

**ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA *SCREW SINGLE SIWAR* DAN *SCREW DOUBLE SIWAR* DALAM PROSES PRODUKSI PELET APUNG**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**JULIAN SINAGA**

**NPM : 208130057**



**PROGRAM STUDI TEKNI MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)12/5/26

**ANALISIS PERBANDINGAN *SCREW SINGLE SIWAR* DAN  
*SCREW DOUBLE SIWAR* DALAM PROSES PRODUKSI  
PELET APUNG**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana di  
Fakultas Teknik Universitas Medan Area

**OLEH:**

**JULIAN SINAGA  
NPM: 208130057**

**PROGRAM STUDI TEKNI MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


### HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Perbandingan Antara *Screw Single Siwar* dan *Screw Double siwar* dalam Proses Produksi Pelet Apung.  
Nama Mahasiswa : Julian Sinaga  
NPM : 208130057  
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

  
Ir. H. Darianto, Msc



  
Ir. H. Supriatno, S.T., M.T  
Dekan



  
Ir. H. Supriatno, S.T., M.T  
Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 29 September 2025

## HALAMAN PERNYATAAN

### HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



## HALAMAN PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

### HALAMAN PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, yang saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Julian Sinaga  
NPM : 208130057  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi/ Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalti noneksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas karya ilmiah yang berjudul : Analisis Perbandingan Antara *Screw Single Siwar* dan *Screw Double siwar* Dalam Proses Produksi Pelet Apung.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai hak pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 28 Oktober 2025

Yang menyatakan

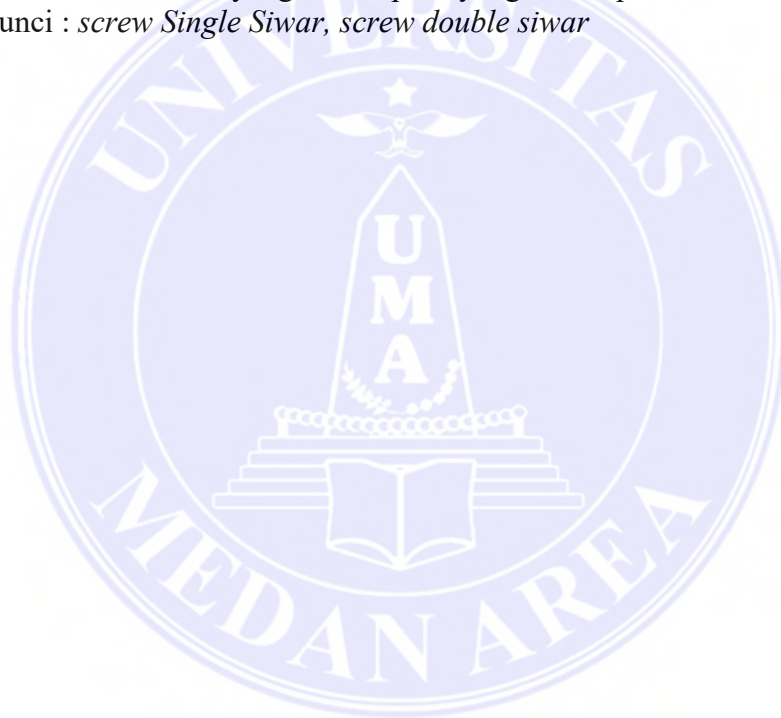


(Julian Sinaga)

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis laju aliran aktual dan laju alir evesiensi volumetrik .Tujuan penelitian ini adalah Menciptakan kinerja *screw Single Siwar* dan *screw double siwar* dalam proses ekstrusi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menciptakan dan Memberikan kontribusi bagi pengembangan desain *screw* dalam mesin ekstrusi. Menyediakan data empiris untuk meningkatkan efisiensi produksi pakan ikan dan juga menjadi refrensi bagi industry dalam memilih jenis *screw* yang sesuai kebutuhan.Untuk metode yang di pakai dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan metode statistik. Penelitian dilakukan di jalan asem N0. 2 desa bandar klippa percut sei tuan. Penelitian ini memperhitungkan bagian bagian komponen seperti *Screw Single Siwar* dan *screw double siwar* dan perhitungan yang matang untuk menciptakan hasil yang sesuai seperti yang di harapkan. Hasil simulasi menunjukkan hasil akhir yang baik seperti yang di harapkan.

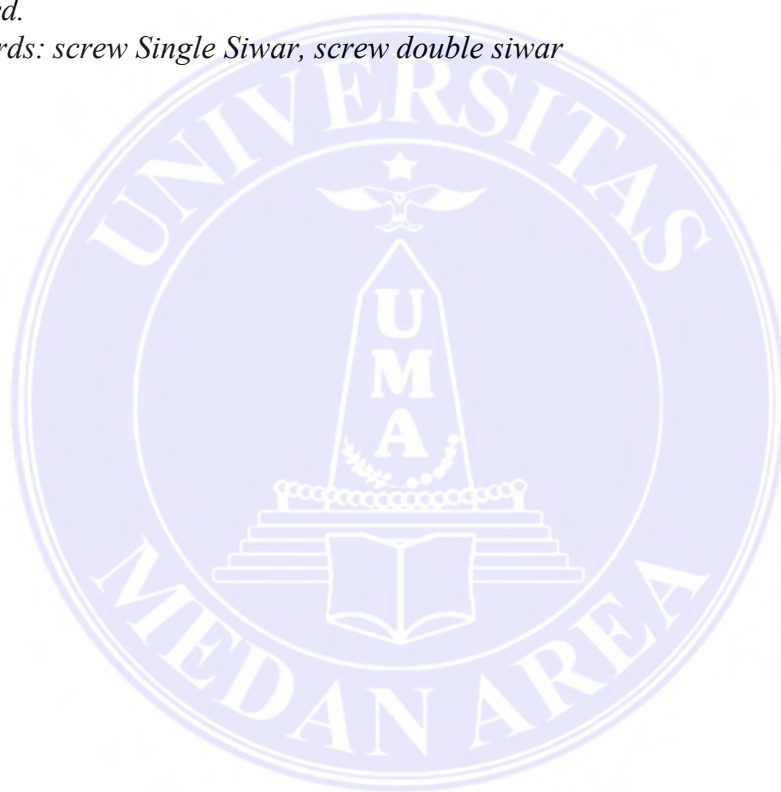
Kata Kunci : *screw Single Siwar*, *screw double siwar*



## ABSTRACT

*This study was conducted to analyze the actual flow rate and volumetric efficiency flow rate. The purpose of this study is to create the performance of a Single Siwar screw and a double siwar screw in the extrusion process. It is hoped that the results of this study can create and contribute to the development of screw design in extrusion machines. Provide empirical data to increase the efficiency of fish feed production and also be a reference for the industry in choosing the type of screw that suits their needs. The method used in this study is a descriptive method and a statistical method. The study was conducted on Jalan Asem N0. 2, Bandar Klippa Percut Sei Tuan Village. This study takes into account component parts such as a Single Siwar screw and a double siwar screw and careful calculations to create results that are as expected. The simulation results show good final results as expected.*

*Keywords: screw Single Siwar, screw double siwar*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Julian Sinaga lahir di Purba Dolok pada tanggal 13 juli 2001. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara yang merupakan putra dari Bapak Jonelinson Sinaga dan Ibu Merdiana Haloho.

Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis mulai dari pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 091354 Purba Dolok dari kelas 1 sampai kelas 6 dan selesai pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Purba dan selesai pada tahun 2016. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Raya dan selesai pada Tahun 2019. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan kejenjang perguruan tinggi yaitu di Universitas Medan Area (UMA) dan mengambil jurusan Teknik Mesin di Fakultas Teknik.

Awal masuk pendidikan di Universitas Medan Area penulis mengikuti program pengenalan kampus (PKKMB) selama 3 hari. kemudian , penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk selama 2 bulan.

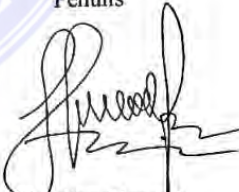
## KATA PENGANTAR

### KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga proposal/skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih oleh penulis dalam penelitian ini ialah dengan judul **“Analisis Perbandingan Antara Screw Single Siwar dan Screw Double siwar dalam Proses Produksi Pelet Apung”**.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir. H. Darianto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua Orang Tua saya Ayah J. Sinaga dan Ibu M. Haloho, abang dan kaka dan juga adik saya serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan Pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis Ucapkan terima kasih.

Penulis



(Julian Sinaga)

## DAFTAR ISI

ANALISIS PERBANDINGAN <i>SCREW SINGLE SIWAR</i> DAN <i>SCREW DOUBLE SIWAR</i> DALAM PROSES PRODUKSI PELET APUNG .....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Mesin Ekstruder .....	6
2.1.1 Aplikasi Dalam Produksi Pelet Apung .....	8
2.1.2 Perbandingan Kinerja Antara <i>Screw Single Siwar</i> Dan <i>Double siwar</i> .....	8
2.1.3 keuntungan dan kekurangan masing masing <i>screw</i> .....	9
2.1.4 <i>screw single</i> dan <i>double siwar</i> .....	10
2.1.5 perkembangan teknologi ekstrusi dalam industri pelet apung. ....	10
2.1.6 Pengaruh Kecepatan Ekstrusi Terhadap Kualitas Pelet Apung. ....	11
2.1.7 Efisiensi Energi Dalam Proses Ekstrusi.....	12
2.1.8 Aplikasi Dalam Berbagai Jenis Pelet Apung. ....	12
2.1.9 Tantangan Dalam Penggunaan <i>Screw Double siwar</i> .....	13

