rexC100*, *Thermocouple*, *heater*, lampu indikator, dan instalasi listrik lainnya yang dipasang pada panel listrik.

Berikut adalah gambar dari mesin ekstrusi pembuat filamen setelah dirakit secara keseluruhan:



Gambar 3.5 Hasil perakitan(sumber: Autodesk Fusion 360)



Gambar 3.6 Hasil Mesin Ekstrusi Plastik (sumber: Autodesk Fusion 360

&dokumentasi uji coba)

Adapun spesifikasi mesin adalah sebagai berikut:

- Dimensi mesin : 800 x 400 x 600 mm
- Dimensi pipa conveyor : 550 mm x Ø50 mm
- Diameter nozzle : Ø1,8 mm
- Spesifikasi heater : Ø55 x 50 mm, 230 watt
- Daya pemanas : 915 watt
- Temperatur maksimal : 200°C
- Putaran Screw Conveyor : 31,81 rpm

Lalu adapun prinsip kerja mesin ekstrusi dengan prinsip screw conveyor adalah sebagai berikut, mula-mula kita panaskan pipa atau tabung screw conveyor hingga mencapai suhu yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik pada proses ekstrusi, selalu ingat bahwa tiap jenis plastik memiliki titik leleh yang berbeda, setelah suhu mencapai pada titik yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah menyalakan motor, agar screw dapat berputar, setelah itu tinggal masukkan bahan atau material yang ingin diproses, dan tunggu hingga material keluar dari nozzle.

3.3.4. Tahap Pengujian

Dalam tahap pengujian mesin ekstrusi pembuat filamen dengan Sistem screw conveyor, langkah pertama yang harus dilakukan adalah merakit komponen yang telah dibuat dan dibeli, setelah tahap perakitan selesai langkah selanjutnya adalah pengujian mesin. Adapun langkah-langkah tahap pengujian adalah sebagai berikut:

1. Siapkan sampel bahan uji yaitu biji plastik atau plastik yang telah di hancurkan.
2. Siapkan alat pengukur waktu (*Stopwatch*).
3. Menghidupkan motor yang menggerakkan screw conveyor.
4. Menghidupkan thermostant dan elemen band heter dengan menaikkan MCB ke mode “ON”.
5. Mengatur suhu yang diinginkan dengan menggunakan thermostat dan thermocouple.
6. Menunggu beberapa saat hingga panasnya mencapai suhu yang diinginkan.
7. Kemudian masukkan plastik ke corong.
8. Setelah butiran plastik masuk ke corong kemudian plastik akan masuk ke dalam pipa *screw conveyor* yang dibawa oleh *screw conveyor* yang berputar.
9. Pada saat *screw Conveyor* berputar, disitu jugalah proses pelelehan dari butiran plastik yang kemudian didorong menuju ujung pipa *screw Conveyor* atau tempat nozzel berada.
10. Plastik akan keluar melalui lubang nozzle.

11. Mengamati proses kerja mesin apakah berjalan dengan baik atau tidak.
12. Melakukan pengukuran hasil kerja dari mesin ini dengan mengamati kualitas hasil keluaran plastik (filamen).
13. Mengulangi proses diatas hingga beberapa kali dengan membandingkan data suhu yang berbeda hingga mendapatkan hasil dengan kualitas yang terbaik.
14. Mematikan mesin menurunkan MCB ke “OFF” dan memutus dari sumber listrik.

3.4. Teknik Analisa Data

Setelah melakukan proses perancangan , pembuatan dan perakitan, maka diperoleh data hasil pengujian, saat data telah terkumpul maka akan dianalisa dengan melihat apakah mesin dapat menghasilkan filamen dengan optimal serta dapat mengefisiensikan waktu dan biaya dalam pembuatannya. Kemudian mengamati kualitas dari hasil keluaran plastik yang berupa filamen, maka dari hasil analisa diatas dapat diketahui tingkat keberhasilan dari mesin yang telah dibuat tersebut. Variabel yang diukur antara lain: Suhu, posisi *heater*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dari penelitian yang direncanakan adalah satu set “Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Prinsip *Screw Conveyor*”. Mesin ini menggunakan *Screw Conveyor* sebagai penggerak dan menekan material ke *nozzel* serta *elemen band heater* sebagai pemanas yang bersumber dari energi listrik.

4.1 Hasil Uji Coba Alat

Uji coba mesin ekstrusi plastik dilakukan di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang tepatnya di Laboratorium Mesin 1 jurusan Teknik Mesin. Bahan yang kami gunakan dalam uji coba kali ini adalah *polyethylene pellet HDPE*, uji coba kali ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan mesin, apakah mesin yang sudah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, lalu adapun material yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1 Pelet HDPE (sumber: dokumentasi uji coba)

Pada proses pengujian serta pengambilan data kami menggunakan beberapa parameter yaitu: putaran *screw Conveyor* sebesar 31,81 rpm dan juga daya sebesar 915 watt (daya listrik dari 4 buah element band heater yang terletak sepanjang pipa *screw Conveyor*), suhu yang kami gunakan pada uji coba kali ini yaitu 90°C, 95°C,

100°C, 110°C dan 120°C, dimana waktu yang digunakan untuk memanaskan tabung hingga suhu yang disebutkan diatas adalah 19 menit 37 detik, 17 menit 52 detik, 16menit 30 detik, 13 menit 37 detik dan 13 menit 27 detik.

Lalu langkah pertama dari uji coba kali ini adalah menyiapkan bahan uji coba berupa HDPE dalam bentuk pelet, banyaknya material yang digunakan sebanyak 205 gram, setelah itu nyalakan heater dan atur suhu pada thermostat, tunggu beberapa waktu hingga tabung atau pipa conveyor memanans hingga mencapai suhu yang telah diatur pada thermostat sebelumnya, setelah itu nyalakan motor listrik dan bahan pun bisa dimasukkan kedalam mesin melalui corong pada mesin, apabila kiranya ada pelet yang tersisa atau tertinggal pada corong kita dapat menggunakan bantuan batang besi untk mendorong material masuk, setelah itu yang perlu kita lakukan hanya tinggal menunggu material keluar melalui nozzle mesin.

Sambil menunggu hasil keluar kita bisa menyiapkan penggulung dan sarung tangan untuk kita gunakan, mengingat keluaran kemungkinan panas jika dipegang secara langsung menggunakan tangan. Setelah menunggu beberapa waktu adapun hasil keluaran dari uji coba mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw Conveyor* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Pengujian

No.	Suhu (°C)	Waktu pemanasan silinder <i>screw Conveyor</i> (Menit)	Gambar hasil keluaran
1.	120	19,37	
2.	110	17,52	
3.	100	16,30	
4.	95	13,37	
5.	90	13,27	

4.2 Pembahasan

Dari data hasil pengujian mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw conveyor* diatas, kami mencoba menggunakan beberapa variasi suhu untuk mendapatkan hasil yang maksimal mulai dari suhu 120°C, 110°C, 100°C, 95°C dan 90°C dengan putaran *screw conveyor* serta daya yang konstan.

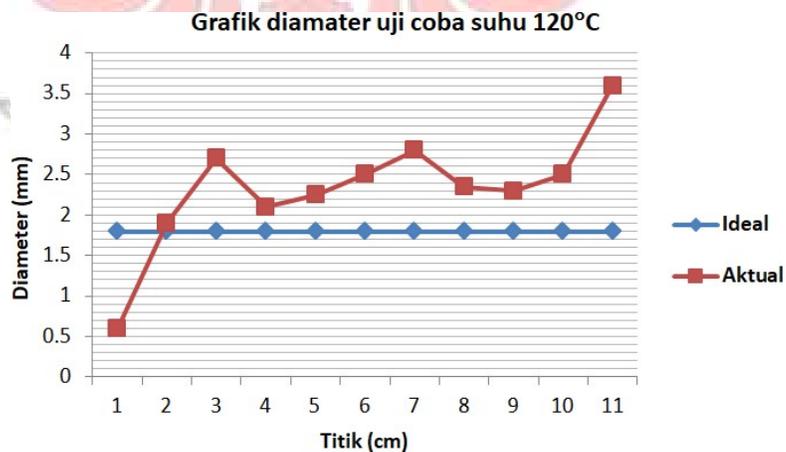
1. Suhu 120°C

Pada suhu 120°C waktu pemanasan tabung yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut adalah 19 menit 37 detik dan kemudian dihasilkan

lelehan material berwarna hitam (hangus) dan juga cair. Sehingga, filamen yang dihasilkan memiliki diameter yang tidak sama dan putus-putus. Lalu adapun kualitas filamen yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik dibawah, dimana kami mengukur diameter filamen setiap 1 cm dalam rentang 10 cm, dapat diketahui bahwa ukuran diameter tiap 1 cm nya diluar ukuran yang kami harapkan cenderung lebih besar, hal ini disebabkan karna adanya penggumpalan karena filamen yang masih terlalu cair, dapat dilihat pada gambar dan grafik dibawah.



