

**STUDI PENGARUH DESAIN *SCREW DOUBLE SIWAR*
TERHADAP KUALITAS PELET APUNG YANG
DIHASILKAN OLEH MESIN *EXTRUDER***

SKRIPSI

OLEH

ABDI FRAJON PURBA

208130023



**PROGRAM STUDI TEKNIK 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

**STUDI PENGARUH DESAIN *SCREW DOUBLE SIWAR*
TERHADAP KUALITAS PELET APUNG YANG DIHASILKAN
OLEH MESIN *EXTRUDER***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

ABDI FRAJON PURBA

208130023

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul proposal : Studi Pengaruh Desain *Skrew Doble Siwar* Terhadap Kualitas Pelet Apung Yang Di Hasilkan Oleh Mesin *Extruder*.

Nama mahasiswa : Abdi frajon purba

NPM : 208130023

Fakultas : Teknik mesin

Disetujui oleh:
Komisi pembimbing

Ir. H. Darianto, Msc
Pembimbing



Sepriyanto, S.T.M.T
Dekan



Dejiyandi, S.T.M.T
Kaprodi

Tanggal lulus : 22 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 sebenarnya 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.

Medan, 22 September 2025


Abdi frajon purba

208130023

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Abdi Frajon Purba
Npm : 208130023
Program studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada universitas medan area hak bebas royalti non eksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **STUDI PENGARUH DESAIN SKREW DOUBLE SIWAR TERHADAP KUALITAS PELET APUNG YANG DIHASILKAN OLEH MESIN EXTRUDER.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti non eksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalih media/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 pemilik hakcipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 3 Oktober 2025

Yang menyatakan



Abdi frajon purba

208130023

ABSTRAK

Penelitian berjudul “*Studi Pengaruh Desain Screw double siwar terhadap Kualitas Pelet Apung yang Dihasilkan oleh Mesin Extruder*” ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan pakan ikan terapung yang efisien dan berkualitas tinggi dalam industri akuakultur modern. Permasalahan utama yang dikaji adalah bagaimana pengaruh desain *screw double siwar* terhadap kualitas pelet apung serta perbandingannya dengan mesin ekstruder tipe *single screw*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana desain *double siwar* dapat meningkatkan efisiensi proses ekstrusi, memperbaiki kualitas fisik pelet, serta menghemat energi dalam proses produksi pakan ikan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan pada dua jenis mesin ekstruder, yaitu *single screw* dan *double screw siwar*. Parameter yang dianalisis meliputi daya apung, densitas, stabilitas air, *Pellet Durability Index* (PDI), efisiensi produksi, dan efisiensi energi. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif-komparatif berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Landasan teori yang digunakan mencakup prinsip kerja mesin ekstruder, pengaruh konfigurasi ulir terhadap homogenitas bahan, serta teori gelatinisasi pati dan pembentukan struktur pori pada proses ekstrusi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain *screw double siwar* memberikan peningkatan signifikan terhadap kualitas pelet dan efisiensi kerja mesin. Pelet yang dihasilkan memiliki daya apung 94–100%, densitas 0,65–0,80 g/cm³, nilai PDI 91–96%, dan efisiensi produksi mencapai 93%. Dari sisi energi, mesin *double siwar* hanya memerlukan 0,1 kWh/kg, sedangkan mesin *single screw* memerlukan 0,15 kWh/kg, sehingga terjadi peningkatan efisiensi energi sekitar 33%. Pelet hasil ekstrusi *double siwar* juga lebih ringan, berpori, homogen, dan tahan abrasi. Dengan demikian, penerapan desain *screw double siwar* terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi, produktivitas, serta kualitas pakan ikan yang berkelanjutan.

Kata kunci: desain *screw double siwar*, mesin ekstruder, pelet apung, efisiensi energi, efisiensi produksi.

ABSTRAK

The research entitled “Study of the Effect of Double siwar Screw Design on the Quality of Floating Pellets Produced by an Extruder Machine” is motivated by the need for efficient and high-quality floating fish feed in the modern aquaculture industry. The main issue examined is how the double siwar screw design affects the quality of floating pellets and its comparison with the single screw type Extruder machine. The purpose of this study is to determine the extent to which the double siwar design can improve the efficiency of the extrusion process, enhance the physical quality of the pellets, and save energy in the fish feed production process. The method used in this research is an experimental method with a quantitative approach. Tests were carried out on two types of Extruder machines, namely the single screw and the double screw siwar. The parameters analyzed included buoyancy, density, water stability, Pellet Durability Index (PDI), production efficiency, and energy efficiency. The data analysis technique was conducted descriptively and comparatively based on laboratory test results. The theoretical foundation used includes the working principles of the Extruder machine, the influence of screw configuration on material homogeneity, as well as the theory of starch gelatinization and pore structure formation during the extrusion process.

The results of the study show that the double siwar screw design provides a significant improvement in pellet quality and machine performance efficiency. The produced pellets have a buoyancy rate of 94–100%, density of 0.65–0.80 g/cm³, PDI value of 91–96%, and production efficiency reaching 93%. In terms of energy, the double siwar machine requires only 0.1 kWh/kg, while the single screw machine requires 0.15 kWh/kg, resulting in an increase in energy efficiency of approximately 33%. The pellets produced by the double siwar Extruder are also lighter, more porous, homogeneous, and abrasion-resistant. Thus, the implementation of the double siwar screw design has been proven to enhance energy efficiency, productivity, and the sustainable quality of fish feed production.

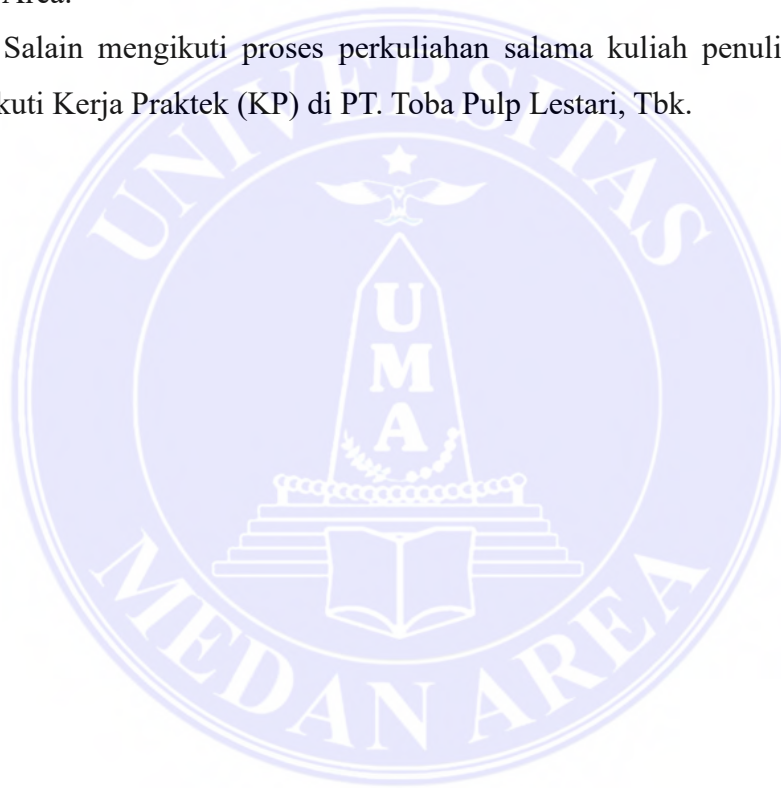
Keywords: double screw siwar design, Extruder machine, floating pellets, energy efficiency, production efficiency.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Abdi frajon purba dilahirkan di Simpang Sippingan pada tanggal 11 Desember 2002 dari ayah : Ranto Freddi Purba dan ibu : Saur Matiur Br Sinaga. Penulis anak ke-2 dari 3 bersaudara.

Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMK HKBP pematang siantar dengan kejuruan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dan pernah mengikuti program magang di Suzuki mobil PT.Trans Sumatra SM Raja. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Salain mengikuti proses perkuliahan selama kuliah penulis juga pernah mengikuti Kerja Praktek (KP) di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk.



KATA PENGANTAR

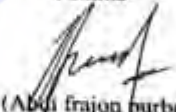
KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kasih karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan judul "STUDI PENGARUH DSAIN SCREW DOUBLE SIWAR TERHADAP KUALITAS PELET APUNG YANG DI HASILKAN OLEH MESIN EKSTRUDER". Kiranya berkat serta rahmat-Nya senantiasa menyertai langkah-langkah penulis dalam menyelesaikan perjalanan akademis ini.

Terima kasih kepada Bapak Ir. H. Darianto, M.SC selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini. Tak lupa pula kepada seluruh dosen pengajar di Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman yang amat berharga selama proses perkuliahan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua Orang Tua saya, Ayah R. purba dan Ibu S. Sinaga serta seluruh keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dalam setiap langkah perjalanan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan Pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis Ucapkan terima kasih.

Penulis


(Abdi frajon purba)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRAK</i>	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan peneltiuan.....	4
1.4 Hipotesis penelitian nelitian.....	4
1.5 Mamfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Teknologi Ekstrusi dan Mesin <i>Extruder</i>	6
2.1.1 Prinsip kerja mesin <i>Extruder</i>	7
2.1.2 Komponen Utama Mesin <i>Extruder</i> Pelet Apung	7
2.2 Desain <i>skrew doble siwar</i>	11
2.2.1 Pengertian <i>Screw Double-Screw</i>	12
2.2.2 Fungsi dan Keunggulan <i>Screw Double-Screw</i>	13
2.2.3 Parameter <i>Desain Screw Double screw</i>	15
2.3 Pelet Apung	16
2.3.1 karakteristik pelet apung	17
2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Pelet Apung	18
2.3.3 Standar Kualitas Pelet Apung.....	21

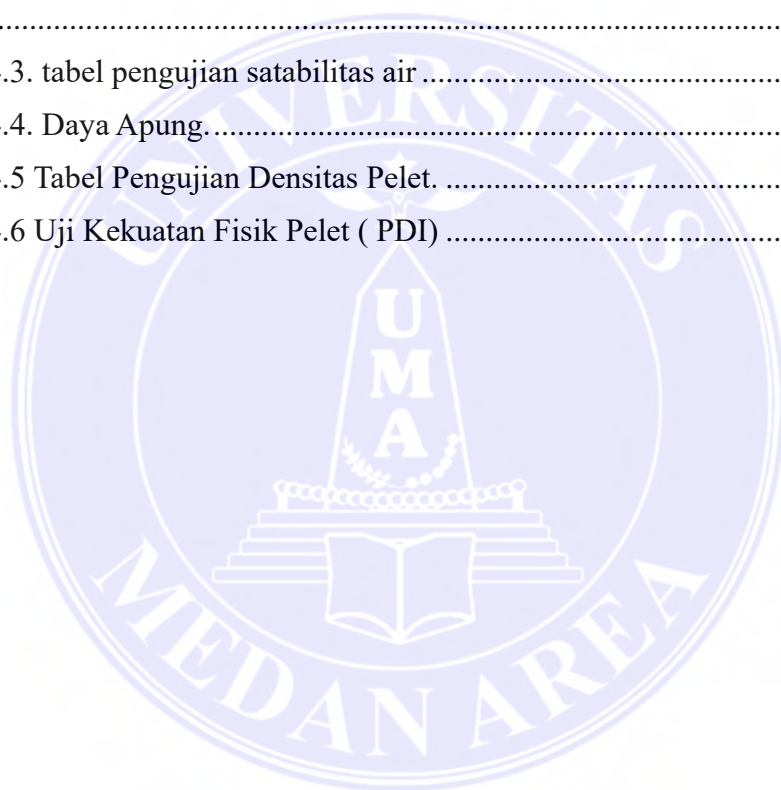
2.4	Pengaruh Desain <i>Screw</i> terhadap Kualitas Pelet.....	22
2.4.1	Hubungan antara Desain <i>Screw</i> dan Kepadatan Pelet.....	22
2.4.2	Pengaruh Desain <i>Screw</i> terhadap Tingkat Apung Pelet	23
2.4.3	Parameter Evaluasi Kualitas Pelet	23
2.4.4	Kriteria Teknis Mesin Ekstruder <i>Double Screw</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		26
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	26
3.1.1	Tempat penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.2.1	Alat penelitian	27
3.2.2	Bahan penelitian.....	31
3.3	Metodologi penelitian	31
3.4	Gambaran umum objek penelitian	32
3.5	Prosedur kerja.....	34
3.5.1	Diagram alir penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Hasil penelitian.....	36
4.1.1	Kinerja ekstruder <i>Single screw</i> dan <i>double screw</i>	38
4.1.2	Efisiensi produksi	40
4.1.3	Pengujian kualitas pelet apung.....	41
4.2	Pembahasan.....	46
4.2.4	Peningkatan Keuntungan Bagi Produsen Pelet Apung	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.2	Kesimpulan	63
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66