2.1.10	Tren Masa Depan Dalam Teknologi Ekstrusi.....	14
2.2	Desain Dan Fungsi <i>Screw</i> Dalam Mesin Ekstrusi.....	14
2.2.1	Fungsi <i>Screw</i> Dalam Ekstrusi.....	15
2.2.2	Keuntungan Dan Tantangan Dalam Desain <i>Screw</i> .....	16
2.3	<i>Screw Single Siwar</i> .....	17
2.3.1	Fungsi <i>Screw Single Siwar</i> .....	18
2.3.2	Kelebihan <i>Screw Single Siwar</i> .....	19
2.3.3	Kekurangan <i>Screw Single Siwar</i> .....	19
2.4	<i>Screw Double siwar</i> .....	19
2.4.1	Desain <i>Screw Double siwar</i> .....	20
2.4.2	Fungsi <i>Screw Double siwar</i> .....	20
2.4.3	Kelebihan <i>Screw Double siwar</i> .....	23
2.4.4	Kekurangan <i>Screw Double siwar</i> .....	25
2.4.5	Kualitas Pelet Apung.....	28
BAB III	.....	32
METODOLOGI PENELITIAN	.....	32
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	32
3.2	Bahan Dan Alat.....	33
3.3	Desain Penelitian.....	36
3.4	Prosedur Penelitian.....	38
3.5	Kendala Penelitian Dan Solusi.....	39
3.6	Luaran Penelitian.....	40
3.7	Teknik Analisis Data.....	40
3.7.1	Diagram Alir.....	41
BAB IV	.....	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	43
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian.....	43
4.1.1	Sistem <i>Screw</i> Tunggal ( <i>Single Siwar</i> ).....	43
4.1.2	Laju Alur Teoritis.....	43
4.1.3	Laju Alir Aktual Dan Efisiensi Volumetrik.....	46
4.1.4	Daya Yang Dibutuhkan Dan Konsumsi Energi Spesifik.....	48
4.1.5	Sistem <i>Screw</i> Ganda ( <i>Double siwar</i> ).....	49
4.2	Data Hasil Pengukuran Atau Pengujian.....	50
4.2.1	Efisiensi volumetrik.....	50
4.2.2	Konsumsi Energi Spesifik.....	52
4.2.3	Kualitas Produk (Indeks Pelelehan/ <i>Melt Flow Index</i> ).....	56

4.2.4	Laju Alir Aktual Dan Efisiensi Volumetrik.....	58
4.2.5	Daya Yang Dibutuhkan Dan Konsumsi Energi Spesifik.....	59
BAB V.....		61
SIMPULAN DAN SARAN .....		61
5.1	Simpulan.....	61
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA .....		63
LAMPIRAN.....		65



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	32
Tabel 4. 1 Efisiensi Volumetrik.....	52
Tabel 4. 2 Konsumsi Energi Ulir Tunggal Dan Ganda.....	55
Tabel 4. 3 Kualitas Produk (MFI).....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Screw Single Siwar</i> .....	7
Gambar 2. 2 <i>Screw Double siwar</i> .....	7
Gambar 3. 1 Mesin Ekstruder Modular.....	33
Gambar 3. 2 <i>Flow Meter</i> .....	34
Gambar 3. 3 <i>Wattmeter</i> .....	34
Gambar 3. 4 sensor suhu dan tekanan.....	35
Gambar 3. 5 <i>Mikrometer</i> .....	35
Gambar 3. 6 Gambar Diagram Alur.....	41
Gambar 4. 1 P erbandingan Evisiensi ulir tunggal dan ganda.....	52
Gambar 4. 2 DiagramKonsumsi energi ulir tunggal dan ganda.....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Mesin Ekstruder.....	65
Lampiran 2 menghitung putaran mesin .....	66
Lampiran 3 Memperbaiki <i>Screw</i> .....	67
Lampiran 4 melakukan pengelasan pada <i>screw</i> .....	68
Lampiran 5 Jenis <i>screw</i> .....	69



## DAFTAR NOTASI

$V_{saluran}$	=Volume satu putaran saluran ulir per unit panjang $m^3$ / putaran
$W$	= lebar saluran (m)
$H$	= kedalaman ulir
$N$	= kecepatan putar (RPM)
$\emptyset$	= sudut heliks (derajat atau radian)
$D_m$	= diameter rata rata saluran ( $D_m = (D + D_s)/2$ )
$L_{radial}$	= lebar flight ulir (biasanya sekitar 0.1 D-0.2 D)
$D$	= Diameter ulir (m)
$D_s$	= Diameter akar ulir (m) (Diasumsikan $D_s=0.6D$ )
$p$	= Pitch ulir (m)
$\rho_{bulk}$	= Densitas curah material ( $kg/m^3$ )
$P_{terukur}$	= Daya listrik terukur pada motor (Kw)
$Q_{aktual}$	= Laju Alir Aktual (kg/jam)
$V_s$	= Volume material yang dipindahkan per putaran per satu <i>screw</i>
$(m^3/putaran)$	
$N$	= Kecepatan putar <i>screw</i> (rps - putaran per detik)
$n_{screw}$	= Jumlah <i>screw</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Teknologi ekstrusi telah menjadi komponen penting dalam industri pengolahan pangan, khususnya untuk pembuatan pelet apung dalam industri pakan ikan. Salah satu komponen utama dalam mesin ekstrusi adalah *screw* yang berfungsi untuk mentransfer, mencampur, dan memberikan tekanan pada bahan baku agar terbentuk pelet yang sesuai. Perbedaan desain *screw*, seperti *Single Siwar* dan *double siwar*, dapat memengaruhi efisiensi mekanis, homogenitas produk, serta kualitas akhir pelet. (Mawardi, Indra.2019)

*Screw Single Siwar* memiliki desain yang lebih sederhana, namun sering kali menghadapi keterbatasan dalam homogenitas pencampuran. Di sisi lain, *screw double siwar* menawarkan kapasitas pencampuran yang lebih baik, tetapi memiliki tantangan dalam biaya produksi dan konsumsi energi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk membandingkan kinerja kedua jenis *screw* ini dalam aplikasi pembuatan pelet apung. (Raynonto, Muhammad Yusril, et al. 2023)

*Screw Single Siwar* adalah komponen utama dalam berbagai mesin ekstrusi, termasuk yang digunakan dalam pembuatan pelet apung. Dengan struktur spiral tunggal, *screw* ini dirancang untuk mengangkat, mencampur, dan menekan material melalui *barrel* ekstruder. Pemahaman mendalam tentang *Screw Single Siwar* mencakup sejarah, prinsip kerja, aplikasi, kelebihan, dan tantangan dalam penggunaannya. Teknologi *Screw Single Siwar* pertama kali dikembangkan pada awal abad ke-20 seiring dengan peningkatan kebutuhan akan metode pengolahan

material yang lebih efisien. Desainnya yang sederhana dan fungsional segera menjadi pilihan utama dalam industri makanan, plastik, dan pakan ternak. (Shodiq, Fajar. 2021)

Pada awalnya, *screw* ini hanya digunakan untuk aplikasi sederhana seperti mencampur bahan baku homogen. Namun, seiring waktu, inovasi dalam material dan teknik manufaktur memungkinkan pengembangan *Screw Single Siwar* yang lebih tahan lama dan efisien. Misalnya, penggunaan bahan seperti baja tahan karat dan teknik pelapisan khusus meningkatkan umur pakai *screw* dalam kondisi operasional yang keras. (Wibisono, Yossi, and Heri Warsito. 2024)

*Screw double siwar* adalah inovasi dalam teknologi ekstrusi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pengolahan material. Dengan dua alur spiral yang bekerja bersamaan, *screw* ini menjadi pilihan utama dalam aplikasi yang membutuhkan pencampuran intensif, kapasitas tinggi, dan stabilitas proses yang lebih baik. (Rao, Rajat Radhakrishna, et al 2024)

*Screw double siwar* mulai dikembangkan pada pertengahan abad ke-20 untuk menjawab kebutuhan industri yang semakin kompleks. Awalnya, teknologi ini dirancang untuk industri polimer, tetapi seiring waktu, aplikasinya meluas ke industri pakan ternak, makanan, dan bahan kimia. (Netto, Joaquim Manoel Justino, et al. 2022).

Di Afrika, ikan merupakan sumber protein hewani yang signifikan, mencukupi hingga 80% dari asupan protein hewani harian. Ikan adalah bagian penting dari makanan rumah tangga di Nigeria yang merupakan negara terpadat di Afrika. Ikan menyumbang sekitar 40% dari asupan protein negara, dengan konsumsi ikan sebesar 13,3 kg/orang/per tahun. Total produksi ikan per tahun lebih

Mengingat rendahnya produksi ikan Hal ini ditelusuri dari kurangnya pasokan pakan ikan yang disebabkan oleh tingginya biaya impor pakan ikan dan mesin pembuat pakan ikan di pasaran. Oleh karena itu, diperlukan improvisasi mesin buatan dalam negeri yang akan membantu permintaan memenuhi pakan ikan dalam produksi ikan untuk mendapatkan protein yang cukup dalam rantai makanan. Mesin pelet berteknologi canggih yang diimpor dari Eropa dan Amerika terlalu mahal dan rumit untuk dioperasikan oleh petani ikan dan ternak skala kecil dan menengah di Nigeria. Oleh karena itu, perlu dirancang dan dibuat mesin pelet yang tahan lama, terjangkau dan aman dioperasikan. Selain itu, penting juga untuk memiliki mesin pelet pakan ikan buatan lokal yang tahan lama dan terjangkau bagi petani ikan dan ternak skala kecil dan menengah di dalam negeri untuk mengurangi beban tinggi biaya mesin pelet impor.

Budidaya perikanan merupakan salah satu kegiatan yang terus mendapatkan perhatian secara serius dari pemerintah agar produksi perikanan nasional meningkat. Dengan pesatnya perkembangan budidaya perikanan di Indonesia membuat kebutuhan pakan ikan menjadi meningkat, sehingga apabila hanya mengandalkan pakan alami saja tidak akan mencukupi kapasitas pakan ikan tersebut dan juga hasil dari perkembangbiakan ikan kurang maksimal

dikarenakan ikan ternak tidak mendapat suplai pakan yang cukup. Pembuatan pakan ikan secara mandiri menggunakan mesin dengan prinsip *screw* pendorong, juga dengan resep yang tepat, serta bahan baku yang tepat dapat meningkatkan pendapatan peternak ikan. Selain itu, proses pembuatan pakan ikan menjadi lebih cepat dan kualitas *Pellet* menjadi lebih bagus dan pencampuran lebih merata Pada dasarnya sudah banyak peneliti maupun industri-industri alat tepat

guna yang sudah mengembangkan mesin pembuat *Pellet*, namun sepanjang studi yang sudah dilakukan hampir semuanya menggunakan mesin diesel dengan kapasitas yang cukup besar yaitu kurang lebih 8 HP dengan kapasitas rata-rata 100 kg. Selain efisiensi kebutuhan daya dari mesin yang tidak optimal dengan membuat *over capacity* daya mesin yang ada juga dapat menyebabkan kebisingan karena suara mesin itu sendiri. Penelitian ini ditekankan pada perhitungan-perhitungan kapasitas, daya, dan pemakaian komponen-komponen yang sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak *over capacity*. Kelebihan dari desain yang diusulkan adalah dapat meminimalisir daya yang dibutuhkan karena dihitung kebutuhannya secara teliti. Selain itu, mesin pembuat *Pellet* yang dirancang diharapkan memiliki efisiensi yang tinggi dengan menggunakan prinsip kerja *screw* pendorong yang memanfaatkan ulir – ulir pada *screw* sebagai wadah yang membawa bahan dan menekan (*pressing*) kearah ujung tabung (*form hole plate*) yang menjadikan bahan berbentuk *Pellet* padat. (Sigit Prismatul Hudha, 2020).