Gambar 4.2 Hasil pengujian suhu 120°C (sumber: dokumentasi uji coba)



Gambar 4.3 Grafik Diameter Uji Coba Suhu 120°C

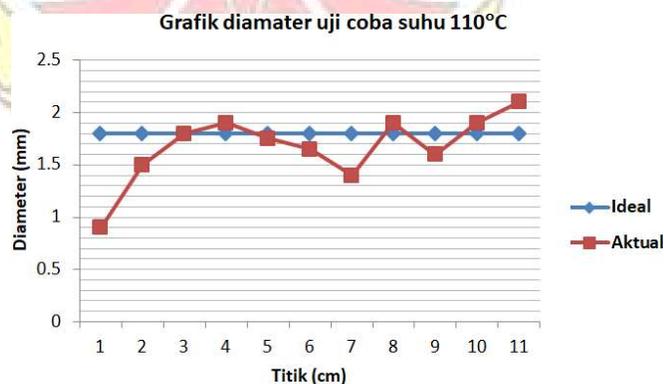
2. Suhu 110°C

Selanjutnya adalah pengujian material pada suhu 110°C, waktu yang

diperlukan untuk memanasi tabung adalah 17 menit 52 detik, pada percobaan ini ditemukan hasil keluaran masih agak gosong, namun sudah tidak mudah putus dan sudah dapat dilakukan penggulangan, lalu untuk mengukur kualitas filamen pengukuran juga dilakukan pada interval 1 cm sepanjang 10 cm, dapat dilihat pada grafik bahwa ada satu titik yang memiliki diameter yang diinginkan namun sisanya melenceng dari ukuran yang diinginkan cenderung lebih kecil, hal itu menandakan bahwa kualitas filamen masih belum bisa dikatakan bagus, hal ini disebabkan karena filamen masih agak cair, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dan grafik dibawah ini di bawah ini.



Gambar 4.4 Hasil pengujian suhu 110°C(sumber: dokumentasi uji coba)



Gambar 4.5 Grafik Diameter Uji Coba Suhu 110°C

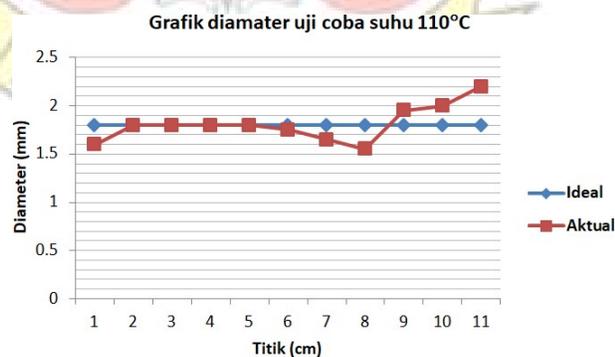
3. Suhu 100°C

Lalu pada pada pengujian material dengan suhu 100°C, yang dimana

membutuhkan waktu selama 16 menit 30 detik untuk memanaskan tabung nya, memiliki hasil yang cukup baik, dimana material sudah tidak terlalu gosong atau tidak terlalu mengalami perubahan warna yang terlalu intens, dan juga hasil keluaran sudah memiliki kualitas yang cukup baik, karena sudah dapat digulung dan diameter sepanjang keluaran tidak memiliki disparitas yang terlalu jauh dari pada uji coba pada kedua suhu sebelumnya, namun kecepatan putaran saat menggulung memiliki dampak pada diameter keluaran, jika kita menggulungnya dengan kecepatan konstan, diameter cenderung sama ukurannya. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar dan grafik dibawah ini.



Gambar 4.6 Hasil pengujian pada suhu 100°C(sumber: dokumentasi uji coba)



Gambar 4.7 Grafik Diameter Uji Coba Suhu 100°C

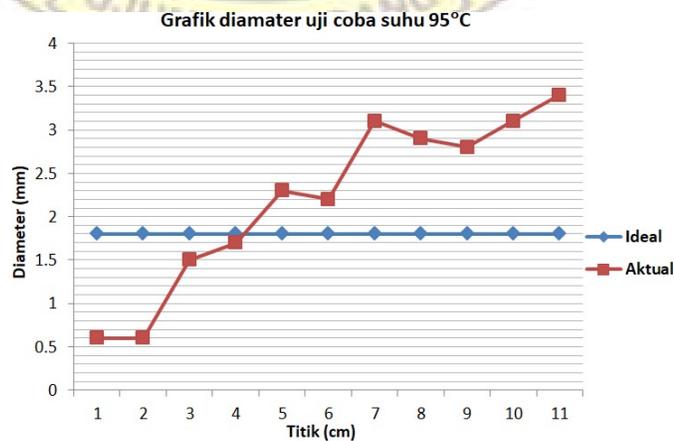
4. Suhu 95°C

Berlanjut ke pengujian material dengan suhu 95°C, pada pengujian ini

membutuhkan waktu selama 13 menit 37 detik untuk memanaskan tabung, pada percobaan kali ini warna material tidak terlalu berbeda dengan warna material saat akan dimasukkan, namun ketika keluar material terlalu cepat kering, sehingga tidak dapat digulung dengan baik, bahkan untuk membuat material dapat keluar, harus dibantu dengan bor agar material yang mengering di lubang nozzle dapat disingkirkan, dan hal itu mempengaruhi kualitas filamen yang dihasilkan, dimana masih banyak yang menggumpal sehingga diameter filamen yang dihasilkan cenderung lebih besar dari ukuran yang diinginkan, adapun hasil dari percobaan dapat dilihat pada gambar dan grafik dibawah ini.



Gambar 4.8 Hasil Pengujian pada suhu 95°C(sumber: dokumentasi uji coba)



Gambar 4.9 Grafik Diameter Uji Coba Suhu 95°C

5. Suhu 90°C

Lalu yang terakhir, adalah pengujian pada suhu 90°C yang membutuhkan waktu selama 13 menit 27 detik untuk memanaskan tabung, pada uji coba kali ini didapati warna material tidak berubah, atau masih sama dengan warna material saat dimasukkan kedalam mesin, namun material terlalu cepat kering, bahkan belum sempat keluar dari nozzle material sudah kering, sehingga mengakibatkan penyumbatan, oleh karna itu untuk mengantisipasi beban yang terlalu berlebihan pada mesin, maka nozzle harus kami buka dan adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.10 Hasil pengujian pada suhu 90°C(sumber: dokumentasi uji coba)

Dari lima jenis temperatur yang digunakan, kami mengambil kesimpulan bahwa hasil yang dihasilkan pada suhu 100°C adalah hasil yang paling optimal yang bisa didapatkan sejauh ini, melihat dari pertimbangan ukuran diameter filamen yang dihasilkan, adapun kapasitas keluaran sebesar 48,5 cm/ menit atau 2.910 cm/jam dan juga kualitas nya dapat diketahui dari diamter keluaran yang ukurannya mulai dari kisaran 1.6 hingga 2.0 mm, hasil ini kami anggap paling optimal kerana kualitas dari pengujian pada suhu tersebut paling mendekati hasil yang kami inginkan yaitu sebesar 1,8 mm mengikuti lubang nozzle dengan ukuran yang sama.

4.3 Posisi heater

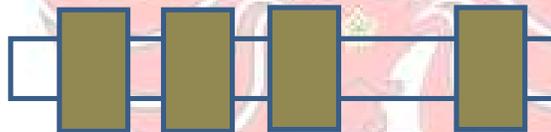
Pada uji coba kali ini selain tingkat temperatur, ada hal yang juga turut ikut mempengaruhi proses uji coba, yaitu posisi pemanas pada mesin ini, setelah serangkaian trial dan error ada 3 jenis posisi heater yang kami gunakan pada uji coba kali ini. Untuk hal itu dapat dilihat pada gambar dibawah ini

1. Posisi heater dengan jarak yang sama.



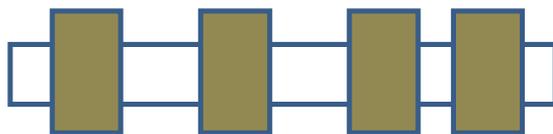
Heater dengan posisi ini memiliki sebaran panas yang merata, tapi dikarenakan putaran pada mesin yang tidak terlalu cepat, maka mengakibatkan material di dalam tabung dipanaskan dalam waktu yang cukup lama sehingga material menjadi gosong dan juga terlalu cair.

2. Posisi heater fokus di belakang



Heater dengan posisi ini memiliki fokus panas pada bagian dekat corong, dengan pertimbangan material akan meleleh saat dimasukkan, hasil yang diharapkan memang terjadi, namun saat material maju kedepan material cenderung mengering karna dingin, sehingga mengakibatkan penyumbatan.

3. Posisi heater fokus di depan



Heater dengan posisi ini yang paling ideal, karena saat material dimasukkan material dipanaskan secara bertahap, mulai dari yang hanya dipanaskan hingga akhirnya dilelehkan di ujung pipa, sehingga dapat menjaga material tidak terlalu gosong.