DAFTAR GAMAR

Gambar 2.1. Gambar Mesin Ekstruder	7
Gambar 2.2. Gambar <i>Screw Double siwar</i>	8
Gambar 2.3. Gambar Barrel	8
Gambar 2.4. Gambar Cetakan (<i>Die</i>)	9
Gambar 2.5. Gambar Motor Penggerak	10
Gambar 2.6. Gambar Desain Hopper.....	10
Gambar 2.7. Gambar Hopper	11
Gambar 2.8. Gambar Desain <i>Screw Double siwar</i>	11
Gambar 2.9. hasil ekstruksi pelet dengan <i>screw single dan double</i>	17
Gambar 3.1. Mesin <i>Ekstruder Double siwar</i>	27
Gambar 3.2. Jangka sorong (<i>vernier caliper</i>)	28
Gambar 3. 3. Wadah air.....	28
Gambar 3.4. Gambar <i>Stopwatch</i>	28
Gambar 3.5. Gambar Tacho Meter.....	29
Gambar 3.6. Handphone Xiaomi Redmi Note 11	29
Gambar 3.7. Laptop ASUS Vivobook Go 14.....	30
Gambar 3.8. Timbangan Digital.....	30
Gambar 3.9. Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4.1. Gambar <i>screw double siwar</i>	37
Gambar 4.2. Berat Pelet Uji <i>Screw Single Dan Double siwar</i>	41
Gambar 4.3. Grafik stabilitas air	51
Gambar 4.4. Grafik Pengujian Daya Apung	54
Gambar 4.5. Grafik Hasil Perbandingan Densitas Pelet	59
Gambar 4.6. Grafik Kekuatan Fisik Pelet (PDI).....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel perbandingan <i>Extruder Single screw</i> dan <i>double screw</i>	14
Tabel 2.2 Tabel parameter pembuatan pelet apung.....	20
Tabel 3.1. Tabel Waktu Penelitian.....	26
Tabel 3.2. Tabel komposisi dan pormula percobaan pembuatan pelet apun.....	31
Tabel 3.3. spesifikasi motor penggerak.....	34
Tabel 4.1 pengembangan inovasi dari mesin ekstruder <i>Double Screw</i> dan <i>Single screw</i>	37
Tabel 4.2. Perbandingan kinerja antara mesin <i>ekstruder double</i> dan <i>singgle siwar</i>	39
Tabel 4.3. tabel pengujian satabilitas air	41
Tabel 4.4. Daya Apung.....	43
Tabel 4.5 Tabel Pengujian Densitas Pelet.....	44
Tabel 4.6 Uji Kekuatan Fisik Pelet (PDI)	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian stabilitas air	70
Lampiran 2. Hasil Pengujian daya apung	71
Lampiran 3. Hasil Pengujian Densitas pelet	72
Lampiran 4. hasil pengujian kekuatan fisik pelet (PDI)	73
Lampiran 5. Mesin <i>extruder screw single</i> dan <i>double siwar</i>	74
Lampiran 6. Pengambilan data spesifikasi motor	75



DAFTAR NOTASI

BP	= Pelet yang memenuhi kriteria seperti daya apung, densitas (kg)
TM	= Total betat bahan baku yang di masukkan ke dalam ekstruder (kg)
E_p	= Efisiensi produksi (%)
A	= Berat kering pelet setelah di rendam air (g)
B	= Berat kering pelet sebelum di rendam air (g)
Q_1	= Jumlah Pelet Yang Mengapung (Butir)
Q_2	= Jumlah Pelet Di Awal Pengujian (Butir)
ρ	= Densitas pelet g/cm^3
m	= Massa pelet (g)
V	= Volume pelet (cm^3)
F_1	= Massa akhir pelet (g)
F_2	= Massa awal pelet (g)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Budaya pakan ikan merupakan salah satu sektor penting di dalam perekonomian di Indonesia, hal ini dikarenakan budidaya ikan sangat berkontribusi signifikan terhadap penyediaan pangan dan peningkatan pendapatan masyarakat di dalam industri budidaya perikanan. Namun kenaikan harga pakan terus mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena permintaan dari pembudidaya yang terus meningkat dan kenaikan harga bahan baku (Tepung ikan). Sebagai salah satu cara mengatasi dampak negatif dari kenaikan pakan bagi para pembudidaya ikan Pemerintah menggulirkan Program Gerakan Pakan Ikan Mandiri. Dengan program ini para pembudidaya ikan diharapkan mampu memproduksi pakan ikan secara mandiri sehingga bisa menekan biaya pengadaan pakan (DJPB, 2015).

Pakan yang berkualitas tinggi menjadi salah satu kunci yang mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Pellet ikan merupakan pakan alternatif atau pengganti yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi /gizi bagi ikan. Kecukupan nutrisi tersebut harus dipenuhi ambang batas minimalnya agar ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Kusnadi, 2014).

Oleh karena itu dalam era industri pakan ternak yang semakin pesat berkembang kualitas produk menjadi salah satu kunci yang menentukan suatu keberhasilan usaha pakan apung khususnya, mengambil peran yang sangat penting dalam budidaya perikanan, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan

kesehatan ikan. Menurut Rasyaf (2018) kualitas pakan apung yang baik dapat meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi limbah di dalam kolam budidaya.

Menurut (Hussain et al., 2021). Pakan ikan yang baik harus memiliki kemampuan apung (*floatability*) yang tinggi, sehingga dapat mengurangi limbah di perairan dan meningkatkan efisiensi konsumsi oleh ikan. Proses ekstrusi merupakan metode yang umum digunakan dalam pembuatan pelet pakan ikan. Dalam proses ekstruksi mesin ekstruder adalah pilihan terbaik, yang Dimana mesin ekstruder di desain dengan sedemikian rupa sehingga mampu menghasilkan pakan ikan terapung yang berkualitas.

Namun sebahagian besar dari kelompok pembudidaya ikan masih menggunakan mesin ekstuder dengan ulir Tunggal (*single screw*) yang dimana sebagian besar sumber panasnya berasal dari gesekan antara bahan dan selongsong (*barrel*) dari ekstruder, yang dimana panas tersebut sulit untuk di kontrol yang bisa mengakibatkan kurang panas maupun kelebihan panas yang keduanya mengakibatkan terhambatnya pembentukan pakan ikan terapung dan bisa menyebabkan bahan baku tidak bisa di alirkan oleh *screw* karena terlalu kering sehingga mesin macet.

Salah satu inovasi dalam desain skrew adalah penggunaan *screw double siwar (double-thread screw)*. Menurut (Adekola, 2016; Evon, et al. 2009; Harold et al. 2005). Mesin ekstruder ulir ganda (*twin screw*) mempunyai beberapa keunggulan di bandingkan dengan mesin ekstruder *Single screw* yaitu proses gesekan antara barrel dengan bahan bisa di kurangi dan pengadukan lebih homogen. Desain ini memiliki dua alur heliks yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pencampuran dan distribusi tekanan dalam proses ekstrusi. Penelitian

menunjukkan bahwa skrew dengan desain yang lebih kompleks dapat menghasilkan pelet dengan karakteristik fisik dan kimia yang lebih baik, seperti peningkatan floatability dan penurunan densitas bulk (Perangin-Angin, 2022). Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami pengaruh spesifik dari desain *screw double siwar* terhadap kualitas pelet apung.

Beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa parameter seperti kecepatan skrew, suhu, dan kadar air bahan baku berpengaruh signifikan terhadap kualitas pelet yang dihasilkan (Reski Hadi Peradana et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh desain *screw double siwar* terhadap kualitas pelet apung yang dihasilkan oleh mesin ekstruder. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam perancangan skrew ekstruder yang lebih efisien guna meningkatkan kualitas produksi pakan ikan. Dengan memahami hubungan antara desain skrew dan kualitas pelet, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pakan ikan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang akan di bahas dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh desain *screw double siwar* terhadap kualitas pelet apung yang dihasilkan oleh mesin *Extruder*?
2. Sejauh mana perbedaan kualitas pelet apung yang dihasilkan oleh mesin *Extruder* dengan desain *screw double siwar* dibandingkan dengan desain *single skrew* .

3. Apa saja faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kualitas pelet apung selama proses ekstrusi?

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis daya apung, stabilitas air, PDI, dan densitas pelet dari mesin ekstruder untuk *screw single siwar* dan *double siwar*.
2. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pelet apung selama proses ekstrusi seperti Suhu, tekanan, komposisi bahan baku.
3. Menghitung efisiensi produksi dan konsumsi energi dari mesin ekstruder *screw single siwar* dan *double siwar*.

1.4 Hipotesis penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas dengan judul studi pengaruh desain *screw double siwar* terhadap kualitas pelet apung yang dihasilkan oleh mesin ekstruder, dihipotesiskan bahwa, Desain *screw double siwar* pada mesin ekstruder memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas pelet apung maupun efisiensi produksi dibandingkan dengan desain *screw single siwar*.

1.5 Manfaat penelitian

1. Meningkatkan kualitas pakan apung yang digunakan dalam budidaya perikanan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan. Hal ini dapat berkontribusi pada keberlanjutan dan produktivitas sektor perikanan.
2. meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi limbah, penelitian ini dapat berkontribusi pada praktik budidaya perikanan yang lebih ramah lingkungan.

Pakan yang berkualitas tinggi dapat mengurangi jumlah pakan yang terbangun dan dampak negatif terhadap ekosistem perairan.

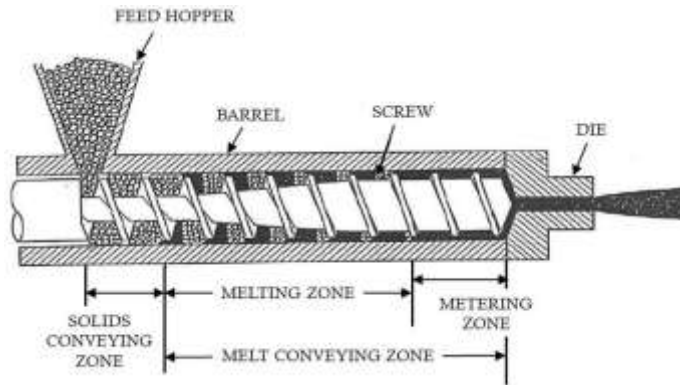


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Ekstrusi dan Mesin *Extruder*

Teknologi ekstrusi merupakan metode utama dalam produksi pakan ikan berbentuk pelet. Proses ini melibatkan pemanasan dan tekanan tinggi di dalam mesin ekstruder, yang menghasilkan pakan dengan daya tahan lebih baik dan kualitas fisik yang optimal (Bektursunova et al., 2023). Dalam industri pakan ikan, ekstrusi digunakan untuk meningkatkan pencernaan dan palatabilitas pakan melalui gelatinisasi pati serta denaturasi protein yang lebih baik dibandingkan metode pemrosesan lainnya. Selain itu, ekstrusi memungkinkan pembuatan pakan dengan berbagai karakteristik, seperti pakan terapung atau tenggelam, tergantung pada parameter proses yang diterapkan. Mesin ekstruder yang digunakan dalam proses ini terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu *single-screw Extruder* dan *double-screw Extruder*. Masing-masing jenis memiliki keunggulan yang berbeda, di mana *single-screw Extruder* lebih sederhana dan lebih murah, sedangkan *double-screw Extruder* lebih unggul dalam hal pencampuran bahan, homogenitas hasil ekstrusi, dan efisiensi produksi secara keseluruhan (Hussein et al., 2022). Gambar 2.1 menunjukkan sketsa dari mesin ekstruder beserta komponennya.



Gambar 2.1. Gambar Mesin Ekstruder

2.1.1 Prinsip kerja mesin *Extruder*

Mesin *Extruder* bekerja dengan prinsip dasar pencampuran ,pemanasan dan pembentukan bahan baku melalui tekanan tinggi.tahapan awal dalam proses ini dimulai dengan memasukkan bahan baku ke hopper ,kemudian bahan tersebut di panaskan dan di campur dalam barrel menggunakan *screw* yang berputar. Dalam proses ini,bahan mengalami tegangan geser (*shear stress*) yang mengubah sifat fisiknya ,terutama dalam hal galatinisasi pati dan pembentukan struktur pelet.

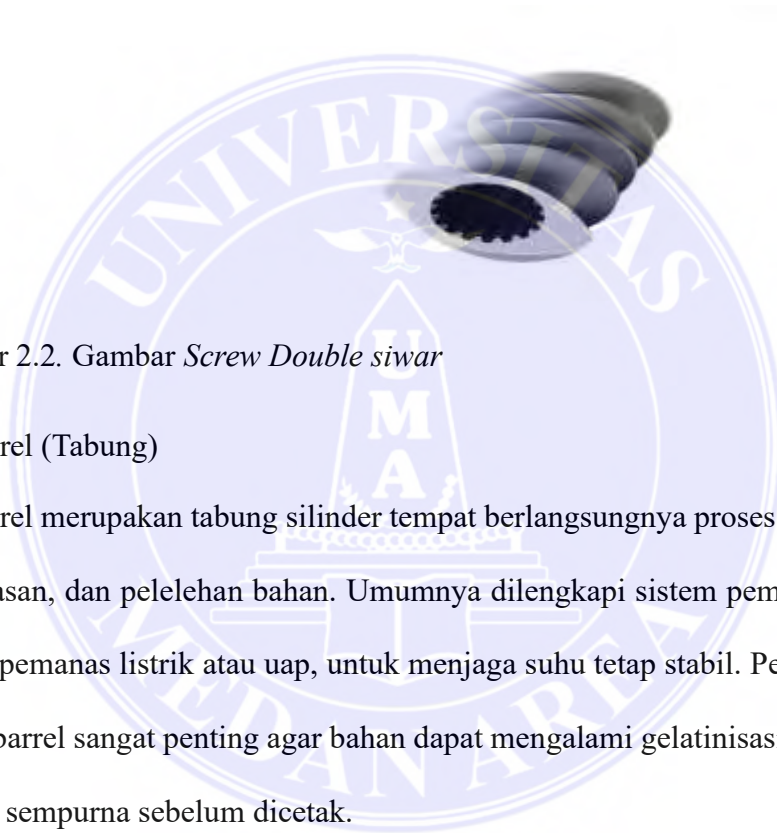
Menurut vijayagopal (2004) suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan ekspansi pelet dan daya apungnya, sementara tekanan dan waktu tinggal yang optimal memastikan struktur pelet yang lebih stabil dan tidak mudah hancur saat digunakan di dalam air.