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Antara *Screw Single Siwar* dan *Screw Double siwar* Dan Proses Produksi Pelet Apung”

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka ditemukan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana efisiensi energi dan kapasitas produksi masing-masing jenis *screw*?

2. Apa saja keuntungan dan kerugian dari penggunaan *Screw Single Siwar* dibandingkan dengan *double siwar*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis Konsumsi energi dan efisiensi volumetrik untuk masing-masing jenis *screw*.
2. Memberikan rekomendasi jenis *screw* untuk produksi pelet apung.

### 1.4 Hipotesis Penelitian

1. Untuk mengetahui perbandingan konsumsi energi antara efisiensi masing-masing jenis *screw*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan desain *screw* dalam mesin ekstrusi.
2. Menyediakan data empiris untuk meningkatkan efisiensi produksi pakan ikan pada petani.
3. Menjadi referensi bagi industri pakan dalam memilih jenis *screw* yang sesuai dengan kebutuhan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mesin Ekstruder

Mesin *extruder* merupakan salah satu komponen utama dalam pembuatan pelet apung, yang berfungsi untuk mengolah bahan baku melalui proses pemanasan, pemadatan, dan pembentukan bentuk pelet. Dalam dunia ekstrusi, terdapat dua jenis *screw* yang sering digunakan, yaitu *Screw Single Siwar* dan *double siwar*.

*Screw Single Siwar (single screw)* adalah jenis *screw* yang hanya memiliki satu poros utama yang berputar. Proses ekstrusi dengan *Screw Single Siwar* lebih sederhana dan lebih mudah dioperasikan. Biasanya digunakan dalam produksi pelet apung dengan kapasitas produksi yang relatif kecil hingga menengah.

*Screw Double siwar (Twin screw)* memiliki dua poros yang berputar bersamaan dengan arah yang sama atau berlawanan. Keunggulan utama dari jenis ini adalah kemampuannya dalam menghasilkan proses pencampuran yang lebih baik, serta dapat menangani berbagai jenis bahan dengan lebih kompleks. *Screw double siwar* lebih sering digunakan dalam industri dengan kapasitas produksi yang lebih besar dan membutuhkan kontrol yang lebih detail dalam proses ekstrusi. (Darianto, Darianto, Amirsyam Nasution, and Muhammad Idris.2021)



Gambar 2. 1 *Screw Single Siwar*



Gambar 2. 2 *Screw Double Siwar*

### 2.1.1 Aplikasi Dalam Produksi Pelet Apung

Kedua jenis *screw* ini digunakan dalam proses pembuatan pelet apung, yang memerlukan ekstrusi bahan baku (biasanya campuran bahan alami seperti ikan, tepung jagung, dan bahan pengikat) menjadi pelet yang dapat mengapung di air. *Screw Single Siwar* cenderung digunakan untuk proses yang lebih sederhana dan pada skala produksi yang lebih kecil. Meskipun hasil yang dihasilkan dapat bervariasi, *extruder* jenis ini cukup efektif untuk pembuatan pelet yang tidak terlalu rumit dalam komposisinya.

*Screw Double siwar* lebih efektif untuk menghasilkan pelet dengan kualitas yang lebih stabil dan homogen. Mesin ini lebih sering dipilih untuk produksi pelet apung dalam skala besar, di mana kontrol yang lebih tinggi terhadap campuran bahan dan proses pembuatan pelet sangat penting. (Chaabani, Asma, et al.2022)

### 2.1.2 Perbandingan Kinerja Antara *Screw Single Siwar* Dan *Double siwar*

Beberapa studi telah membandingkan kinerja antara *Screw Single Siwar* dan *double siwar* dalam produksi pelet apung. Berikut adalah beberapa perbandingan yang ditemukan dalam penelitian:

- a. Kecepatan Ekstrusi: *Screw double siwar* umumnya memiliki kemampuan untuk mencapai kecepatan ekstrusi yang lebih tinggi karena proses pencampuran yang lebih efisien. Hal ini memungkinkan produksi pelet apung dalam jumlah lebih banyak dengan waktu yang lebih singkat.
- b. Homogenitas dan Kualitas Pelet: *Screw double siwar* unggul dalam hal homogenitas bahan karena proses pencampurannya lebih baik. Hal ini

menghasilkan pelet yang lebih seragam dalam ukuran dan komposisi, yang berpengaruh langsung pada daya apung dan daya tahan pelet tersebut.

- c. Efisiensi Energi: Pada beberapa penelitian, ditemukan bahwa meskipun *screw double siwar* lebih efisien dalam pencampuran dan menghasilkan pelet dengan kualitas lebih baik, tetapi jenis ini cenderung membutuhkan lebih banyak energi dibandingkan dengan *screw Single Siwar*.
- d. Keandalan dan Ketahanan Mesin: Mesin dengan *screw double siwar* seringkali lebih kompleks dan memerlukan perawatan yang lebih intensif dibandingkan dengan mesin *screw Single Siwar*. Namun, mesin ini juga lebih tahan lama dalam jangka panjang, terutama untuk produksi dalam skala besar. (Ali, S. S. A., K. Ambasankar, and S. Nandakumar 2021).

### 2.1.3 keuntungan dan kekurangan masing masing *screw*

1. Keuntungan *Screw Single Siwar*:
  - a. Desain yang lebih sederhana dan lebih mudah dalam perawatan.
  - b. Biaya investasi awal yang lebih rendah.
  - c. Efisien pada skala produksi kecil hingga menengah
2. Kekurangan *Screw Single Siwar*:
  - a. Pencampuran bahan yang kurang efisien, menghasilkan pelet yang kurang homogen.
  - b. Kecepatan ekstrusi terbatas dibandingkan dengan *double siwar*.
  - c. Kualitas pelet yang dihasilkan bisa bervariasi.
3. Keuntungan *Screw Double siwar*:
  - a. Proses pencampuran bahan yang lebih efisien, menghasilkan pelet dengan

- kualitas lebih baik dan homogen.
- b. Kapasitas produksi yang lebih tinggi dan lebih cepat.
  - c. Lebih efektif dalam menangani bahan baku dengan karakteristik yang lebih kompleks.
4. Kekurangan *Screw Double siwar*:
- a. Biaya investasi dan perawatan yang lebih tinggi.
  - b. Konsumsi energi yang lebih tinggi.
  - c. Memerlukan pengoperasian yang lebih kompleks.

#### 2.1.4 *screw single dan double siwar*

Pemilihan antara *Screw Single Siwar* dan *double siwar* dalam produksi pelet apung tergantung pada kebutuhan spesifik produksi, kapasitas, dan sumber daya yang tersedia. *Screw Single Siwar* lebih cocok untuk produksi skala kecil dengan biaya rendah dan kemudahan operasional, sedangkan *screw double siwar* lebih sesuai untuk produksi skala besar dengan kualitas pelet yang lebih konsisten dan efisien. (Munguti, Jonathan M., et al 2021).

#### 2.1.5 perkembangan teknologi ekstrusi dalam industri pelet apung.

Teknologi ekstrusi telah berkembang pesat sejak pertama kali digunakan dalam pembuatan pelet apung. Seiring dengan berkembangnya teknologi mesin dan meningkatnya permintaan terhadap pelet apung berkualitas tinggi, desain dan penggunaan *screw* dalam mesin ekstruder juga mengalami perubahan. Pada awalnya, industri lebih mengandalkan mesin dengan *Screw Single Siwar* yang lebih sederhana dan lebih terjangkau untuk kebutuhan produksi dalam jumlah terbatas.

Namun, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan kualitas dan volume produksi yang lebih besar, penggunaan *screw double siwar* semakin populer karena kemampuan teknologinya dalam memberikan keunggulan dalam pencampuran bahan dan menghasilkan produk yang lebih homogen. (Diamahesa, Wastu Ayu, and Thoy Batun Citra Rahmadani. 2024)

*Screw double siwar* dirancang dengan dua poros berputar yang memungkinkan proses pencampuran yang lebih efektif dan efisien. Hal ini mengatasi salah satu kelemahan utama dari *screw Single Siwar*, yakni pencampuran yang kurang optimal. Pada mesin dengan *screw Single Siwar*, bahan baku cenderung tidak tercampur secara merata, yang dapat mempengaruhi kualitas pelet yang dihasilkan. Sebaliknya, *screw double siwar* mampu menangani bahan baku dengan karakteristik yang lebih kompleks, seperti bahan yang lebih keras atau viskositas tinggi, dan menghasilkan pelet dengan kualitas yang lebih stabil dan lebih homogen. (Rao, Rajat Radhakrishna, et al 2022).