4.4 Perhitungan Biaya Manufaktur Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen dengan Sistem *Screw Conveyor*

Biaya manufaktur pembuatan mesin ekstrusi pembuat filamen dengan Sistem *screw conveyor* adalah sebagai berikut:

1. Biaya Bahan Langsung

Tabel 4.2 Biaya Bahan Langsung

Material dan Komponen Sistem Mekanik					
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Unit	Harga	Total
I	II	III	IV	V	VI
1	Besi Siku	5x5x3 mm	2 batang	Rp86,000,-	Rp172,000,-
2	AS ST-42	Ø50 mm	50 mm	Rp60,000,-	Rp60,000,-
		Ø20 mm	1 meter	Rp65,000,-	Rp65,000,-
3	Pipa Stainless	Ø2"	1 meter	Rp60,000,-	Rp60,000,-
I	II	III	IV	V	VI
4	Plat Besi	50 cmx50 cmx2 mm	1 lembar	Rp100,000,-	Rp100,000,-
5	Lahar Duduk	Ø20 mm	1 buah	Rp61,000,-	Rp61,000,-
6	Drum Clutch	M10,5	1 buah	Rp25,000.00	Rp25,000,-
7	Motor Listrik	1/4 Hp	1 buah	Rp1,200,000,-	Rp1,200,000,-
8	Speed Reducer	Rasio 1:10	1 buah	Rp600,000,-	Rp600,000,-
9	Puli A	Ø3"	1 buah	Rp35,000,-	Rp35,000,-
	Aluminium	Ø4"	1 buah	Rp41,500,-	Rp41,500,-
10	V-belt A	No.33	1 buah	Rp20,000,-	Rp20,000,-
11	Plat Strip	500x40x6mm	1 buah	Rp50,000,-	Rp50,000,-
12	Plat Aluminium	100 cmx100 cmx0,5 mm	1 buah	Rp500,000,-	Rp500,000,-

13	Roda PVC	Ø2,5" MT	2 buah	Rp22,500,-	Rp45,000,-
		Ø2,5" HD	2 buah	Rp28,000,-	Rp56,000,-
14	Baut	M6	6 buah	Rp6,000,-	Rp36,000,-
		M8	2 buah	Rp6,000,-	Rp12,000,-
		M10	1 buah	Rp25,000,-	Rp25,000,-
		M12	2 buah	Rp12,000,-	Rp24,000,-
15	Paku Keling	4 mm	1 pack	Rp13,500,-	Rp13,500,-
16	Kawat Las	Ø2,0 mm	1 Kg	Rp38,000,-	Rp38,000,-
		Ø2,6 mm	2 Kg	Rp38,000,-	Rp76,000,-
17	Dempul Autolux 66	Untuk Besi	1 Kg	Rp45,000,-	Rp45,000,-
18	Cat	Altex (Biru)	2 kaleng	Rp16,000,-	Rp32,000,-
19	Kawat Las Stainless	Ø2,0	5 batang	Rp3,000,-	Rp15,000,-
20	Bensin	Pertalite	1,2 liter	Rp10,000,-	Rp10,000,-
21	Gear Motor	1 set	1 buah	Rp85,000,-	Rp85,000,-
22	Ring Plat	D=50 mm, d=16 mm	26 buah	Rp2,000,-	Rp52,000,-
Total					Rp3,554,000,-

Material dan Komponen Sistem Kelistrikan dan Kontrol					
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Unit	Harga	Total
1	Panel Box	30x40x12 cm	1 buah	Rp107,000,-	Rp170,000,-
2	Element	Ø55x50 mm,			
2	Band Heater	220v 230 watt	4 buah	Rp155,000,-	Rp620,000,-
3	Thermostat + Thermocouple	Rex C100 dan Thermocouple Type K	1 buah	Rp100,000,-	Rp100,000,-
4	Relay	SSR	1 Buah	Rp165,000,-	Rp165,000,-
4	MCB	6A	1 buah	Rp59,000,-	Rp59,000,-
5	Pilot Lamp	220 V	1 buah	Rp11,500,-	Rp11,500,-

6	Kabel Kawat Tunggal	Ø1,5	4 meter	Rp4,000,-	Rp16,000,-
7	Colokan		1 buah	Rp10,000,-	Rp10,000,-
8	Kabel	2x2	1 meter	Rp18,000,-	Rp18,000,-
9	Isolasi		1 buah	Rp7,000,-	Rp7,000,-
Total					Rp1,176,500,-

Total Anggaran		
No	Keterangan	harga
1	Material dan Komponen Sistem Mekanik	Rp3,554,000,-
2	Material dan Komponen Sistem Kelistrikan dan Kontrol	Rp1,176,500,-
Total		Rp4,730,500,-

2. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan Upah Minimal Provinsi (UMP) Sulawesi Selatan pada tahun 2021 yang besarnya adalah Rp. 3.165.000,00, dengan estimasi jam kerja 40 jam perminggu, sehingga dapat diketahui:

$$\text{Upah tenaga kerja perjamnya} = \frac{3.165.000}{40 \times 4} = 19.781,25/\text{jam}$$

Jadi dapat diketahui bahwa upah tenaga kerja perjam adalah sebesar Rp 19.781,25. Berdasarkan besaran upah yang dibutuhkan sebelumnya kita bisa menghitung besaran biaya tenaga kerja yang meliputi pemotongan, pengelasan, pembubutan dan pengecatan. Untuk detilnya dapat dilihat pada tabel perhitungan upah tenaga kerja di bawah ini.

Tabel 4.3 Upah tenaga kerja

No.	Jenis Pekerjaan	Upah Tenaga Kerja		Total Upah
		Lama Pengerjaan	Upah/Jam	

1	Pemotongan	60 Jam		Rp1,186,875
2	Pengelasan	50 Jam		Rp989,062.5
3	Pengeboran	30 Jam	Rp19,781.25	Rp593,437.5
4	Pembubutan	30 Jam		Rp593,437.5
5	Pengecatan	10 Jam		Rp197,812.5
Total				Rp3,560,625

3. Biaya Bahan Tidak Langsung

Biaya Bahan tidak langsung merupakan elemen biaya yang tidak dihubungkan secara langsung kepada unit yang diproduksi, tetapi mempunyai kontribusi terhadap penyelesaian produksi. Adapun yang termasuk dalam biaya bahan tidak langsung adalah sebagai berikut: biaya bahan tidak langsung, biaya listrik, dan biaya penyusutan mesin. Dibawah ini merupakan tabel rincian biaya bahan tidak langsung dalam proses produksi mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw conveyor*.

Tabel 4.4 Biaya Bahan Tidak Langsung

Biaya Bahan Tidak Langsung				
No	Nama Mesin/Pengerjaan	Nama Bahan	Jumlah	Harga
1	Mesin Bubut	Pahat HSS	1 buah	Rp146,000,-
		Oli Dromus	1 liter	Rp 72,000,-
		Kuas 4"	1 buah	Rp 8,000,-
		Majun	1 kg	Rp 12,000,-
2	Mesin Las	Topeng Las	1 buah	Rp 28,000,-
		Sarung Tangan	1 pasang	Rp 58,000,-
3	Mesin Bor	Mata Bor 1,8 mm	1 buah	Rp 20,000,-
		Mata Bor 4 mm	1 buah	Rp 23,000,-
		Mata Bor 6 mm	1 buah	Rp 31,000,-
		Mata Bor 8 mm	1 buah	Rp 69,000,-
		Mata Bor 12 mm	1 buah	Rp116,000,-
4	Mesin Gerinda	Mata Gerinda Asah	3 buah	Rp 30,000,-

		Mata Gerinda Potong	1 box	Rp 60,000,-
5	Pengecatan	Kuas 2"	3 buah	Rp 12,000,-
Total				Rp685,000,-

4. Biaya Listrik

Perhitungan biaya pemakaian listrik merupakan satu kategori dalam data biaya tidak langsung untuk proses produksi. Adapun perhitungan estimasi pemakaian biaya listrik pada proses permesinan adalah biaya listrik = daya x TDL x lama waktu pengerjaan. Dimana TDL (Tarif Dasar Listrik) pada bulan April sampai Juni 2021 resmi dari kementerian ESDM dan PLN digolongkan konsumen layanan khusus adalah sebesar Rp.1.644,52/kWh.

1) Tarif listrik mesin bubut

Daya mesin = 2,85 kW

Lama waktu pengerjaan = 30 jam

Biaya listrik = $2,85 \times 1.644,52 \times 30$
= Rp.140.606,46

2) Tarif listrik mesin las

Daya mesin = 900 kW

Lama waktu pengerjaan = 50 jam

Biaya listrik = $900 \times 1.644,52 \times 50$
= Rp.74,003,400

3) Tarif listrik mesin bor

Mesin bor tangan

Daya mesin = 0,5 kW

Lama waktu pengerjaan = 20 jam

Biaya listrik = $0,5 \times 1.644,52 \times 20$

= Rp.16,445.2

Mesin bor duduk

Daya mesin = 0,35 kW

Lama waktu pengerjaan = 10 jam

Biaya listrik = $0,35 \times 1.644,52 \times 10$
=Rp.5,755.82

4) Tarif listrik mesin gerinda

Daya mesin = 0,6 kW

Lama waktu pengerjaan = 60 jam

Biaya listrik = $0,6 \times 1.644,52 \times 60 = \text{Rp.}59,202.72$



Tabel 4.5 Biaya Listrik

No.	Mesin	Daya (kW)	Biaya Listrik		
			TDL (Rp)	Lama Pengerjaan (Jam)	Tarif Listrik
1	Bubut	2,85	Rp 1,644.52	30	Rp 140,606.46
2	Las	0,9	Rp 1,644.52	50	Rp 74,003.40
3	Bor Tangan	0,5	Rp 1,644.52	20	Rp 16,445.20
4	Bor Duduk	0,35	Rp 1,644.52	10	Rp 5,755.82
5	Gerinda	0,6	Rp 1,644.52	60	Rp 59,202.72
Total					Rp 296,013.60

5. Biaya Penyusutan Mesin

- Penyusutan mesin bubut

Penyusutan mesin dapat diketahui dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Harga mesin bubut} = \text{Rp. } 96.000.000$$

$$\text{Umur mesin} = 30 \text{ tahun}$$

$$\text{Lama Pemakaian} = 30 \text{ Jam}$$

$$\text{Persentase penyusutan} = 10\%$$

$$\text{Nilai sisa} = (\text{Harga Mesin} \times \text{Persentase penyusutan})$$

$$= (\text{Rp. } 96.000.000 \times 0.1)$$

$$= \text{Rp. } 9.600.000$$

$$\text{Biaya penyusuta pertahun} = (\text{Harga mesin-nilai sisa}) \times \frac{1}{\text{umur mesin}}$$

$$= (96.000.000 - 9.600.000) \times \frac{1}{30}$$

$$= \text{Rp. } 2.880.000/\text{tahun} > \text{Rp. } 240.000/\text{bulan}$$

$$= \text{Rp } 8.000/\text{hari}$$

Sehingga biaya penyusutan selama pengerjaan adalah:

$$= \frac{\text{Rp. } 8000 \times 30}{24}$$

$$= \text{Rp. } 10.000$$

Jadi biaya penyusutan mesin bubut pada proses pengerjaan selama 30 jam adalah Rp 10.000,- .Berikut adalah rincian biaya penyusutan mesin pada proses produksi.