2.1.2 Komponen Utama Mesin *Extruder* Pelet Apung

Mesin *Extruder* pelet apung memiliki beberapa komponen utama dalam melakukan proses ekstruksi. Berikut adalah beberapa komponen pada mesin ekstruder pelet.

1. *Double Screw* (ulir ganda)

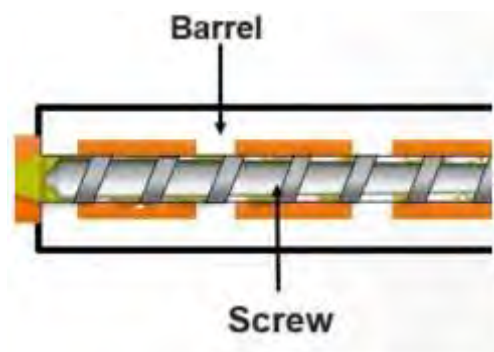
Screw atau ulir merupakan komponen utama dalam mesin *Extruder* yang berfungsi sebagai penggerak material sekaligus pengaduk bahan baku. Ulir ini berperan penting dalam mengatur laju aliran bahan baku menuju cetakan (*die*) sambil memberikan tekanan dan gesekan yang dibutuhkan untuk proses pencampuran dan pemanasan. Desain *screw* yang tepat sangat memengaruhi efisiensi ekstrusi serta kualitas akhir dari pelet yang dihasilkan.



Gambar 2.2. Gambar *Screw Double siwar*

2. Barrel (Tabung)

Barrel merupakan tabung silinder tempat berlangsungnya proses pencampuran, pemanasan, dan pelelehan bahan. Umumnya dilengkapi sistem pemanas dari luar, seperti pemanas listrik atau uap, untuk menjaga suhu tetap stabil. Pengaturan suhu dalam barrel sangat penting agar bahan dapat mengalami gelatinisasi dan plastisasi dengan sempurna sebelum dicetak.



Gambar 2.3. Gambar Barrel

3. *Die* (cetakan)

Cetakan atau die adalah bagian akhir dari mesin *Extruder* yang menentukan bentuk dan ukuran pelet. Komponen ini memiliki lubang-lubang sesuai dengan spesifikasi produk, termasuk bentuk, panjang, dan diameter. Rancangan cetakan yang baik sangat memengaruhi kualitas pelet, seperti kepadatan, ukuran yang seragam, dan kemampuan mengapung, terutama pada produksi pakan ikan terapung.



Gambar 2.4. Gambar Cetakan (*Die*)

4. Motor dan gearbox

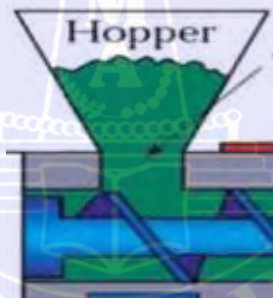
Motor merupakan sumber tenaga utama yang menggerakkan sistem *Extruder*, sementara gearbox mengatur torsi serta kecepatan putaran ulir sesuai kebutuhan. Kombinasi keduanya memungkinkan pengaturan proses ekstrusi yang fleksibel untuk menjaga keseragaman campuran dan kestabilan hasil pelet.



Gambar 2.5. Gambar Motor Penggerak

5. Hopper

Hopper adalah wadah tempat bahan baku mentah sebelum diproses. Bahan masuk secara bertahap ke dalam barrel melalui hopper dengan bantuan ulir. Desain hopper yang baik menjamin aliran bahan yang lancar dan konsisten serta mencegah terjadinya sumbatan atau penggumpalan saat proses berlangsung.



Gambar 2.6. Gambar Desain Hopper

6. Adapter

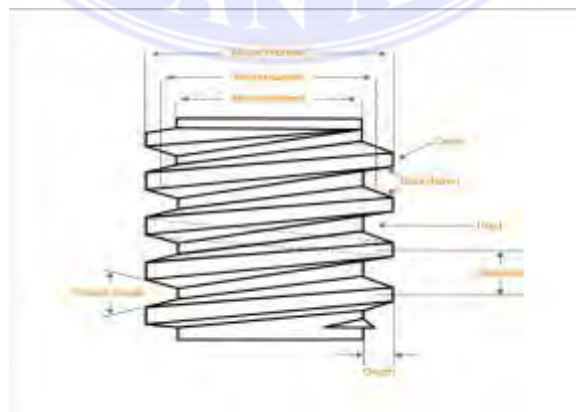
Adapter menghubungkan barrel dengan cetakan, dan berfungsi mengatur aliran material agar keluar secara merata dari die. Selain itu, komponen ini membantu menjaga kestabilan tekanan dan distribusi panas sepanjang jalur ekstrusi, sehingga bentuk pelet tetap konsisten dan proses berjalan lancar tanpa hambatan.



Gambar 2.7. Gambar Hopper

2.2 Desain *skrew doble siwar*

Mesin *Extruder* dengan desain *double-screw* menjadi sebuah pilihan terbaik dalam industri pakan moderen karena kemampuannya dalam meningkatkan kualitas pencampuran bahan baku serta pengendalian kondisi proses secara baik. biasanya mesin tipe seperti ini menggunakan dua ulir yang berputar dalam arah yang berlawanan, menciptakan area *shear* yang lebih tinggi, yang berperan penting dalam homogenitas bahan. Dengan *shear* dan tekanan yang tinggi, galatinisasi pati menjadi lebih sempurna, menghasilkan pelet dengan struktur internal yang lebih stabil dan daya apung yang lebih tinggi. Selain itu, sistem ini juga mampu mengolah bahan dengan kadar air yang lebih tinggi tanpa kehilangan stabilitas produk (Sørensen et al., 2009).



Gambar 2.8. Desain *Screw double siwar*

2.2.1 Pengertian *Screw Double-Screw*

Screw double siwar merupakan sistem ekstruksi yang terdiri dari dua buah ulur yang diletakkan sejajar di dalam satu barrel dan biasanya berputar secara ko-rotasi atau kontra-rotasi. Sistem ini memungkinkan interaksi mekanis yang lebih kompleks antara bahan dan permukaan ulir, sehingga menghasilkan gaya shear yang lebih tinggi dibandingkan sistem *single-screw*. Peningkatan shear ini mempercepat proses pencampuran, pemanasan, dan dehidrasi bahan, sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih homogen dan memiliki kualitas fisik yang lebih baik. Selain itu, *double-screw* system juga memiliki fleksibilitas lebih tinggi dalam mengolah berbagai jenis bahan baku, baik dengan komposisi tinggi serat maupun protein (Ma et al., 2021).