#### 2.1.6 Pengaruh Kecepatan Ekstrusi Terhadap Kualitas Pelet Apung.

Kecepatan ekstrusi menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas dan kestabilan pelet apung yang dihasilkan. *Screw double siwar*, dengan kemampuannya untuk mencampur bahan lebih cepat dan lebih efektif, dapat mencapai kecepatan ekstrusi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *screw Single Siwar*. Hal ini mempengaruhi waktu produksi, yang sangat krusial dalam produksi skala besar. Mesin dengan *screw double siwar* dapat memproduksi pelet dalam jumlah yang lebih banyak dengan waktu yang lebih singkat, menjadikannya pilihan yang lebih efisien untuk industri dengan permintaan tinggi. (Santoso, Rahmat,

Garnadi Jafar, and Siti Raeyuni Maulidia Belina 2023)

Namun, penting untuk dicatat bahwa kecepatan ekstrusi yang lebih tinggi juga membawa tantangan tersendiri, seperti peningkatan suhu dan tekanan yang dapat mempengaruhi tekstur dan ketahanan pelet apung. Untuk itu, mesin dengan *screw double siwar* perlu dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dan tekanan yang lebih canggih untuk memastikan kualitas pelet tetap optimal tanpa mengalami *over-heating* atau kerusakan pada bahan baku. (Zaman, Asep Badru 2017)

#### 2.1.7 Efisiensi Energi Dalam Proses Ekstrusi.

Penelitian menunjukkan bahwa meskipun penggunaan *screw double siwar* cenderung lebih boros energi pada tahap awal, pengoptimalan desain dan pengaturan suhu yang tepat dapat membantu mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Selain itu, peningkatan efisiensi produksi dan pengurangan waktu produksi juga dapat mengurangi biaya operasional yang berhubungan dengan konsumsi energi. (Ahmad, Miqdad Dzakkiy Nur, and Toegas Soegeng Soegiarto 2024).

#### 2.1.8 Aplikasi Dalam Berbagai Jenis Pelet Apung.

Mesin dengan *Screw Single Siwar* lebih sering digunakan untuk pembuatan pelet apung dengan bahan baku yang relatif sederhana dan sedikit variasi dalam komposisinya. Pada umumnya, jenis mesin ini cocok untuk skala industri kecil hingga menengah, seperti pembuatan pakan ikan dengan komposisi bahan baku yang sudah terstandarisasi. Proses ekstrusi dengan *Screw Single Siwar* cukup efisien

untuk bahan baku yang memiliki kestabilan viskositas dan aliran yang baik (Ramadhan, Rahmat 2021).

Sebaliknya, mesin dengan *screw double siwar* digunakan pada skala industri besar yang memerlukan kontrol kualitas yang ketat dan kemampuan untuk menangani bahan baku yang lebih beragam. Mesin jenis ini dapat digunakan untuk membuat pelet apung dengan berbagai campuran bahan, seperti tepung ikan, bahan pengikat, dan sumber protein lainnya, dengan variasi tingkat kelembaban dan kepadatan yang berbeda. Keunggulan lainnya adalah kemampuan untuk menghasilkan pelet dengan daya apung yang lebih baik dan daya tahan yang lebih lama.

#### 2.1.9 Tantangan Dalam Penggunaan *Screw Double siwar*

Meskipun mesin dengan *screw double siwar* menawarkan berbagai keuntungan, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi oleh industri. Salah satunya adalah biaya awal yang lebih tinggi untuk investasi dalam mesin dengan desain lebih kompleks. Selain itu, mesin ini juga memerlukan perawatan yang lebih intensif dan keahlian teknis dalam pengoperasiannya. Komponen seperti poros dan sistem pengatur suhu harus dijaga dengan baik agar tetap berfungsi optimal.

Selain itu, konsumsi energi yang lebih tinggi pada mesin dengan *screw double siwar* juga menjadi perhatian, terutama dalam konteks peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, pengoptimalan desain mesin dan peningkatan efisiensi energi menjadi fokus utama bagi para insinyur dan peneliti dalam meningkatkan performa mesin ekstruder ini.

### 2.1.10 Tren Masa Depan Dalam Teknologi Ekstrusi.

Ke depan, tren teknologi ekstrusi dalam industri pembuatan pelet apung diperkirakan akan bergerak menuju inovasi yang lebih ramah lingkungan dan efisien energi. Mesin ekstruder dengan *screw double siwar* kemungkinan akan lebih banyak dilengkapi dengan teknologi kontrol otomatis yang lebih canggih, seperti sistem pemantauan suhu dan tekanan yang lebih presisi, serta penggunaan material yang lebih ringan dan tahan lama. Selain itu, peningkatan desain *screw* itu sendiri, dengan fokus pada pengurangan konsumsi energi tanpa mengorbankan kualitas dan kecepatan produksi, akan menjadi salah satu area riset yang utama (Darianto, Amirsyam Nasution, and Muhammad Idris 2021).

## 2.2 Desain Dan Fungsi *Screw* Dalam Mesin Ekstrusi.

*Screw* adalah komponen utama dalam mesin ekstrusi yang berfungsi untuk mengolah material dengan cara mengangkat, mencampur, dan menekan bahan baku melalui *barrel* hingga menghasilkan produk akhir. Desain *screw* yang tepat sangat penting untuk mencapai efisiensi dan kualitas dalam proses ekstrusi. Artikel ini membahas desain, fungsi, jenis, dan aplikasi *screw* dalam mesin ekstrusi secara detail. *Screw* dalam mesin ekstrusi terdiri dari tiga bagian utama:

1. Bagian Feeding (Pengisian):
  - a. Terletak di dekat hopper tempat material dimasukkan.
  - b. Alur pada bagian ini lebih dalam untuk menangkap material dan menggerakkannya ke depan.
2. Bagian Compression (Kompresi):
  - a. Alur spiral menjadi lebih dangkal untuk meningkatkan tekanan dan suhu

material.

- b. Proses ini penting untuk pencampuran dan homogenisasi bahan baku.
3. Bagian Metering (Pencetakan):
    - a. Alur spiral paling dangkal untuk memastikan tekanan maksimum sebelum material keluar melalui cetakan (*die*).

Desain *screw* juga melibatkan parameter penting seperti:

- b. Diameter *Screw*: Menentukan kapasitas pengolahan.
- c. Panjang terhadap Diameter (L/D Ratio): Rasio ini mempengaruhi tingkat pencampuran dan homogenisasi.
- d. Sudut Heliks: Memengaruhi efisiensi pengangkutan material.
- e. Jenis Alur: Bisa dalam bentuk alur dalam, alur dangkal, atau variasi lainnya tergantung pada jenis material.

#### 2.2.1 Fungsi *Screw* Dalam Ekstrusi.

1. Transportasi Material: Dari lubang hopper material dimasukkan kedalam barrier dan di dorong oleh *Screw* kearah depan utk diproses lebih lanjut dimana fungsi *screw* di posisi paling belakan ini berguna untuk mengangkut bahan dimana kapasitas angkutnya bergantung pada kecepatan putaran scre serta desai ulir nya.
2. Pencampuran dan Homogenisasi: Bahagian kedua dari pada *screw* ini adalah pencampuran bahan agar dapat menjadi lebih homogeny walaupun bahan yang dimasukkan telah diaduk pada mesin mixer namun dilakukan pencampuran ulang di section kedua ini. Hal tersebut penting bagi proses kompresi kedepan *screw* sehingga mendapatkan sifat fisik yang lebih baik

untuk dat di extrude ke dalam cetakan.

3. Kompresi dan Pemanasan:  
Pada ulir terakhir ini material di tekan dan dipanaskan sehingga secara langsung dapat mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan dan di section ini adalah penentu dalam proses extrusion sehingga bahan dapat menjadi apung.
4. Pencetakan: Pada mulut *screw* terdapat beberapa lubang cetakan yang sama besar dan penekanan akhir adalah melewati cetakan tersebut. cara kerjanya adalah *Screw* mendorong material keluar melalui die untuk membentuk produk akhir, seperti pelet, lembaran, atau profil tertentu.

#### 2.2.2 Keuntungan Dan Tantangan Dalam Desain *Screw*.

Keuntungan:

1. Efisiensi Produksi: Proses yang kontinu dan otomatis meningkatkan kapasitas produksi.
2. Fleksibilitas Desain: *Screw* dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tertentu.
3. Peningkatan Kualitas Produk: Desain yang baik memastikan produk akhir yang konsisten.

Tantangan:

1. Material yang Sulit Diolah: Bahan dengan sifat lengket atau abrasif memerlukan desain *screw* khusus.
2. Kerumitan Desain: Desain *screw* harus mempertimbangkan banyak variabel, seperti viskositas material dan suhu proses.

3. Keausan: *Screw* sering mengalami keausan akibat gesekan dan tekanan tinggi, sehingga memerlukan material tahan aus.

### 2.3 *Screw Single Siwar*

*Screw Single Siwar* adalah salah satu komponen utama dalam mesin ekstrusi yang berfungsi untuk mengolah material dengan cara mencampur, memampatkan, dan mendorongnya menuju cetakan (*die*) untuk membentuk produk akhir. Teknologi ini telah digunakan secara luas dalam berbagai industri, seperti plastik, pakan ternak, dan makanan, karena desainnya yang sederhana namun efisien. *Screw Single Siwar* memiliki desain yang terdiri dari satu alur spiral (*heliks*) yang melilit sepanjang porosnya (Suryana, Tatang 2019).

Desain ini mencakup beberapa elemen penting:

1. *Feeding Zone* (Zona Pengisian):
  - a. Terletak di bagian awal *screw*.
  - b. Alur lebih dalam untuk menangkap dan menggerakkan material ke depan.
2. *Compression Zone* (Zona Kompresi):
  - a. Alur menjadi lebih dangkal untuk meningkatkan tekanan dan suhu material.
  - b. Proses ini memastikan pencampuran dan homogenisasi bahan.
3. *Metering Zone* (Zona Pencetakan):
  - a. Alur paling dangkal untuk memberikan tekanan konstan sebelum material keluar melalui cetakan.

#### Parameter Desain:

- a. Diameter *Screw*: Menentukan kapasitas material yang dapat diproses.
- b. Pitch: Jarak antar alur yang memengaruhi efisiensi transportasi.
- c. L/D Ratio (Panjang terhadap Diameter): Memengaruhi tingkat homogenisasi material.
- d. Sudut Heliks: Mempengaruhi kecepatan dan efisiensi pengangkutan material.

#### 2.3.1 Fungsi *Screw Single Siwar*

*Screw Single Siwar* memiliki beberapa fungsi utama dalam proses ekstrusi:

1. Transportasi Material:
  - a. Mengangkut material dari hopper ke ujung *barrel* dengan alur spiral.
2. Pencampuran dan Homogenisasi:
  - a. Bagian *Compression Zone* berfungsi untuk mencampur material secara merata.
3. Kompresi dan Pemanasan:
  - a. Meningkatkan tekanan dan suhu material untuk memastikan bahan menjadi cukup plastis.
4. Pengeluaran Material:
  - a. Material yang telah diproses didorong keluar melalui cetakan untuk membentuk produk akhir.