Tabel 4.6 Hasil Penyusutan Mesin

Hasil Penyusutan Mesin

No	Mesin	Harga Mesin (Rp)	Umur Mesin (tahun)	Nilai Sisa (Rp)	Waktu Pengerjaan	Biaya Penyusutan (Rp)
1	Bubut	96,000,000,-	30	9,600,000,-	30 jam	10,000,-
2	Gerinda	350,000,-	2	35,000,-	60 jam	1,093.75
3	Las	1,200,000,-	10	120,000,-	50 jam	625,-
4	Bor duduk	1,850,000,-	10	185,000,-	10 jam	192.71
5	Bor tangan	550,000,-	5	55,000,-	20 jam	229.17
Total						Rp 12,140.63

Adapun biaya tidak langsung yang diperoleh berdasarkan data sebelumnya sebagai berikut :

Tabel 4.7 Biaya Tidak Langsung

No.	Biaya Tidak Langsung	Harga
1	Biaya Bahan Tidak Langsung	Rp 685,000,-
2	Biaya Listrik	Rp 296,013.60
3	Biaya Penyusutan Mesin	Rp 12,140.93
Total		Rp 993,154.53

Berdasarkan data diatas biaya yang diperoleh dari proses rancang bangun mesin ekstrusi pembuat filamen dengan prinsip *screw Conveyord* dapat diketahui dengan menjumlahkan biaya tidak langsung, biaya tarif listrik, dan biaya penyusutan mesin yaitu Rp 993,154.53.

Adapun biaya untuk memproduksi mesin dapat diketahui dari jumlah biaya bahan langsung, biaya tenaga kerja, dan biaya tidak langsung dapat dilihat pada tabel berikut ini.

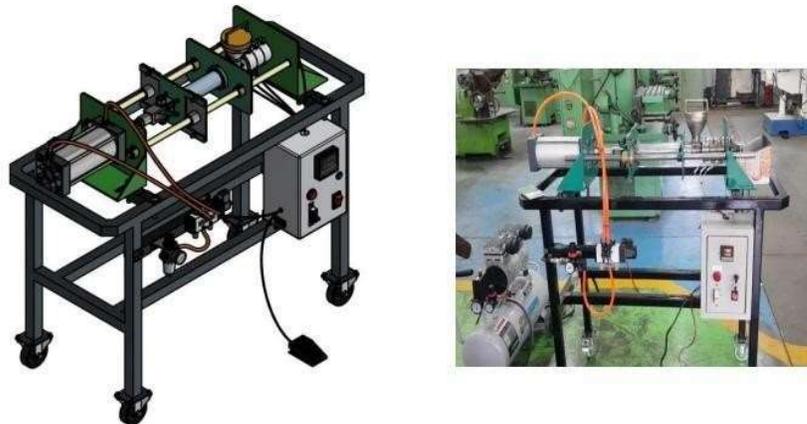
Tabel 4.8 Biaya Produksi

No.	Biaya Tproduksi	Harga
1	Biaya Bahan Langsung	Rp 4,730,500.00
2	Biaya Tenaga Kerja	Rp 3,560,625.00
3	Biaya Tidak Langsung	Rp 993,154.53
Total		Rp 9,284,279.53

Dilihat dari hasil perhitungan diatas telah diketahui biaya untuk memproduksi 1 unit mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw Conveyor* yaitu **Rp 9,284,279.53**.

4.5 Perbandingan Mesin Ekstrusi dengan Mesin Sebelumnya

Pada tahun sebelumnya telah dirancang mesin pengolah plastik, dengan menggunakan sistem injeksi dengan pneumatik, dengan bentuk, spesifikasi, biaya pembuatan dan hasil keluaran mesin sebagai berikut:



Gambar 4.11 Mesin Injeksi Plastik



Gambar 4.12 Hasil Uji Coba Mesin Injeksi Plastik

Spesifikasi :

1. Dimensi : 1100 x 600 x 800mm
2. Daya Pemanas : 690 watt
3. Tekanan Pneumatik : 8 bar
4. Temperatur Maksimal : 220°C
5. Biaya Pembuatan : Rp. 8.205.854

Dari informasi diatas kita dapat melakukan perbandingan mesin injeksi tersebut dengan mesin ekstrusi yang kita buat, kita dapat membandingkan dari berbagai aspek. Tentunya hal-hal yang dapat kita bandingkan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Mesin Ekstrusi dan Mesin Injeksi

	Mesin Ekstrusi	Mesin Injeksi
Dimensi	800 x 400 x 600 mm	1100 x 600 x 800 mm

Daya pemanas	915 watt	690 watt
Biaya	Rp. 9,284,279.53.	Rp. 8.205.854
Hasil keluaran		

Berdasarkan tabel di atas kita dapat membuat beberapa kesimpulan,

1. Dimensi mesin ekstrusi jauh lebih kecil daripada mesin injeksi sehingga ruang yang dibutuhkan jauh lebih sedikit.
2. Daya pemanas pada mesin ekstrusi dapat kita lihat jauh lebih besar dari pada mesin injeksi, hal ini disebabkan karena perbedaan jumlah pemanas yang digunakan, pada mesin ekstrusi menggunakan empat pemanas sedang mesin injeksi menggunakan tiga buah pemanas.
3. Biaya produksi dapat dilihat bahwa mesin ekstrusi lebih mahal dari pada mesin injeksi dengan selisih sekitar Rp. 1.000.000,-.
4. Lalu bagian paling penting adalah hasil keluarannya, pada mesin ekstrusi hasil keluaran sudah memiliki bentuk yaitu berupa filamen, sedang pada mesin injeksi belum memiliki bentuk, hanya berupa lelehan plastik saja.

Jadi berdasarkan uraian di atas pembaca dapat menentukan kelayakan berdasar perbandingan di atas, namun bagi kami selaku penulis kami melihat bahwa mesin

ektrusi layak dari segi dimensi dan juga yang paling penting adalah pada hasil keluarannya, namun kita kembali lagi. Tiap individu memiliki pertimbangannya masing-masing.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem *screw conveyor*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mesin ekstrusi pembuat filament yang telah dirancang dan dibuat memiliki spesifikasi berikut:
 - Dimensi mesin : 800 x 400 x 600 mm
 - Putaran Screw : 31, 81 rpm
 - Daya Pemanas : 915 watt
 - Temperatur maksimal : 200°C
2. Pengujian mesin ekstrusi telah dilakukan pada suhu 90, 95, 100, 110 dan 120. Hasil pengujian yang optimal diperoleh pada suhu 100°C yang menunjukkan ciri-ciri berikut:
 - Filamen yang dihasilkan tidak terlalu cair dan tidak cepat mengeras
 - Ukuran filamennya yang dihasilkan sesuai dengan ukuran nozel
3. Posisi pemanas yang paling ideal yaitu posisi pemanas yang difokuskan pada bagian depan tabung.
4. Dibandingkan mesin sebelumnya, mesin ekstrusi dinilai layak, dinilai dari sudut pandang dimensi alat dan juga hasil keluarannya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan uji coba mesin ekstrusi, kami selaku penulis ingin memberikan beberapa saran atau masukan:

- Dalam uji coba mesin ini, jika sifatnya kontinu sebaiknya menggunakan bahan atau material yang homogen, karna jika ada percampuran material didalam tabung, maka biasanya akan terjadi penyumbatan.
- Setiap selesai menggunakan mesin pastikan untuk membersihkan mesin terlebih dahulu, dengan cara menaikkan suhu tabung hingga titik leleh material, kemudian buka nozzle agar sisa-sisa material dapat bergerak keluar.
- Dalam proses penggulangan keluaran, sebaiknya tidak dilakukan secara manual karena mengakibatkan kecepatan menggulung tidak konstan, hal itu juga berpengaruh terhadap diameter filamen, oleh sebab itu akan lebih baik jika menggunakan motor stepper, agar kita juga dapat mengatur kecepatan penggulangan, sehingga hasil yang maksimal bisa didapatkan.
- Dalam proses pembuatan ujung nozzle, sebaiknya bentuknya dibuat mengerucut, agar tekanan dapat terkonsentrasi secara maksimal ke arah depan.
- Menggunakan dua buah thermocouple dan dua buah thermostat lebih baik, karena kita bisa mengatur suhu dibagian depan tabung dan suhu dibagian belakang tabung, karena esensinya suhu di bagian depan tabung harus lebih panas dari pada yang dibagian belakang

DAFTAR PUSTAKA

- Amenan, M. (2018). *Extruder*. Retrieved from <https://www.academia.edu/35268531/Extruder>. [Diakses tanggal: 15 maret 2021]
- Alfara, Muhammad Devo dkk. 2020. Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Sistem Penekan Pneumatik. Makassar: Program Studi D4 Teknik Manufaktur, Jurusan teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Askeland, D. R. 198. *The Science and Engineering of Material*. Boston: Alternate Edition, PWS Engineering
- Autodesk Inventor Professional 2019
- Charis, Muhammad. 2014. Bahan Plastik (Pengetahuan Bahan Teknik). <http://charis7512.blogspot.co.id/2014/05/bahan-plastik-pengetahuan-bahan-teknik.html>. [Diakses tanggal: 15 Maret 2021]
- KWS, Design Engineering Manufacturing. 2016. Conveying Knowledge, Workmanship, Solution
- Masyudi, Fahreza. 2015. Rancang Bangun *Screw Conveyor*. Medan: Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan
- N. Shahrubudin dkk. 2019. *An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Application*. Johor, Malaysia
- Novitasari, Yulita Dea. 2018. Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC) Untuk Memaksimalkan Kerja Alat di Terminal BBM Surabaya Group-Pertamina Perak. Surabaya: Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh November
- Struktur Makro Material Plastik (Pla+ Dan Abs+) Produk Mesin 3d Printing Secara Simulasi Dan Eksperimen. Makassar: Program Studi D4 Teknik Manufaktur, Jurusan teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40