Keunikan dari mesin *Extruder screw doble siwar* adalah terletak pada intermissingnya, yaitu bagian dari kedia sisi skrew saling bersilangan seperti gigi, sehingga menciptakan gesekan dan tekanan yang lebih tinggi. Sehingga efek ini meningkatkan proses homogenisasi dan memungkinkan pemrosesan bahan yang sulit tercampur, contohnya seperti bahan baku yang mengandung serat yang tinggi ataupun protein yang mudah rusak.

Selain meningkatkan performa teknis ekstruksi desain *screw doble siwar* juga memperluas fleksibilitas operasional. Penggunaan dua skrew secara bersamaan mencegah terjadinya *aglomerasi* (penggumpalan) bahan, menjaga aliran tetap stabil, dan memungkinkan ekspansi pelet yang lebih seragam setelah keluar dari cetakan. Yang dimana ini sangat berpengaruh besar terhadap kualitas fisik dan nilai nutrisi dari pelet apung yang dihasilkan.

2.2.2 Fungsi dan Keunggulan *Screw Double-Screw*

Fungsi utama dari *screw* doble siwar adalah untuk meningkatkan efesiensi pencampuran bahan melalui kombinasi mekanisme rotasi dan shear yang kompleks. Keunggulan utama dari *skrew doble siwar* ini terletak pada peningkatan homogenitas pencampuran yang signifikan, interaksi dua *screw* yang berlawanan arah, sehingga bahan tercampur secara merata. Selain itu, shear stres yang lebih tinggi mempercepat proses galatisasi pati, sehingga menghasilkan struktur pelet yang lebih porous dan mampu mengapung lebih lama di permukaan air. Dalam aspek produksi, mesin *Extruder doble screw* juga menunjukkan efesiensi tinggi dalam penggunaan energi dan minimnya kehilangan bahan baku, menjadikannya pilihan terbaik untuk industri pakan berskala besar (Kannadhasan 2010).

Dibandingkan dengan *Extruder single-screw*, sistem *double screw* memiliki beberapa keunggulan dalam menangani formulasi bahan baku, termasuk bahan baku dengan kadar air yang tinggi maupun rendah. Hal ini dikarenakan bahan baku tidak akan mudah kerakumulasi di dalam barrel, dan gesekan antara kedua skrew dapat terus mengerakkan bahan tanpa hambatan, dengan demikian dalam proses ekstruksi skala besar dapat membantu mengurangi *downtime* dan meningkatkan produktivitas .

Selain itu, mesin *Extruder doble siwar* memiliki tingkat kehilangan bahan baku yang lebih rendah. Proses ekstruksi berlangsung lebih cepat dan stabil, sehingga mengurangi resiko ikerusakan nutrisi dari pelet akibat overheating atau over processing. Dengan keunggulan-keunggulan yang dimiliki, *screw double siwar* menjadi pilihan utama dalam industri akuakultur moderen yang menggedepankan efesiensi, kualitas, dan keberlanjutan.

Perbandingan *Extruder Single screw* dan *double screw* dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Tabel perbandingan *Extruder Single screw* dan *double screw*

No	Keterangan	<i>Extruder single siwar</i>	<i>Extruder double siwar</i>
1	Pencampurab bahan	Kekurangan homogen, tergantung kecepatan <i>screw</i>	Sangat homogen, <i>intermeshing screw</i> meningkatkan pencampuran
2	<i>Shear stress</i> (gaya gesek)	Lebih rendah	Lebih tinggi, cocok untuk gelatinisasi pati secara maksimal
3	Efisiensi gelatinisasi	Terbatas	Sangat baik, menghasilkan pelet yang lebih mengembang
4	Fleksibilitas bahan baku	Sensitif terhadap kadar air dan jenis bahan	Lebih fleksibel, mampu menangani bahan dengan variasi tinggi
5	Tingkat kehilangan bahan baku	Lebih tinggi	Lebih rendah
6	Konsumsi energi	Lebih hemat energi	Lebih tinggi karena sistem lebih kompleks
7	Relatif lebih mudah Kemudahan operasi dan pemeliharaan	Relatif lebih mudah	Lebih kompleks, memerlukan operator berpengalaman
8	Biaya awal (investasi mesin)	Lebih murah	Lebih mahal
9	Skalabilitas produksi	Cocok untuk skala kecil-menengah	Cocok untuk skala industri besar

2.2.3 Parameter *Desain Screw Double screw*

Parameter pada desain *Extruder double siwar* sangat menentukan performa ekstruksi dan kualitas pelet yang akan dihasilkan. Ada beberapa parameter yang penting pada desain *screw double screw*, diantaranya:

1. Rasio panjang terhadap diameter *screw (L/D ratio)*

L/D ratio yang tinggi memungkinkan bahan untuk tinggal lebih lama di dalam barrel, sehingga terjadi proses pemanasan dan pencampuran yang lebih intensif, yang dimana hal itu sangat penting untuk memastikan galatisasi pati yang optimal serta pembentukan struktur pori pada pelet apung yang akan dihasilkan, yang dimana hal tersebut berpengaruh langsung terhadap daya apung Singh, S. K., & Muthukumarappan, K. (2014).

2. *Pitch screw*

Parameter yang dimaksud disini yaitu jarak antara ulir *screw* yang memiliki pengaruh besar terhadap proses ekstruksi. Menurut (Wang 2021) pitch yang lebih kecil cenderung meningkatkan tekanan internal, yang dapat membuat bahan baku terdorong lebih kuat ke arah cetakan. Sebaliknya, jika pitch lebih besar dapat mengurangi tekanan, tapi mempercepat aliran bahan. Oleh karena itu pitch *screw* perlu disesuaikan dengan karakteristik bahan baku dan tujuan produksi.

3. Sudut heliks *screw*

Parameter ini menentukan bagaimana bahan bergerak secara spiral di dalam barrel. Sudut yang lebih besar akan meningkatkan kecepatan aliran bahan dan mempercepat proses ekstruksi, tetapi dapat mengurangi waktu tinggal di dalam barrel yang mempengaruhi kualitas pencampuran. Oleh karena itu, desain sudut

heliks harus dioptimalkan untuk menciptakan keseimbangan antara efisiensi dan kualitas produk akhir (Irungu, F. G., Mutungi, C., & Faraj, A. 2019).