### 2.3.2 Kelebihan *Screw Single Siwar*.

1. Desain Sederhana: Mudah diproduksi dan dirawat.
2. Efisiensi Energi: Memerlukan daya lebih rendah dibandingkan *screw double siwar*.
3. Biaya Lebih Rendah: Investasi awal dan biaya operasional lebih rendah.
4. Cocok untuk Material Homogen: Efektif untuk bahan baku dengan sedikit variasi.

### 2.3.3 Kekurangan *Screw Single Siwar*

1. Pencampuran Terbatas: Kurang cocok untuk material heterogen yang membutuhkan pencampuran intensif.
2. Kapasitas Terbatas: Kurang efisien untuk aplikasi dengan kebutuhan produksi besar.
3. Sensitif terhadap Penyumbatan: Desain alur tunggal dapat meningkatkan risiko penyumbatan jika material tidak homogen.

Rumus :

$$Q_{teoritis} = V_{saluran} \times N \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$V_{saluran}$  = volume satu putaran saluran ulir per unit panjang  $m^3$ /putaran.

N = kecepatan putar *screw* (rps-putaran per detik).

## 2.4 *Screw Double siwar*

*Screw double siwar* adalah jenis *screw* dalam mesin ekstrusi yang dirancang

dengan dua alur spiral (siwar). Konfigurasi ini memberikan keunggulan dalam pencampuran material dan pengolahan bahan baku yang lebih kompleks dibandingkan dengan *screw Single Siwar*. *Screw double siwar* sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan homogenitas tinggi atau kapasitas besar, seperti pengolahan polimer campuran, bahan makanan, dan pakan ternak.

#### 2.4.1 Desain *Screw Double siwar*

*Screw double siwar* memiliki dua alur spiral yang bisa saling bertautan (*intermeshing*) atau tidak bertautan (*non-intermeshing*), tergantung pada aplikasinya. Desainnya terdiri dari tiga zona utama:

1. *Feeding Zone* (Zona Pengisian): Alur spiral lebih dalam untuk menangkap dan mengangkat material.
2. *Compression Zone* (Zona Kompresi): Alur menjadi lebih dangkal untuk meningkatkan tekanan dan suhu mater.
3. *Metering Zone* (Zona Pencetakan): Alur paling dangkal untuk memberikan tekanan konstan sebelum material keluar melalui cetakan.

#### 2.4.2 Fungsi *Screw Double siwar*

*Screw double siwar* memiliki beberapa fungsi utama dalam proses ekstrusi:

1. Pengangkutan Bahan (*Material Conveying*)

*Screw double siwar* berfungsi untuk mengangkat bahan baku dari hopper (tempat bahan dimasukkan) ke sepanjang *barrel* (silinder mesin) menuju cetakan (*die*). Proses pengangkutan ini terjadi dengan bantuan ulir pada kedua *screw*, yang bekerja bersama-sama untuk memastikan bahan terus bergerak dengan stabil tanpa

hambatan.

Keunggulan: Pengangkutan lebih stabil dibandingkan *screw Single Siwar*, terutama untuk bahan dengan viskositas tinggi atau partikel yang besar.

## 2. Pencampuran Bahan (*Mixing*)

Fungsi utama lainnya adalah mencampur bahan baku hingga merata. Dua poros ulir yang berputar menciptakan interaksi mekanis yang memungkinkan bahan-bahan yang berbeda (misalnya tepung, protein, aditif, dan cairan) tercampur dengan baik.

*Co-rotating Twin Screw*: Cocok untuk pencampuran bahan lembut dan homogenisasi.

*Counter-rotating Twin Screw*: Lebih agresif untuk pencampuran bahan yang lebih keras atau sulit tercampur.

## 3. Pencairan dan Pelelehan (*Melting*)

*Screw double siwar* dirancang untuk menghasilkan panas melalui gesekan mekanis antara bahan baku dengan *screw* serta *barrel*. Panas ini membantu mencairkan atau meleburkan bahan baku, sehingga lebih mudah dibentuk menjadi produk akhir.

Distribusi Panas Merata: Dua *screw* memastikan bahwa panas tersebar secara merata di sepanjang bahan, mengurangi risiko *overheating* atau *under-heating*

## 4. Pengompresan dan Pematatan (*Compression*)

Bahan baku yang dimasukkan sering kali memiliki sifat ringan atau longgar. *Screw double siwar* memadatkan bahan tersebut melalui tekanan mekanis, meningkatkan densitas bahan sebelum melewati cetakan.

Fungsi Tekanan: Tekanan yang dihasilkan memungkinkan bahan baku menyatu

dengan baik, menghasilkan produk yang lebih solid dan berkualitas.

#### 5. Pemotongan (*Shearing*)

*Screw double siwar* menciptakan gaya geser (*shear force*) yang memecah atau menghancurkan partikel besar dalam bahan baku menjadi ukuran yang lebih kecil. Proses ini membantu meningkatkan homogenitas bahan.

Pemotongan Halus: Memastikan bahan baku tercampur secara mikro, menghasilkan pelet dengan kualitas permukaan yang lebih baik.

#### 6. Deaerasi (Pembuangan Udara)

Pada bahan baku yang mengandung udara atau gas, *screw double siwar* membantu mengeluarkan udara tersebut selama proses ekstrusi. Hal ini penting untuk memastikan bahan baku lebih padat dan bebas dari rongga udara yang dapat memengaruhi kualitas produk.

Keunggulan: Mengurangi porositas pada produk akhir seperti pelet atau material cetak.

#### 7. Kontrol Viskositas dan Aliran Bahan (*Viscosity and Flow Control*)

*Screw double siwar* mengatur viskositas bahan dengan menyesuaikan tekanan, suhu, dan kecepatan rotasi *screw*. Ini memastikan bahan memiliki karakteristik aliran yang sesuai untuk proses ekstrusi dan pembentukan akhir.

Fleksibilitas Proses: Dapat menangani berbagai jenis bahan dengan viskositas yang berbeda, dari bahan cair hingga pasta atau padat.

#### 8. Pencetakan (*Shaping*)

Setelah bahan diproses, *screw double siwar* mendorongnya ke cetakan (*die*). Cetakan ini menentukan bentuk produk akhir, seperti pelet silinder, pipa plastik,

atau produk makanan hewan.

Konsistensi Bentuk: Dua *screw* memastikan bahan yang keluar memiliki tekanan dan aliran yang seragam, menghasilkan produk dengan bentuk konsisten

#### 9. Pengendalian Suhu dan Tekanan (*Temperature and Pressure Regulation*)

*Screw double siwar* membantu mengontrol suhu dan tekanan di sepanjang *barrel*. Kombinasi putaran ulir dan gesekan mekanis memungkinkan proses ekstrusi berjalan pada parameter yang optimal.

Manfaat: Mencegah kerusakan bahan baku akibat suhu yang terlalu tinggi atau tekanan yang tidak stabil.

#### 10. Efisiensi Produksi

Dengan kecepatan rotasi yang lebih tinggi dan kapasitas angkut yang lebih besar dibandingkan *screw Single Siwar*, *screw double siwar* meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

Kapasitas Besar: Dapat memproses lebih banyak bahan dalam waktu yang lebih singkat, cocok untuk kebutuhan produksi skala besar.

### 2.4.3 Kelebihan *Screw Double siwar*

#### 1. Pencampuran yang Lebih Efisien

Dua poros *screw* yang berputar memungkinkan proses pencampuran bahan yang lebih merata. Hal ini sangat penting untuk menghasilkan pelet dengan kualitas yang konsisten, terutama jika menggunakan bahan baku dengan karakteristik yang berbeda (misalnya, kelembapan, viskositas, atau tekstur).

#### 2. Kemampuan Menangani Bahan yang Kompleks

*Screw double siwar* dapat menangani bahan dengan viskositas tinggi,

kelembapan rendah, atau campuran yang sulit diproses oleh *screw Single Siwar*. Ini membuatnya cocok untuk bahan baku yang mengandung protein tinggi, lemak, atau komponen tambahan seperti vitamin dan mineral.

### 3. Produksi dengan Kapasitas Lebih Besar

Desain *Twin screw* memungkinkan ekstrusi dengan kecepatan lebih tinggi, sehingga dapat menghasilkan pelet dalam jumlah yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini menjadikannya ideal untuk kebutuhan industri dengan skala produksi tinggi.

### 4. Kualitas Pelet yang Lebih Baik

Pelet yang dihasilkan oleh *screw double siwar* biasanya lebih seragam dalam hal ukuran, bentuk, dan komposisi. Hal ini berkontribusi pada daya apung yang lebih baik, stabilitas di air, dan daya tahan selama penyimpanan.

### 5. Kemampuan Kontrol Proses yang Lebih Baik

*Screw double siwar* sering dilengkapi dengan pengaturan suhu, tekanan, dan kecepatan yang lebih canggih, memungkinkan operator untuk mengontrol setiap tahap proses ekstrusi dengan lebih presisi. Ini membantu memastikan bahwa pelet yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

### 6. Reduksi Pemanasan Berlebihan (*Overheating*)

Desain *Twin screw* memungkinkan distribusi panas yang lebih merata selama proses ekstrusi, sehingga mengurangi risiko pemanasan berlebihan yang dapat merusak nutrisi atau tekstur bahan baku.

### 7. Fleksibilitas dalam Formula Pelet

Mesin ini mampu memproses berbagai formula pelet dengan bahan baku yang beragam tanpa mengorbankan kualitas produk. Ini sangat berguna untuk produksi

pelet dengan kandungan nutrisi yang spesifik untuk kebutuhan tertentu, seperti pakan ikan, unggas, atau hewan peliharaan.

#### 8. Peningkatan Efisiensi Produksi

Efisiensi proses ekstrusi lebih tinggi karena bahan baku diproses lebih cepat dan dengan hasil yang lebih optimal. Meskipun konsumsi energi sedikit lebih tinggi, efisiensi waktu dan kualitas produk dapat mengimbangi biaya tambahan tersebut.