Uematu, Tokio dan Nakamura Sadao. 1960. *A Study of the Screw Conveyor*. Japan

3Dinsider.com, “16 Jenis Bahan Pencetakan 3D”.
<https://5iildzeb6atb4bdht5cqc7i6qu-nqtbbxgkbb4p4-3dinsider-com.translate.goog/3d-printing-materials/>. [Diakses tanggal 1 Maret 2021]

foresteract.com, “Plastik: Pengertian, Sejarah, Proses Pembuatan, dan Bahan Baku”, 29 Juni 2019. <https://foresteract.com/plastik/>. [Diakses pada tanggal 1 Maret 2021]

kwsfmfg.com, “Basic Conveyor Flight and Pitch Types”,
<https://www.kwsfmfg.com/component-guide/basic-conveyor-flight-and-pitch-types/>. [Diakses pada tanggal 1 Maret 2021]

wikipedia.org, “3D printing filament”, 1 Februari 2021.
https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing_filament. [Diakses pada tanggal 1 Maret 2021]

www.americanchemistry.com [Diakses pada tanggal 1 Maret 2021]

LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Manufaktur



Lampiran 2. Pewarnaan



Lampiran 3. Proses Perakitan



Lampiran 4. Hasil Uji coba



Lampiran 5. Tabel Produksi Alat

Bulk Material	Particle Size (in.)	Density (lbs/ft ³)	Trough Loading	Factor (MF)	/Bearing Series	Abrasive-ness	Corrosive-ness	Flowability	Special Notes
Oyster Shells, Ground	-1/2	50-60	30B	2.0	B4	II	II	III	
Oyster Shells, Whole	-3	80	30B	2.5	B4	II	II	III	N
Paper Pulp, Stock	5%	62	30A	1.5	B1-B2	I	I	IV	N
Paper Pulp, stock	6-15%	60-62	30A	1.7	B1-B2	I	I	IV	N
Paraffin Cake, Broken	-1/2	45	30A	0.6	A1-A2	I	I	IV	E
Peanuts Meal	-1/8	30	30A	0.6	A2	I	I	III	J, V
Peanuts, Clean, Shelled	-3	15-20	30A	0.6	B1-B2	I	I	III	K
Peanuts, Raw, Uncleaned, Unshelled	-3	15-20	30B	0.7	C4	I	I	III	K
Peanuts, Shelled	-1/2	35-45	30A	0.4	A2	I	I	III	K, V
Peas, Dried	-1/2	45-50	45	0.5	A1-A2-A3	I	I	I	H, K, V
Perlite, Expanded	-1/2	8-12	30B	0.6	B4	II	I	III	
Phosphate Disodium	-1/8	50-60	30A	0.9	A1-A2	I	I	III	
Phosphate Acid, Fertilizer	-1/8	60	45	1.4	B1-B2	I	II	II	
Phosphate Rock, Broken	+ 1/2	75-85	30B	2.1	B2	II	I	III	
Phosphate Rock, Pulverized	-1/8	60	30B	1.7	B4	II	I	III	
Phosphate of Soda (Disodium Phosphate)	-1/64	25-31	30A	0.5	C4	I	I	III	K
Phosphate Sand, Granular	-1/8	90-100	15	2.0	C4	III	I	III	
Phosphoprotein (Casein)	-1/8	36	30B	1.6	B4	II	I	II	
Phosphoric Acid (Phosphate Acid)	-100M	60	30A	1.4	A2	I	I	II	
Plaster of Paris (Gypsum)	-200M	60-80	30B	0.9	B4	II	I	III	G
Polyethylene, Pellets	-1/8	35	30A	0.4	A2	I	I	II	J, K
Polystyrene Beads	-1/8	40	30A	0.4	A2	I	I	II	J, K, V
Polyvinyl Chloride, Pellets	Irregular	20-30	30A	0.6	A2	I	II	IV	E, J, K
Polyvinyl Chloride, Powder	-100M	20-30	30A	1.0	A1-A2-A3	I	II	IV	E
Potash, Dry (Muriate of Potash)	-1/8	70	15	2.0	D4	III	III	III	

Capacity Table				
Trough Loading	Screw Dia. (in.)	Max. RPM *	Capacity in ft ³ /hr	
			At Max. RPM	At 1 RPM
 15%	4	69	14.5	0.2
	6	60	45	0.8
	9	55	150	2.7
	12	50	323	6.5
	14	50	520	10.4
	16	45	702	15.6
	18	45	1,012	22.5
	20	40	1,248	31.2
	24	40	2,184	54.6
	30	35	3,728	106.5
	36	30	5,532	184.4
 30% A	4	139	57	0.4
	6	120	179	1.5
	9	100	545	5.5
	12	90	1,161	12.9
	14	85	1,768	20.8
	16	80	2,496	31.2
	18	75	3,375	45.0
	20	70	4,375	62.5
	24	65	7,065	109.0
	30	60	12,798	213.3
	36	50	18,440	368.8
 30% B	4	69	28	0.4
	6	60	90	1.5
	9	55	305	5.5
	12	50	645	12.9
	14	50	1,040	20.8
	16	45	1,404	31.2
	18	45	2,025	45.0
	20	40	2,500	62.5
	24	40	4,360	109.0
	30	35	7,465	213.3
	36	30	11,064	368.8
 45%	4	190	118	0.81
	6	165	368	2.2
	9	155	1,271	8.2
	12	145	2,813	19.4
	14	140	4,368	31.2
	16	130	6,071	46.7
	18	120	8,112	67.6
	20	110	10,307	93.7
	24	100	16,400	164.0
	30	90	28,800	320.0
	36	75	41,490	553.2



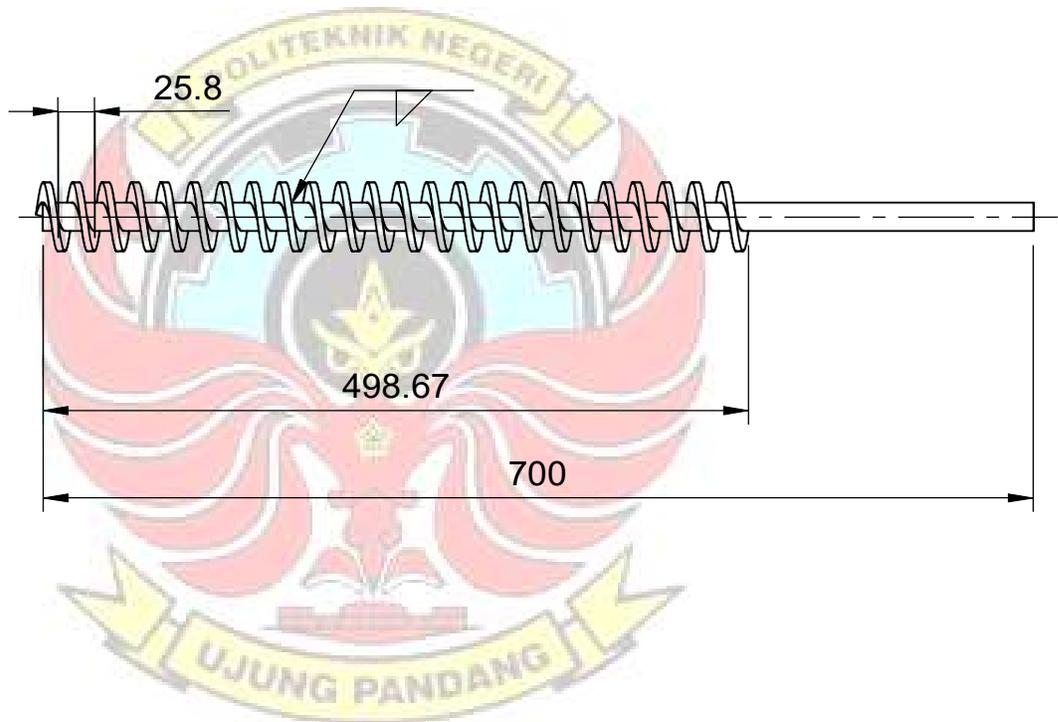
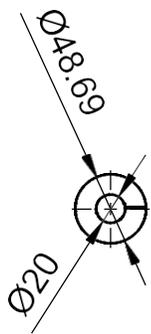
Calculation Table (Diameter Factor)	
Diameter, r	Factor, Fd
6	18
9	31
12	55
14	78
16	106
18	135
20	165
24	235
30	360

Hanger Bearing Factor	
Bearing Type	Bearing factor, Fb
Ball	1
Babbitt	1.7
Bronze, Plain	
Bronze, Graphite	
Bronze, Oil-Impregnated	
Canvas base Phenolic	
Wood, Oil Impregnated	
Nylon	2
UHMW	
Hard Iron	4.4
Hard Surfaced	

Drive Efficiency Factor, e			
Screw driver or shaft mount with V-belt	V-belt to helical reducer with coupling	Motor reducer with chain drive	Motor reducer with coupling
0.85	0.85	0.85	0.95