Selain parameter diatas, desain ulir juga mencakup faktor seperti kedalaman ulir jenis *screw* elemen (*feeding, mixing, kneading*), dan kombinasi konfigurasi *screw* sepanjang barrel. Dengan parameter dan modifikasi ini kita dapat menyesuaikan mesin untuk berbagai kebutuhan pakan, termasuk pellet dengan kandungan lemak yang tinggi, ataupun pelet dengan ukuran tertentu.

2.3 Pelet Apung

Pelet apung adalah bentuk pakan ikan yang bannyak diminati dalam industri akuakultur moderen. Hal itu disebabkan karena keunggulannya dalam kemampuan mengapung di permukaan air dalam waktu yang lama, yang memungkinkan ikan mengkonsumsi pakan secara efisien. Pelet apung dihasilkan dari hasil ekstruksi yang menghasilkan struktur pori dan kerapatan yang terkontrol sehingga densitas pelet lebihrendah dari air (Rosentrater et al., 2010).

Kualitas fisik pelet apung yang baik ditentukan oleh tingkat porositas, homogenitas, dan struktur internalnya. Pelet harus cukup kuat untuk memepertahankan bentuknya selama pennyimpanan dan saat di aplikasikan di air, tetapi cukup ringan agar teteap dapat mengapung. Oleh sebab itu pada saat proses ekstruksi hal penting seperti pengaturan kadar air, tekanan, dan suhu harus di perhatikan.



(a) pelet hasil *double screw*



(b) pelet hasil *Single screw*

Gambar 2.9. hasil ekstruksi pelet dengan *screw single dan double*

Dalam pengembangan pelet apung, penyesuaian formula sangat penting agar mendukung proses galatisasi dan pembentukan pori. kandungan pati, lemak, dan protein, serta editif seperti emulsi atau binder harus di atur secara presisi.

2.3.1 karakteristik pelet apung

pelet apung yang baik memiliki karakteristik densitas nya yang lebih rendah dari air, yang membuatnya dapat mengapung dalam jangka waktu yang lama. Menurut sorensen et.al.,(2010) kadar udara dalam pelet apung menentukan kemampuan mengapungnya. Hal ini dicapai dengan menciptakan stuktur pori di dalam pelet, yang terbentuk selama proses ekstruksi.

Selain daya apung, kekuatan fisik dari pelet apung juga harus di perhatikan. Pelet harus tahan abrasi saat dilakukan penyimpanan dan pemindahan tempat tanpa mudah pecah atau menghasilkan serbuk. Kemudian kandungan nutrisi pada pelet juga harus diperhatikan, pelet harus mengandung proporsi protein, lemak, dan energi metabolik yang sesuai. Untuk memastikan hal tersebut perlu dilakukan perhitungan densitas pelet apung, karena densitas yang rendah akan mempengaruhi daya apung dari pelet.

Rumus Densitas Pelet:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana: ρ = densitas pelet (g/cm³)

m = massa pelet (g)

V = volume pelet (cm³)

Dalam industri akuakultur skala besar pemindaian untuk menilai struktur internal pelet, termasuk ukuran dan distyribusi pori pada pelet biasanya menggunakan tehnik pemindai seperti *scanning electron microscopy* (SEM). Hal ini berguna untuk memahami formula dan kondisi ekstruksi berpengaruh pada hasil akhir.

2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Pelet Apung

Dalam proses ekstruksi pembuatan pelet apung ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas nya, diantaranya:

1. Komposisi bahan baku

Komposisi bahan baku sangat krusial karena bahan dan kandungan pati yang tinggi, seperti jagung, gandum, dan singkong, yang memiliki kemampuan galatisai yang lebih baik saat di panaskan. Galatisasi ini penting dalam pembentukan pori dan struktur ekspansi pelet, yang menjadi dasar daya apung.

2. Kadar air dalam bahan baku

Kandungan air yang tepat membantu proses gelatinisasi dan ekspansi selama ekstrusi. Jika terlalu sedikit air, proses pencampuran dan pemanasan menjadi kurang efektif, menghasilkan pelet keras dan berat. Jika terlalu banyak, pelet menjadi terlalu lunak dan berisiko tidak bisa mengapung atau cepat rusak

dalam air. Oleh karena itu, pengendalian kadar air merupakan bagian penting dalam proses formulasi dan ekstrusi.

3. Tekanan ekstruksi

Tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan bahan terkompresi lebih padat, hal ini berpotensi menghasilkan pelet yang kuat namun memiliki pori-pori yang lebih sedikit, sehingga ada kemungkinan tenggelam. Namun, sebaliknya tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan hasil pelet yang rapuh dan mudah hancur.

Berikut faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kualitas pelet apung dapat dilihat pada tabel 2.2.



Tabel 2.2. Tabel parameter pembuatan pelet apung.

Parameter	Rentang umum	Keterangan
Kadar air bahan	20%-30%	Terlalu rendah membuat bahan sulit dibentuk; terlalu tinggi hasilkan pelet rapuh
Suhu ekstruder	90°C – 160°C	Suhu tergantung pada komposisi bahan (protein tinggi → suhu lebih rendah)
Tekanan ekstruksi	2 – 10 MPa	Tekanan tinggi meningkatkan densitas dan ekspansi
Kecepatan <i>screw</i>	100 – 300 rpm	Mengatur laju aliran dan pencampuran bahan
Waktu retensi	30 – 60 detik	Untuk memastikan gelatinisasi pati dan denaturasi protein

Selain faktor faktor utama tersebut, variabel seperti suhu ekstrusi, waktu tinggal bahan di dalam barrel, serta kecepatan rotasi *screw* juga dapat mempengaruhi hasil akhir. Semua parameter ini saling berkaitan dan perlu dioptimalkan berdasarkan karakteristik bahan baku dan tujuan akhir produk. Kombinasi pengaturan yang tepat dapat menghasilkan pelet dengan daya apung optimal, struktur fisik yang kuat, dan nilai nutrisi yang tetap terjaga (Sørensen & Nguyen 2010)

Untuk mengetahui persentase daya apung dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Daya Apung (\%)} = \frac{Q_1}{Q_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : Q_1 = jumlah pelet yang mengapung

Q_2 = Jumlah keseluruhan pelet yang diuji

2.3.3 Standar Kualitas Pelet Apung

Dalam industri akuakultur, standar kualitas pelet apung digunakan guna menjamin performa dan kestabilan pakan dalam kondisi budidaya yang sebenarnya. Salah satu indikator utama dalam standart kualitas pelet apung adalah daya apung, yang idealnya harus lebuah dari 95%. Artinya, minimal 95% dari jumlah pelet harus tetap mengapung kurang lebih selama 10-15 menit dalam uji laboratorium. standart ini mamastikan bahwa pakan dapat di konsumsi ikan dengan baik sebelum tenggelam kedasar (Welker et al., 2018).