#### 9. Pengurangan Limbah Produksi

Proses pencampuran yang lebih efisien dan kontrol yang lebih baik mengurangi limbah atau produk cacat, sehingga lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

### 2.4.4 Kekurangan *Screw Double siwar*

#### 1. Biaya Investasi yang Tinggi

*Screw double siwar* memiliki desain yang lebih kompleks dibandingkan *screw Single Siwar*, sehingga harga pembelian awal mesin ini jauh lebih mahal.

Faktor Penyebab:

- a. Struktur *Twin screw* yang lebih rumit.
- b. Material berkualitas tinggi untuk memastikan daya tahan komponen.

Implikasi: Hanya cocok untuk industri dengan skala produksi besar yang mampu menanggung investasi awal yang besar.

#### 2. Pemeliharaan Lebih Rumit dan Mahal.

Dibandingkan *screw Single Siwar*, sistem *Twin screw* memerlukan perawatan yang lebih intensif karena memiliki lebih banyak komponen yang bergerak.

Faktor Penyebab:

- a. Dua poros *screw* yang perlu diselaraskan.

- b. Tingkat keausan yang lebih tinggi akibat gesekan yang lebih intens.

Implikasi:

- a. Biaya penggantian komponen, seperti ulir dan bearing, lebih mahal.
  - b. Waktu downtime mesin untuk pemeliharaan juga lebih lama.
3. Konsumsi Energi Lebih Tinggi.

*Screw double siwar* membutuhkan daya yang lebih besar untuk mengoperasikan dua poros *screw* sekaligus, terutama jika dipakai untuk bahan dengan viskositas tinggi atau proses bertekanan tinggi.

Faktor Penyebab:

- a. Dua motor atau satu motor besar dengan *gearbox* kompleks.
- b. Proses gesekan dan pencampuran intensif yang membutuhkan tenaga lebih besar.

Implikasi: Biaya operasional yang lebih tinggi, terutama untuk industri yang fokus pada efisiensi energi.

4. Kompleksitas Operasional

Operasi mesin dengan *screw double siwar* memerlukan keahlian teknis yang lebih tinggi dibandingkan dengan *screw Single Siwar*.

Faktor Penyebab:

- a. Pengaturan kecepatan, suhu, dan tekanan yang lebih rumit.
- b. Memastikan sinkronisasi kedua *screw* untuk performa optimal.

Implikasi:

- a. Diperlukan pelatihan operator yang lebih intensif.
- b. Risiko kesalahan operasional lebih tinggi jika operator kurang terlatih.

#### 5. Keterbatasan pada Skala Kecil.

*Screw double siwar* lebih cocok untuk produksi skala besar karena desainnya yang fokus pada kapasitas tinggi. Untuk produksi skala kecil, penggunaannya menjadi kurang efisien.

Faktor Penyebab:

- a. Proses start-up dan shutdown yang memakan waktu dan energi.
- b. Biaya per unit produk lebih mahal jika volume produksi kecil.

Implikasi: Tidak ekonomis untuk usaha kecil atau produksi khusus dengan volume terbatas.

#### 6. Risiko Keausan Lebih Tinggi pada Bahan Abrasif.

Jika digunakan untuk bahan baku yang sangat abrasif (misalnya bahan dengan kandungan mineral tinggi), keausan pada ulir *screw* dan *barrel* bisa terjadi lebih cepat.

Faktor Penyebab: Interaksi intensif antara bahan abrasif dan dua poros *screw*.

Implikasi: Biaya penggantian komponen meningkat, dan umur mesin lebih pendek jika tidak dirawat dengan baik.

#### 7. Memerlukan Ruang yang Lebih Besar

Mesin dengan *screw double siwar* biasanya lebih besar secara fisik dibandingkan dengan mesin *single screw*.

Faktor Penyebab: Sistem *Twin screw* yang memerlukan *barrel* lebih besar.

Implikasi: Membutuhkan ruang kerja lebih luas, yang bisa menjadi kendala pada fasilitas produksi kecil.

#### 8. Proses Kalibrasi Awal yang Memakan Waktu

Pada saat instalasi atau setelah perawatan besar, kalibrasi mesin dengan *screw*

*double siwar* sering memakan waktu lebih lama dibandingkan *screw Single Siwar*.

Faktor Penyebab: Sinkronisasi antara kedua *screw* untuk memastikan performa optimal.

Implikasi: Downtime produksi lebih panjang selama proses kalibrasi.

Rumus:

$$Q_{teoritis} = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_s^2) P \times N \times \rho_{bulk} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- D = Diameter ulir (m)
- D<sub>s</sub> = Diameter akar ulir (m) (Diasumsikan D<sub>s</sub>=0.6D)
- P = Pitch ulir (m)
- N = Kecepatan putar (rps)
- ρ<sub>bulk</sub> = Densitas curah material (kg/m<sup>3</sup>)

Untuk *screw* ganda, perhitungan  $Q_{teoritis}$  lebih kompleks dan seringkali didasarkan pada model spesifik atau data empiris dari produsen. Untuk tujuan ilustrasi ini, kita akan asumsikan nilai  $Q_{teoritis}$  telah diketahui atau dihitung dari spesifikasi desain.

#### 2.4.5 Kualitas Pelet Apung

Pelet apung adalah salah satu jenis pakan ikan yang dirancang untuk mengapung di permukaan air. Kualitas pelet apung sangat penting karena memengaruhi tingkat penerimaan ikan, efisiensi pakan, dan dampak terhadap lingkungan perairan. Berikut adalah parameter-parameter utama yang digunakan untuk menilai kualitas pelet apung:

1. Kerapatan (*Density*)
  - a. Pelet apung harus memiliki kerapatan yang rendah untuk

memungkinkan pelet mengapung di permukaan air.

b. Metode Pengujian: Mengukur berat jenis (*specific gravity*) pelet menggunakan alat piknometer atau uji daya apung langsung.

c. Standar: Berat jenis pelet apung biasanya kurang dari 1 g/cm<sup>3</sup>.

#### 2. Stabilitas di Air (*Water Stability*)

a. Pelet harus stabil di air dan tidak cepat hancur atau larut sebelum dikonsumsi oleh ikan.

b. Metode Pengujian: Pelet direndam dalam air selama 1-2 jam, kemudian diamati tingkat kerusakannya.

c. Standar: Tingkat kehilangan massa kurang dari 10% setelah 1 jam perendaman.

#### 3. Kadar Air (*Moisture Content*)

a. Kadar air memengaruhi daya simpan pelet dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme.

b. Metode Pengujian: Menggunakan oven pengering pada suhu 105°C selama 24 jam.

c. Standar: Kadar air pelet biasanya berkisar antara 8-12%.

#### 4. Ukuran dan Bentuk Pelet (*Pellet Size and Shape*)

a. Ukuran pelet harus sesuai dengan kebutuhan ikan berdasarkan umur dan spesiesnya.

b. Metode Pengujian: Mengukur diameter dan panjang pelet dengan *Mikrometer* atau caliper.

c. Standar: Diameter pelet biasanya berkisar antara 1-10 mm, dengan bentuk yang seragam.

5. Kekuatan Mekanik (*Mechanical Durability*)

- a. Pelet harus cukup kuat untuk mencegah kerusakan selama penyimpanan dan transportasi.
- b. Metode Pengujian: Uji ketahanan menggunakan alat penggiling untuk melihat tingkat kerusakan.
- c. Standar: Tingkat kerusakan kurang dari 5%.

6. Daya Apung (*Floatability*)

- a. Pelet harus mampu mengapung selama waktu tertentu di permukaan air.
- b. Metode Pengujian: Mengamati persentase pelet yang tetap mengapung dalam air selama 1-2 jam.
- c. Standar: Minimum 90% pelet tetap mengapung setelah 1 jam.

7. Kandungan Nutrisi (*Nutritional Content*)

- a. Pelet harus memenuhi kebutuhan nutrisi ikan, termasuk protein, lemak, serat, dan vitamin.
- b. Metode Pengujian: Analisis proksimat menggunakan alat seperti spektrofotometer atau kromatografi
- c. Standar:
  - 1) Protein: 25-45% (tergantung spesies ikan).
  - 2) Lemak: 5-15%.
  - 3) Serat: <5%.

8. Warna dan Aroma

- a. Warna dan aroma pelet memengaruhi daya tarik bagi ikan.
  - b. Metode Pengujian: Pengamatan visual dan penciuman secara langsung.
  - c. Standar: Warna harus seragam dan aroma tidak menyengat atau tengik.
9. Keamanan Pakan (*Feed Safety*)
- a. Pelet harus bebas dari kontaminasi fisik, kimia, atau biologis.
  - b. Metode Pengujian: Analisis mikrobiologi untuk mendeteksi aflatoksin, bakteri patogen, atau logam berat.
  - c. Standar:
    - 1) Aflatoksin: <20 ppb.
    - 2) Bebas dari Salmonella dan E. coll.
10. Efisiensi Konsumsi (*Feed Conversion Ratio/FCR*)
- a. Rasio efisiensi pemberian pakan yang mencerminkan seberapa baik pakan dikonversi menjadi pertumbuhan ikan.
  - b. Metode Pengujian: Mengukur jumlah pakan yang diberikan dan berat badan ikan yang dihasilkan.
  - c. Standar: FCR ideal berkisar antara 1,2-1,5 untuk spesies ikan budidaya.

Dengan memperhatikan parameter-parameter tersebut, produsen pakan dapat menghasilkan pelet apung berkualitas tinggi yang mendukung pertumbuhan ikan secara optimal dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Pengujian kualitas secara rutin juga diperlukan untuk menjaga konsistensi produk dan memenuhi kebutuhan pasar.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian di laksanakan di bengkel *workshop CV. Micro Enterprises* . Dan jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Aktifitas	2024			2025						
		April	Mei	Jun	Jan	Feb	April	Augs	Sept	Des	
1	Pengajuan judul	■									
2	Penyusunan proposal		■	■							
3	Seminar proposal				■						
4	perbaikan				■	■					
5	Penelitian						■				
6	Seminar hasil							■			
7	Sidang skripsi									■	

### 3.2 Bahan Dan Alat

#### 1. Mesin Ekstruder Modular

Mesin ekstruder modular yang dapat menggunakan *Screw Single Siwar* dan *double siwar* adalah mesin ekstruder yang memiliki desain fleksibel, memungkinkan pengguna untuk mengganti *screw double screw* (*screw ganda*). Untuk menyesuaikan jenis *screw* (sekrup) yang digunakan, baik itu *single screw* (*screw tunggal*) maupun *double*.