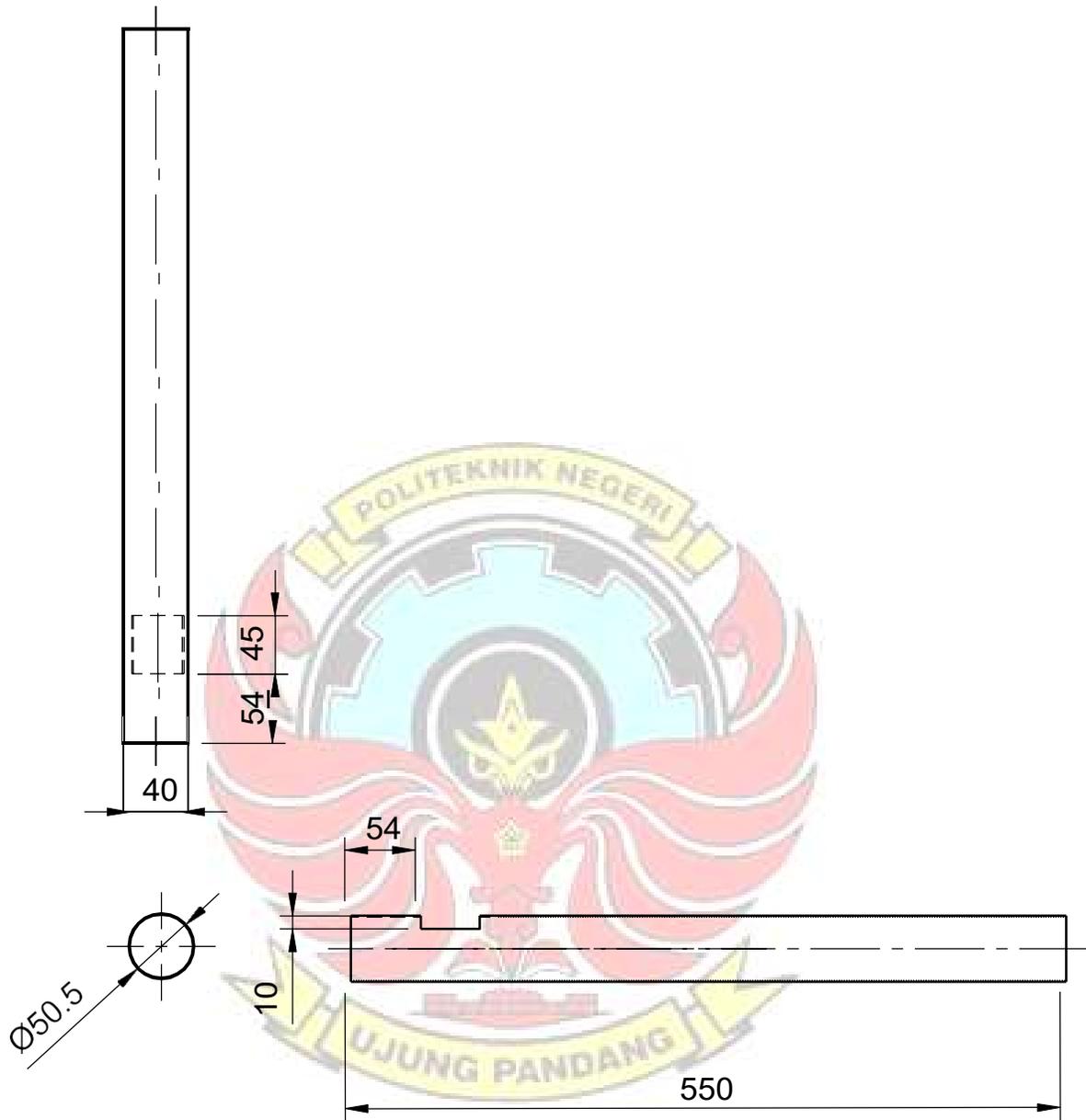


Tol±0.5 mm



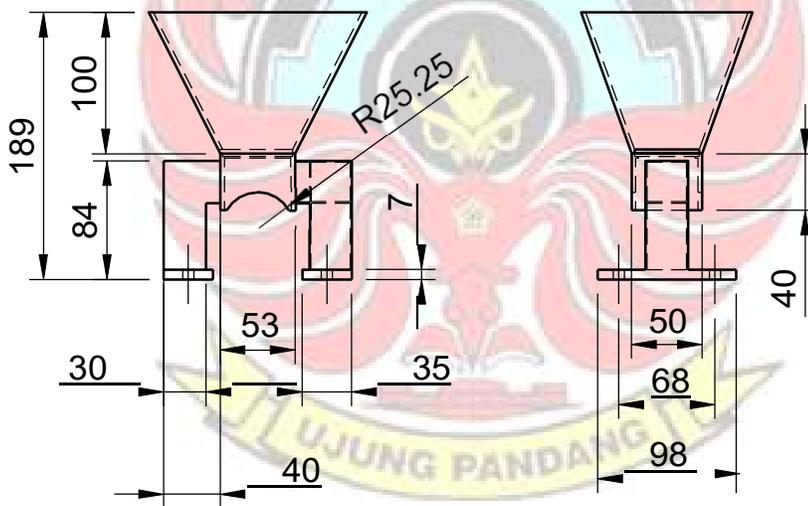
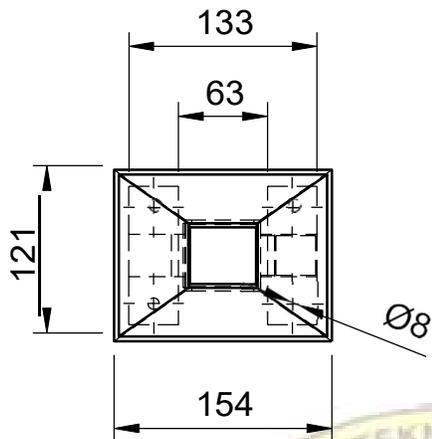
III	II	I	Perubahan:					
			RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:5	Digambar	MFG
							Diperiksa	MRN
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			MFG/009/010/011		

Tol±0.5 mm

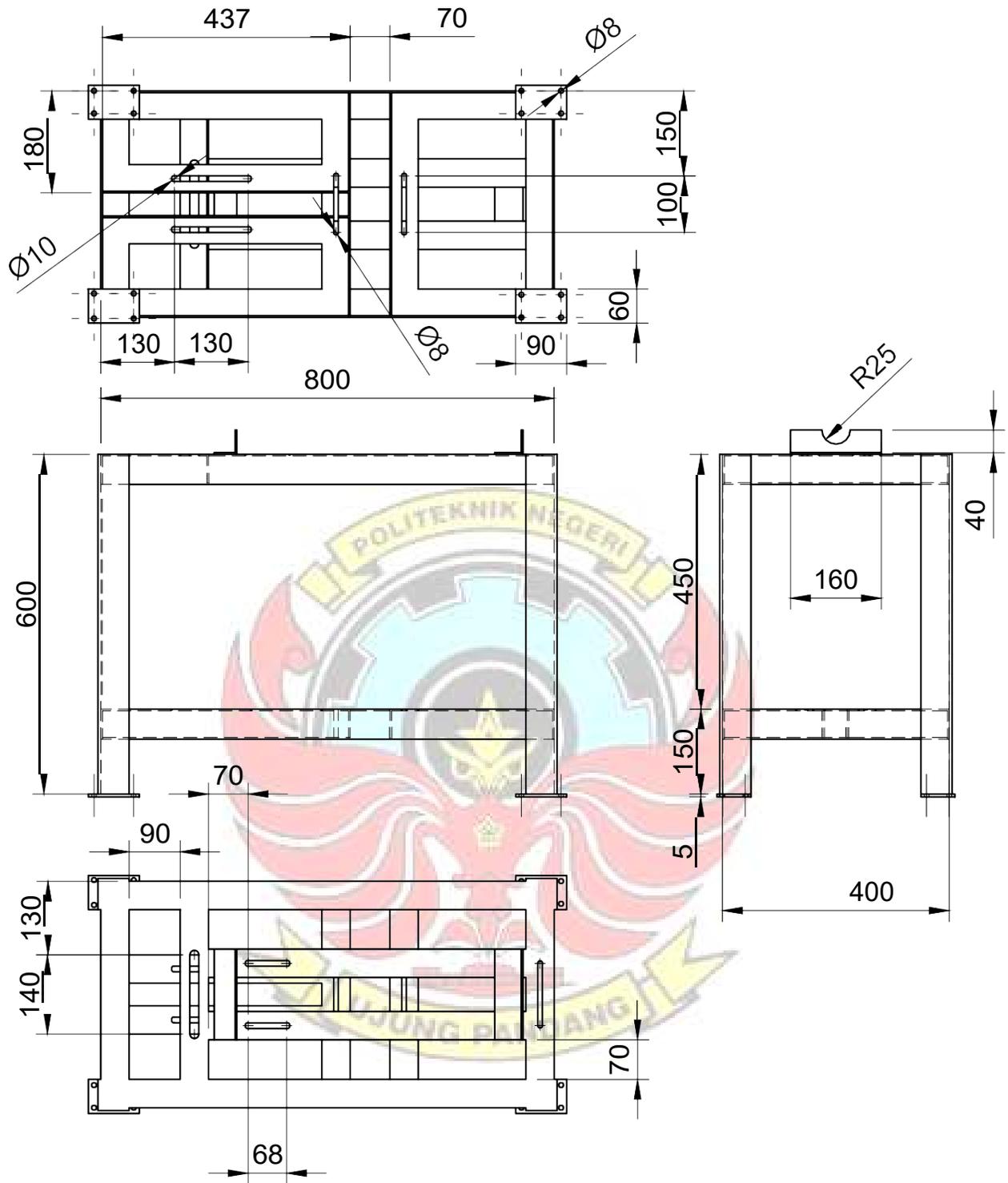


			Pipa Screw Conveyor	2	Stainless	800 x 400 x 600	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:5	Digambar MFG	
							Diperiksa MRN	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			MFG/009/010/011		

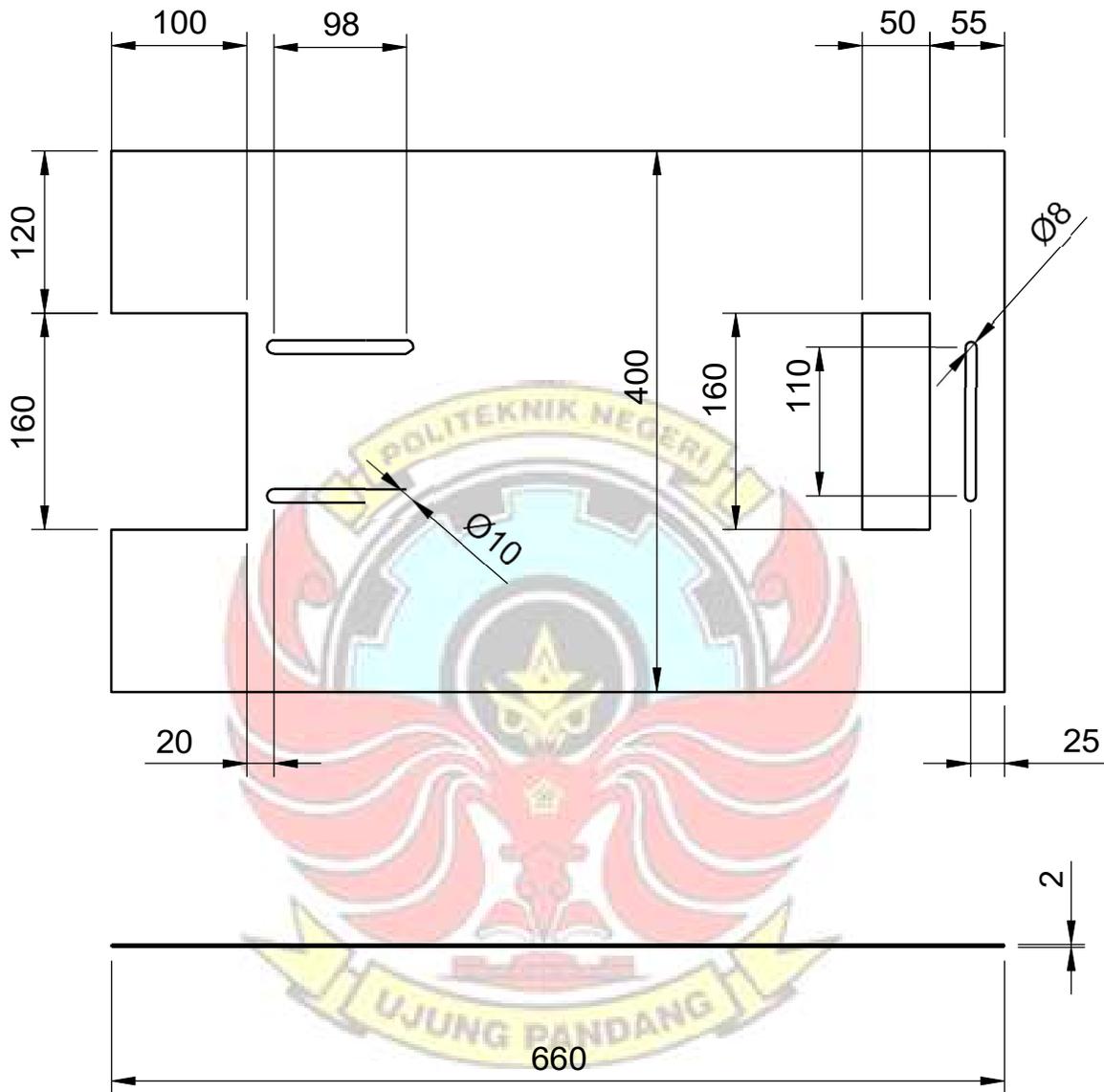
Tol±0.5 mm



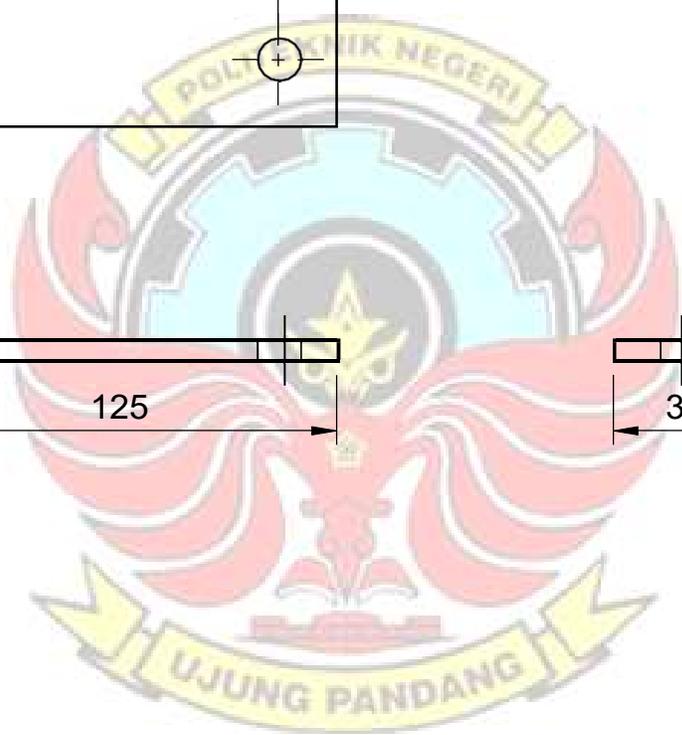
			Corong	3	ST-37	800 x 400 x 600	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:5	Digambar MFG	
							Diperiksa MRN	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			MFG/009/010/011.		



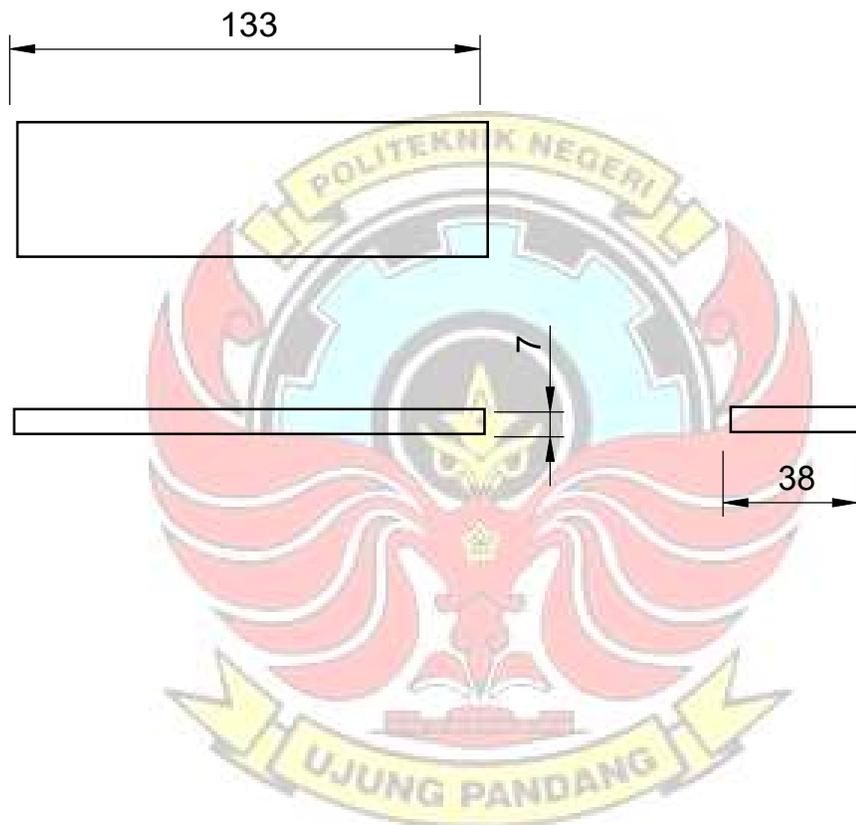
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Kerangka	4	Besi siku	800 x 400 x 600	Dibuat
III	Perubahan:				
	RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:10	Digambar MFG Diperiksa MRN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				MFG/009/010/011/.../...	



			Meja Kerangka	5	Plat alm.	800 x 400 x 600	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:5	Digambar MFG	
							Diperiksa MRN	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			MFG/009/010/011/.../...		