Gambar 3. 1 Mesin Ekstruder Modular

#### 2. *Flow Meter*

*Flow Meter* untuk aliran bahan adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah atau laju aliran suatu bahan dalam suatu sistem. Bahan yang dimaksud bisa berupa cairan, gas, atau bahkan bahan padat dalam beberapa kasus khusus. *Flow Meter* digunakan dalam berbagai industri seperti kimia, minyak dan gas, farmasi, dan lainnya untuk memastikan pengukuran yang akurat dan efisien dalam proses produksi.



Gambar 3. 2 *Flow Meter*

### 3. *Wattmeter*

*Wattmeter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsumsi daya listrik dalam suatu sistem. Alat ini mengukur daya aktif (P) yang digunakan oleh perangkat atau sistem yang terhubung, yang biasanya dinyatakan dalam satuan watt (W). *Wattmeter* dapat digunakan untuk mengukur daya pada sistem AC (arus bolak-balik) maupun DC (arus searah), meskipun desain dan prinsip kerja *Wattmeter* untuk kedua jenis arus ini sedikit berbeda.



Gambar 3. 3 *Wattmeter*

#### 4. Sensor suhu dan Tekanan

Sensor suhu dan tekanan adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu dan tekanan dalam berbagai aplikasi industri, laboratorium, atau lingkungan lainnya.



Gambar 3. 4 sensor suhu dan tekanan.

#### 5. Mikrometer

*Mikrometer* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi produk dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi, umumnya dalam satuan milimeter (mm) atau *Mikrometer* ( $\mu\text{m}$ ). *Mikrometer* digunakan untuk mengukur berbagai dimensi, seperti ketebalan, diameter luar, dan ketebalan benda dengan presisi yang sangat akurat.



Gambar 3. 5 *Mikrometer*

### 3.3 Desain Penelitian

#### 1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif.

- a. Penelitian eksperimental dilakukan dengan mengontrol variabel tertentu untuk mengukur pengaruh jenis *screw* terhadap parameter output.
- b. Pendekatan ini memungkinkan pengukuran dan analisis statistik terhadap hasil penelitian.

#### 2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen komparatif untuk membandingkan dua kondisi:

- a. Kondisi dengan *Screw Single Siwar*.
- b. Kondisi dengan *Screw Double siwar*.

Eksperimen dilakukan secara berulang untuk memastikan validitas dan reliabilitas data.

#### 3. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium atau fasilitas produksi yang dilengkapi dengan mesin ekstruder dan peralatan pengukuran yang relevan.

#### 4. Populasi dan Sampel

- a. Populasi: Mesin ekstruder yang menggunakan *Screw Single Siwar* dan *double siwar*.
- b. Sampel: Satu unit mesin ekstruder dengan kemampuan mengganti *screw* (modular) untuk mengurangi bias.

#### 5. Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas (*Independent Variable*) Jenis screw: *Screw Single Siwar* dan *screw double siwar*.
- b. Variabel Terikat (*Dependent Variables*)

Parameter yang diukur meliputi:

- 1) Efisiensi Operasional:
  - a) Waktu pengangkutan bahan.
  - b) Konsumsi energi (daya listrik).
- 2) Kualitas Produk:
  - a) Densitas produk.
  - b) Keseragaman ukuran.
  - c) Permukaan produk (tekstur).
- 3) Parameter Teknis:
  - a) Suhu dan tekanan di sepanjang *barrel*.
  - b) Tingkat pencampuran bahan.
- 4) Variabel Kendali (*Control Variables*)
  - a) Jenis dan jumlah bahan baku.
  - b) Kecepatan putaran *screw* (rpm).
  - c) Suhu *barrel*.
  - d) Kondisi lingkungan (suhu ruangan, kelembapan).
- 5) Variabel Penelitian
  - a) Variabel Bebas (*Independent Variable*)

- b) Jenis *screw*: *Screw Single Siwar* dan *screw double siwar*.
- c) Variabel Terikat (*Dependent Variables*)

Parameter yang diukur meliputi:

- 1) Efisiensi Operasional:
  - a) Waktu pengangkutan bahan.
  - b) Konsumsi energi (daya listrik).
- 2) Kualitas Produk:
  - a) Densitas produk.
  - b) Keseragaman ukuran.
  - c) Permukaan produk (tekstur).
- 3) Parameter Teknis:
  - a) Suhu dan tekanan di sepanjang *barrel*.
  - b) Tingkat pencampuran bahan.
- 4) Variabel Kendali (*Control Variables*)
  - a) Jenis dan jumlah bahan baku.
  - b) Kecepatan putaran *screw* (rpm).
  - c) Suhu *barrel*.
  - d) Kondisi lingkungan (suhu ruangan, kelembapan).

### 3.4 Prosedur Peneitian

- 1. Persiapan Awal
  - a. Pastikan mesin ekstruder dalam kondisi optimal.

- b. Siapkan bahan baku dalam jumlah dan komposisi yang sama untuk setiap eksperimen.
  - c. Pasang *Screw Single Siwar* terlebih dahulu untuk pengujian pertama.
2. Eksperimen dengan *Screw Single Siwar*
    - a. Masukkan bahan baku ke dalam hopper.
    - b. Jalankan mesin dengan parameter standar (misalnya kecepatan 300 rpm, suhu *barrel* 120°C).
    - c. Catat parameter output seperti waktu proses, konsumsi energi, suhu, dan tekanan.
    - d. Kumpulkan produk akhir dan analisis kualitasnya.
  3. Eksperimen dengan *Screw Double siwar*
    - a. Ganti *Screw Single Siwar* dengan *screw double siwar*.
    - b. Ulangi langkah-langkah eksperimen seperti pada *screw Single Siwar*.
  1. Ulangi Eksperimen

Lakukan setiap eksperimen sebanyak 3–5 kali untuk memastikan hasil yang konsisten.

### 3.5 Kendala Penelitian Dan Solusi

#### Kendala

- a. Perbedaan hasil akibat variasi bahan baku atau kondisi mesin.
- b. Waktu downtime untuk mengganti *screw* dan melakukan kalibrasi ulang.

#### Solusi

- a. Gunakan bahan baku homogen untuk semua pengujian.
- b. Jadwalkan waktu tambahan untuk pemeliharaan dan kalibrasi mesin

sebelum eksperimen.

### 3.6 Luaran Penelitian

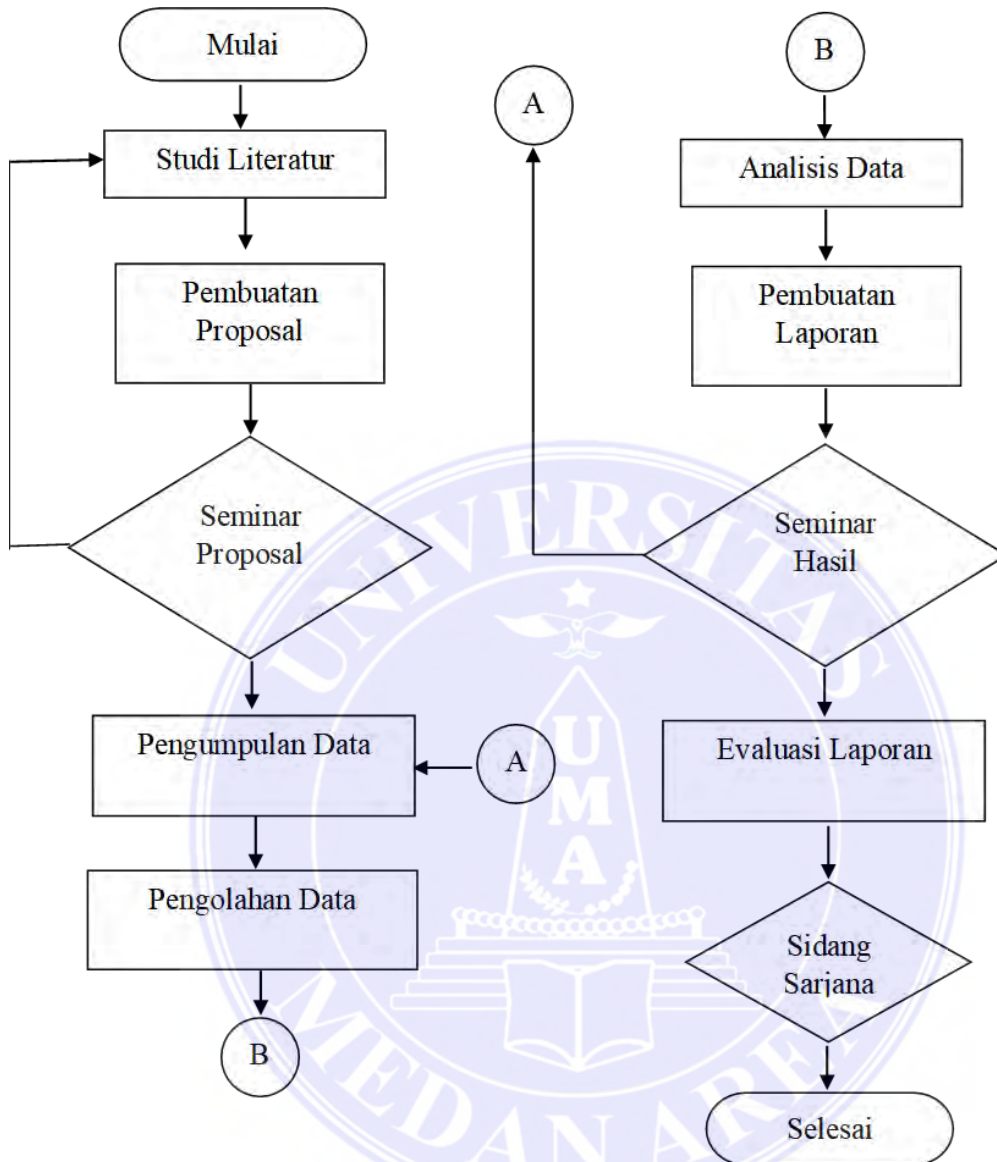
Penelitian ini diharapkan menghasilkan:

- a. Data kuantitatif yang menunjukkan perbedaan performa antara *Screw Single Siwar* dan *double siwar*.
- b. Rekomendasi penggunaan jenis *screw* sesuai kebutuhan industri (misalnya efisiensi, kualitas produk, atau skala produksi).
- c. Pemahaman mendalam tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis *screw*.