			Dudukan Bearing	6	Plat Strip	800 x 400 x 600	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR			Skala 1:2	Digambar MFG	
							Diperiksa MRN	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			MFG/009/010/011		



Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Dudukan Corong	7	Plat Strip	800 x 400 x 600	Dibuat
Perubahan:							
RANCANG BANGUN MESIN EKSTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR				Skala 1:2	Digambar MFG		
					Diperiksa MRN		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				MFG/009/010/011			

A

B

C

D

E

F

A

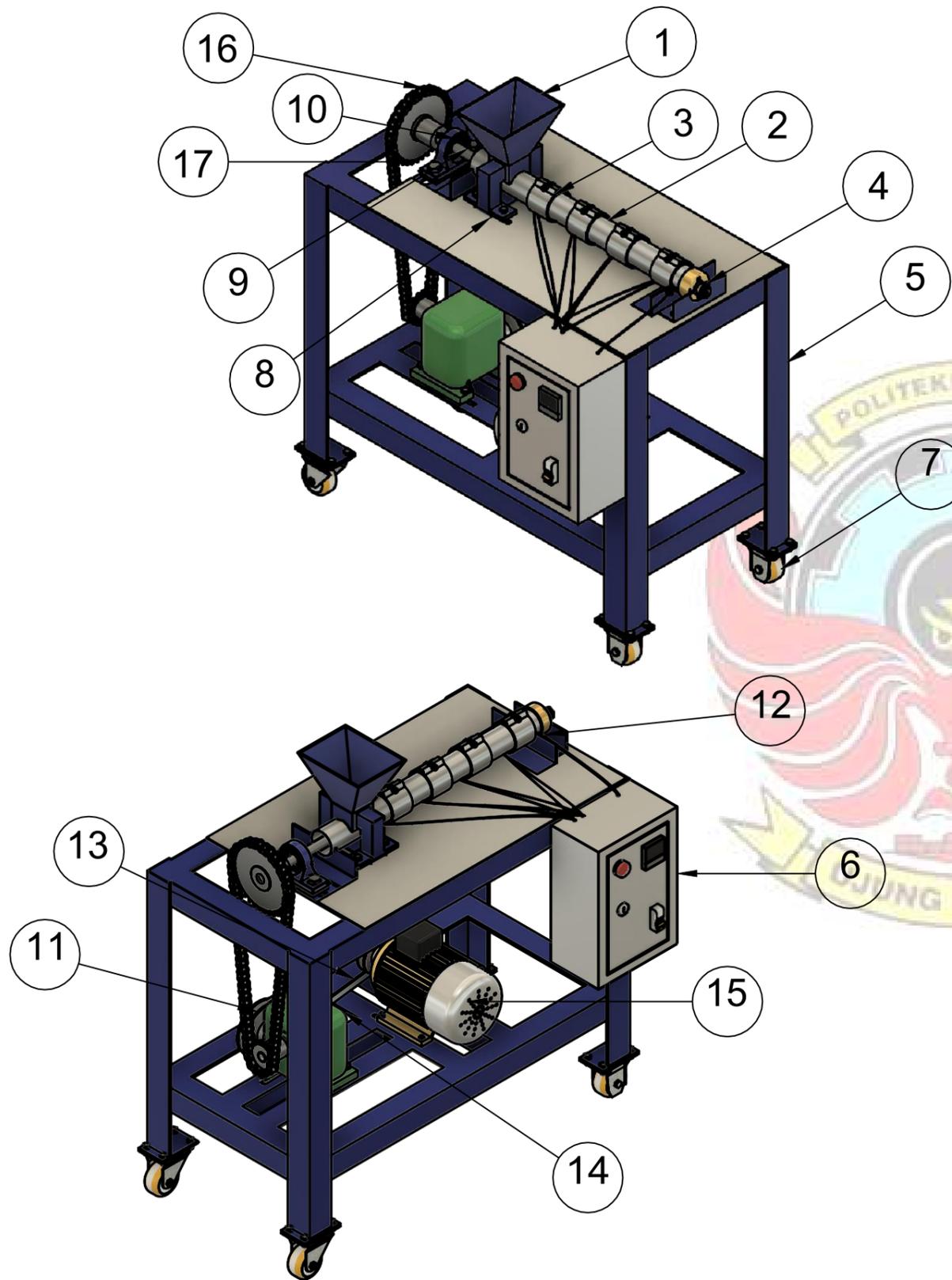
B

C

D

E

F



2	Roda Gigi	17	-	Roda Gigi 36 & 15	Dibeli
1	Rantai	16	-	Rantai Motor	Dibeli
1	Motor Listrik	15	-	$\frac{1}{4}$ hp	Dibeli
1	Speed Reducer	14	-	1 : 10	Dibeli
1	Sabuk V	13	-	No. 33	Dibeli
1	Thermocouple	12	-	-	Dibeli
2	Puli	11	-	Puli A 3 & 4 inch	Dibeli
1	Bearing	10	-	UCP 204	Dibuat
1	Screw Conveyor	9	Ring Plat	Ø50x25x500	Dibuat
1	Penutup Kerangka	8	Plat Alm.	600x400	Dibuat
4	Roda	7	-	2 inch	Dibeli
1	Panel Listrik	6	-	300x200x120	Dibeli
1	Rangka	5	Besi Siku	800x400x600	Dibuat
1	Nozzle	4	St-37	Baut M10	Dibuat
4	Heater	3	-	Ø55x50	Dibeli
1	Pipa Screw Conveyor	2	Pipa Stain.	Ø50x550	Dibuat
1	Corong	1	Plat Besi	10x120x200	Dibuat

Jumlah Nama Bagian No. Bag Bahan Spesifikasi Keterangan

III	II	I	Perubahan:			
			RANCANG BANGUN MESIN EKTRUSI PEMBUAT FILAMEN DENGAN PRINSIP SCREW CONVEYOR		Skala 1:10	Digambar MFG
						Diperiksa MRN
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		MFG/009/010/011	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

☎ 0411-585368, 585367, 585365 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Nursyahbani Putri Parahdiba (443 17 009)

2. Ikhlas Abdullah (443 17 010)

3. Dimas Fahmi Fahrul Roji (443 17 011)

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen dengan Prinsip Screw Conveyor**

No	Hari / Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	Kamis 3/06/2021	⇒ Mengganti bahan uji coba ke HDPE Pellet. ⇒ Memperbesar lubang bagian dalam nozzle, dan menghilangkan Chamfer pada ujung nozzle luar.	
2	Selasa 15/06/2021	⇒ mengganti puli yang menghubungkan screw dan reducer dengan roda gigi	
3.	Jumat 18/06/2021	⇒ meringkas proses/langkah kerja pada tabel pembuatan komponen di Bab 3	
4.	Rabu 30/06/2021	⇒ Tambahkan kesimpulan	
5	Kamis 15/07/2021	⇒ Perbaik gambar pada lampiran, ukuran kertas A4 harus Portrait	
6.	Selasa 20/07/2021	⇒ Lengkapi Daftar Isi, Daftar tabel, Daftar gambar sekaligus sampul.	

Makassar,

2021

Dosen Pembimbing I

Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19741106 200212 1 002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

☎ 0411-585368, 585367, 585365 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Nursyahbani Putri Parahdiba (443 17 009)
2. Ikhlas Abdullah (443 17 010)
3. Dimas Fahmi Fahrul Roji (443 17 011)

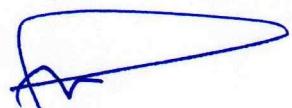
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen dengan Prinsip Screw Conveyor**

No	Hari / Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
7.	Kamis 5/08/2021	=> Lengkapi pembahasan pada Abstrak tambahkan proses perancangan dan kesimpulan.	
8.	Kamis 12/08/2021	=> Kurangi pembahasan pada jenis-jenis filamen	
9.	20/8-2021	ACC y disetujui	P

Makassar,

2021

Dosen Pembimbing I


Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741106 200212 1 002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

☎ 0411-585368, 585367, 585365 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Nursyahbani Putri Parahdiba (443 17 009)
2. Ikhlas Abdullah (443 17 010)
3. Dimas Fahmi Fahrul Roji (443 17 011)

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Ekstrusi pembuat Filamen dengan Prinsip Screw Conveyor**

No	Hari / Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	Senin / 2/8/2021	- Perbaiki judul dan daftar isi.	Rouaf.
2.	Rabu / 4/8/2021	- Perbaiki beberapa kalimat pada pendahuluan.	Rouaf.
3.	Senin / 9/8/2021	- Perbaiki tata tulis untuk semua kata berbahasa asing	Rouaf.
4.	12/8/2021	- Perhatikan kesesuaian antara daftar pustaka yang pada Bab dan daftar pustaka sendiri.	Rouaf.
5.	16/8/2021	- Perhatikan struktur kalimat. pada	Rouaf.
6.	20/8/2021	- Perhatikan kesesuaian antara kesimpulan dengan tujuan penelitian.	Rouaf.
7.	23/8/2021	- siap untuk ujian !	ACC Rouaf.

Makassar,

2021

Dosen Pembimbing II

Sitti Sahriana, S.S., M.AppLing.

NIP. 19740126 200604 2 001

LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Neosyahrani Putri P. / Ikhlas Abdullas / Dimas, Fahir
 STAMBUK : 4431 2009 / 44317010 / 443170 11
 Dimas, Fahir
 Fahirul Po

Catatan Penguji :

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
	Dr. Syaharudin	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Rumus lingkup - Perhitungan Temperatur - Jelaskan / Ceritakan tentang alat / kegunaan & pembahasannya - Kesimpulan sesuai tema - Berikan penjelasan alasan perhitungan di atasnya. 	<p>8/9.21</p> 
	Ir. Abd Salam	<ul style="list-style-type: none"> - Gambar kerja & ikuti norma - Data Hasil & perbaiki (Ada perbandingan) - Jelaskan cara menembek silinder ukuran - Penjelasan & lengkapi 	<p>13/9 - 2021</p> 
	Ahmad Zubair Sultan	<ul style="list-style-type: none"> - Heater & jelaskan posisi 3 (Trial & Error) 	
	Mus. Arsyad Syah	<ul style="list-style-type: none"> - Posisi Heater 	

Makassar, 26 Agustus 2021
 Ketua / Sekretaris Penguji,

Ahmad Zubair Sultan, ST. M.T., Ph.D

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.