### 3.7 Teknik Analisis Data

1. Analisis Deskriptif
  - a. Bandingkan rata-rata hasil dari setiap parameter untuk kedua jenis *screw*.
  - b. Visualisasikan data dalam bentuk tabel dan grafik.
2. Analisis Statistik
  - a. Uji *T-Test*: Untuk membandingkan apakah perbedaan antara *Screw Single Siwar* dan *double siwar* signifikan secara statistik.
  - b. Regresi Linear: Untuk melihat pengaruh parameter teknis terhadap kualitas produk.

### 3.7.1 Diagram Alir



Gambar 3. 6 Gambar Diagram Alur

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin penting terkait perbandingan kinerja antara sistem *screw* tunggal dan *screw* ganda dalam pengolahan material pelet apung.

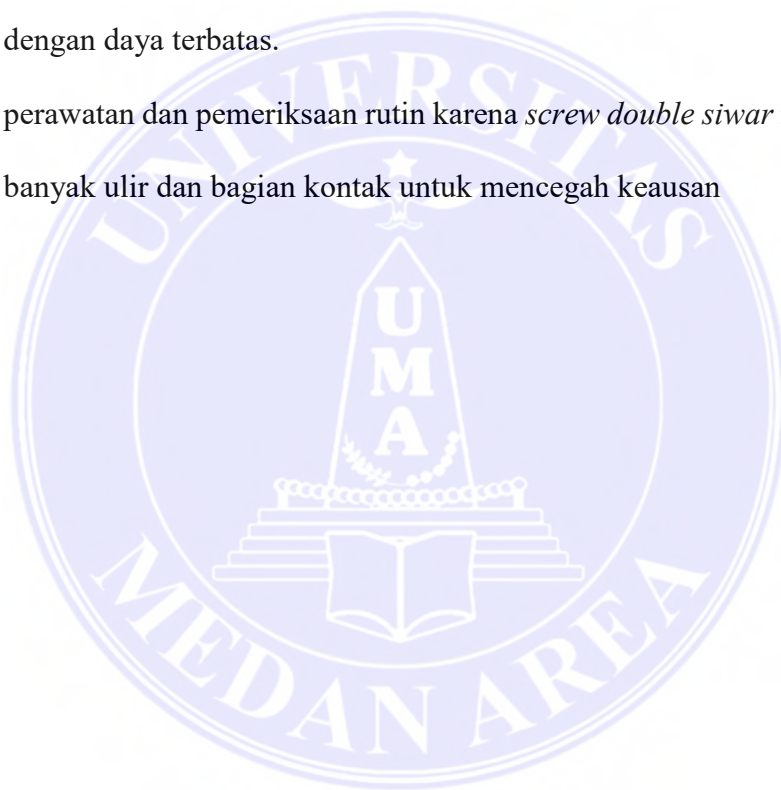
1. Hasil uji bahwa *screw double siwar* mampu meningkatkan kapasitas produksi
2. pakan ikan yang di hasilkan dengan *screw double siwar* memiliki densitas yang lebih tinggi
3. efisiensi pengumpanan dan homogenitas lebih unggul *screw double siwar*
4. konsumsi energi lebih tinggi *screw double siwar*

Secara keseluruhan, sistem *screw* ganda menawarkan keunggulan dalam efisiensi pengangkutan dan potensi pencampuran material yang lebih baik, menjadikannya pilihan yang relevan untuk aplikasi yang membutuhkan proses yang lebih kompleks dan homogen. Namun, keunggulan ini datang dengan kebutuhan daya dan konsumsi energi spesifik yang sedikit lebih tinggi. Sebaliknya, sistem *screw* tunggal tetap menjadi pilihan yang efisien dari segi energi dan biaya operasional untuk aplikasi yang lebih sederhana dengan kebutuhan pencampuran yang tidak terlalu tinggi.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan di masa mendatang:

1. untuk pengusaha pakan ternak skala menengah ke besar lebih cocok untuk *double siwar*
2. untuk UKM *Screw Single Siwar* masih cocok digunakan pada usaha kecil dengan daya terbatas.
3. perawatan dan pemeriksaan rutin karena *screw double siwar* memiliki lebih banyak ulir dan bagian kontak untuk mencegah keausan



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Miqdad Dzakkiy Nur, and Toegas Soegeng Soegiarto. "Analisa Efisiensi Kerja Screw Compressor Mm 45 Di Unit Boiler Ppsdm Migas Cepu." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*. Vol. 4. No. 1. 2024.
- Ahmed, S., & Rashid, A. (2020). "Development of Biomass-Powered Dryer for Grains". *Journal of Agricultural Engineering Research*, 58(7), 1492-1504.
- Ali, S. S. A., K. Ambasankar, and S. Nandakumar. "Effect of Varying Levels of Moisture Content on the Extrusion Properties of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) Feed in Twin Screw Extruder." *Poult Fish Wildl Sci* 9 (2021): 225.
- Chaabani, Asma, et al. "Preconditioner influence on twin-screw extrusion cooking of starch-based feed Pellets: The example of Fish Feed." *Aquacultural Engineering* 98 (2022): 102268.
- Darianto, Darianto, Amirsyam Nasution, and Muhammad Idris. "Analisis Temperatur Pada Proses Extruding Pelet Apung." *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy* 5.2 (2021): 179-186.
- Darianto, Darianto, Amirsyam Nasution, and Muhammad Idris. "Analisis Temperatur Pada Proses Extruding Pelet Apung." *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy* 5.2 (2021): 179-186.
- Diamahesa, Wastu Ayu, and Thoy Batun Citra Rahmadani. "Natural Feed Administration During Fattening Stage for the Growth of Mud Crabs (*Scylla sp.*) Under Different Rearing Systems." *Journal of Fish Health* 4.4 (2024): 215-223.
- Heba Abdallah, Mohamed Abdallah. "Desain, Fabrikasi dan Evaluasi Kinerja Mesin Pelet Pakan Ikan Pribumi Harga Rendah Pendapatan Petani di Nigeria", 2019.
- Ikan Dunia. Nigeria; 2015. Tersedia: [https:// www.worldfishcenter.org/countrypages/ Nigeria](https://www.worldfishcenter.org/countrypages/Nigeria) 7. Khurmi RS, Gupta JK. Buku teks desain mesin. Eurasia Publishing House (PVT) Ltd. Baru Delhi; 2005. (Diakses 25 Juni 2018)
- Li, J., Jin, Y., & Liu, C. (2024). "Development of Grain Dryer Control Technology from the Perspective of Low Carbon and Intelligitization". *MDPI Applied Sciences*, 14(22), 10587.
- Mawardi, Indra. "Proses Manufaktur Plastik dan Komposit": *Edisi Revisi*. Penerbit Andi, 2019.
- Mujumdar, A. S. (2019). "Handbook of Industrial Drying". *CRC Press*.
- Munguti, Jonathan M., et al. "Critical aspects of aquafeed value chain in the Kenyan aquaculture sector-a review." (2021): 87-97.
- Netto, Joaquim Manoel Justino, et al. "Design and validation of an innovative 3D printer containing a Co-rotating Twin screw extrusion unit." *Additive Manufacturing* 59 (2022): 103192.
- Ramadhan, Rahmat. "Rancang Bangun Alat Pengering Pelet Apung Ikan Menggunakan Single Screw Conveyor". *Diss. Institut Teknologi Indonesia*, 2021.
- Ranganna, S. (2021). "Handbook of Cereal Processing Technology". *CRC Press*.

- Rao, Rajat Radhakrishna, et al. "Metamorphosis of Twin screw extruder-based granulation technology: Applications focusing on its impact on conventional granulation technology." *AAPS PharmSciTech* 23 (2022): 1-23.
- Rao, Rajat Radhakrishna, et al. "Metamorphosis of Twin screw extruder-based granulation technology: Applications focusing on its impact on conventional granulation technology." *AAPS PharmSciTech* 23 (2022): 1-23.
- Raynonto, Muhammad Yusril, et al. "Perencanaan Produktivitas Alat Berat Bagi Pemula". Tohar Media, 2023.
- Santoso, Rahmat, Garnadi Jafar, and Siti Raeyuni Maulidia Belina. "Pemanfaatan tepung porang (*amorphophallus oncophyllus* prain) dan tepung kelapa (*cocos nucifera* l.) dalam formulasi sediaan pelet beras nasi uduk instan menggunakan metode ekstrusi-sferonisasi." *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi* 7.2 (2023): 58-73.
- Shodiq, Fajar. "Analisis Temperatur Pada Proses Extruding Pelet Apung". *Diss. Universitas Medan Area*, 2021.
- Sigit Prismatul Hudha. "Perencanaan Mesin Pencetak Pelet Ikan Kapasitas 100 Kg/Jam". *Universitas islam Malang*, 2020.
- Suryana, Tatang. "Desain Modifikasi Screw Extruder Untuk Meningkatkan Outflow Yang Optimal Dan Meninimalkan Cacat Produk Pada Plastik." *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin* 9.1 (2019): 19-27.
- Wibisono, Yossi, and Heri Warsito. "Kajian Jagung dan Mocaf sebagai Bahan Baku Beras Artifisial Menggunakan Alat Ekstruder Ulir Tunggal." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 12.2 (2024): 167-176.
- Yu, X., Zhang, Q., & Hu, B. (2023). "Design and Experiment of Combined Infrared and Hot-Air Dryer". *MDPI Foods*, 12(12), 2299.
- Zaman, Asep Badru. "Karakteristik Fisik, Kimia, dan Biologis Pakan Ikan Apung Hasil Fermentasi Menggunakan Kapang *Rhizopus oryzae*". *BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*. (2017)

## LAMPIRAN



Lampiran 1 Mesin Ekstruder



Lampiran 2 menghitung putaran mesin



Lampiran 3 Memperbaiki *Screw*



Lampiran 4 melakukan pengelasan pada *screw*



Lampiran 5 Jenis *screw*