Kandungan air dalam pelet juga menjadi parameter penting, batas maksimum kadar air dalam pelet biasanya maksimum 10%. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mempercepat pertumbuhan mikro organisme selama pennyimpanan, selain itu, pelet dengan kadar air yang rendah lebih kuat secara fisik dan tidak mudah hancur saat berada di air atau saat di trasportasikan.

Daya tahan pelet di dalam air merupakan untuk kemampuan fisik pelet untuk mempertahankan bentuknya setelah di aplikasikan ke kolam. Standart umum mengharuskan pelet dapat bertahan minimal 2 jam di air tanpa larut atau mengalami disintegrasikan. Parameter lain juga sering di perhatikan meliputi ukuran partikel, bentuk fisik (bulat atau silinder), dan indeks daya tahan pelet *pelet Durability*

indeks (PDI). Semua parameter ini digunakan sebagai acuan untuk nilai konsistensi dan kualitas produk akhir.

2.4 Pengaruh Desain *Screw* terhadap Kualitas Pelet

Desain *screw* dalam proses ekstruksi berpengaruh terhadap kualitas fisik dan fungsional pelet yang dihasilkan, termasuk daya apung, densitas, kekuatan fisik, dan stabilitas di air. Menurut cheng & sorensan (2023) peran *screw* dalam menciptakan aliran, tekanan, dan gesekan yang diperlukan untuk memproses bahan baku secara optimal. Variasi dalam panjang *screw*, konfigurasi ulir, serta sudut heliks dapat mengurangi distribusi energi selama proses ekstruksi.

Secara umum, desain *screw* memungkinkan pembentukan *shear stress* yang tinggi akan menghasilkan pelet dengan tingkat galatisasi yang tinggi. *screw* yang dirancang dengan variasi ulir dapat meningkatkan pencampuran dan homogenitas, sehingga menghasilkan pelet yang lebih seragam dari segi ukuran dan struktur. Kecepatan rotasi *screw* berkaitan dengan desainnya, desain *screw* dengan sudut heliks dan pitch yang sesuai dapat mengatur laju aliran bahan dalam barrel, sehingga proses pemanasan dan pencampuran berlangsung dalam waktu yang optimal (Singh, 2016).

2.4.1 Hubungan antara Desain *Screw* dan Kepadatan Pelet

Desain *screw* memiliki peran penting dalam menentukan kepadatan akhir pelet, yang dimana hal tersebut berpengaruh terhadap daya apung. Salah satu aspek penting dalam desain ini adalah pitch *screw*, yaitu jarak antar ulir. *Screw* dengan pitch yang lebih panjang memungkinkan bahan untuk mengalir lebih cepat melalui barrel, mengurangi tekanan, menghasilkan ekspansi yang lebih besar. Hasilnya pelet yang dihasilkan akan lebih berpori dan ringan sehingga cenderung mengapung.

Selain *pich screw*, sudut heliks juga berperan dalam mengatur densitas pelet. Sudut heliks yang lebih besar memungkinkan bahan mengalir lebih cepat dan merata, meminimalkan akumulasi tekanan. Kombinasi antara sudut heliks yang besar dan *pich* yang panjang, menghasilkan pelet dengan dengan kepadatan rendah, ideal untuk pelet apung (Sørensen et al., 2009).

2.4.2 Pengaruh Desain *Screw* terhadap Tingkat Apung Pelet

Tingkat pelet apung sangat bergantung pada bagaimana strktur internal terbentuk selama proses ekstruksi,ysnng dsism hsl ini sangat di pengaruhi oleh kecepatan shear yang di hasilkan oleh desain *screw*. *Shear* yang tinggi mennyebabkan galatisasi pati secara maksimal, yang membentuk struktur berbusa yang meningkatkan daya apung pelet. Pencampuran bahan yang baik dalam *screw double siwar* juga berkontribusi pada homogenitas pencampuran, sehingga setiap partikel bahan mendapatkan setiap perlakuan panas dan tekanan yang sama.

Selain *shear* dan pencampuran, suhu ekstrusi yang diatur melalui desain dan pengaturan *screw* juga memainkan peran penting. Suhu tinggi menyebabkan air dalam bahan berubah menjadi uap yang terperangkap di dalam massa pelet, menciptakan ekspansi saat keluar dari die. Jika desain *screw* tidak memungkinkan pengendalian suhu dan tekanan yang stabil, maka pembentukan pori bisa terganggu, mengurangi kemampuan pelet untuk mengapung (Rokey et al., 2010).

2.4.3 Parameter Evaluasi Kualitas Pelet

Evaluasi kualitas pelet dilakukan guna untuk memastikan bahwa produk memenuhi standart industri dan kebutuhan budaya. Parameter yang di uji adalah:

1. Uji daya apung.

Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan sejumlah pelet di atas permukaan air dan diamati, seberapa lama pelet dapat bertahan. Idealnya pelet yang berkualitas dapat tetap mengapung sampai 95% (Liu 2023).

2. Pengukuran porositas dan kerapatan pelet

Pengukuran parameter ini bisa menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). SEM memungkinkan mikrostruktur pelet secara visual, mengidentifikasi distribusi pori, ukuran partikel, serta struktur internal (Xue 2023).

3. Uji kekuatan fisik

Pengujian ini dilakukan menggunakan *Pelet Durability Index* (PDI), yaitu persentase pelet yang tetap utuh setelah diguncang atau digiling selama periode tertentu (Irungu 2019). Untuk menghitung kekuatan fisik pelet pada metode ini dapat menggunakan rumus :

$$PDI\% = \frac{M_{awal}}{M_{akhir}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

M_{awal} = Massa awal pelet sebelum pengujian abrasi

M_{akhir} = Massa pelet setelah uji abrasi

2.4.4 Kriteria Teknis Mesin Ekstruder *Double Screw*

Ada beberapa parameter teknis yang harus ada pada mesin ekstruder *double screw* agar proses ekstruksi berjalan optimal dan menghasilkan pelet yang sesuai dengan standart indudtri akuakultur, diantaranya:

1. Homogenisasi Campuran, Sistem *double siwar* memungkinkan pencampuran bahan secara seragam baik secara axial (sepanjang panjang *screw*) maupun radial (antara dinding dan pusat *screw*).
2. Transfer Energi Termal dan Mekanik yang Stabil, *Screw* ganda menghasilkan suhu dan tekanan internal yang merata, yang penting untuk gelatinisasi pati dan pembentukan pori.
3. Kendali Aliran Material, *Desain skrew double siwar* memberikan mekanisme *shear* dan *conveying force* yang dapat dikendalikan untuk
4. Kapasitas *Output* Tinggi, Sistem ini umumnya mampu memproduksi 1.5–2x lipat *output* dari mesin *single screw* dengan kualitas yang lebih stabil.
5. Minimalkan Residu dan Penyumbatan, Rotasi *screw* yang berlawanan (*co-rotating*) membantu mendorong bahan keluar tanpa hambatan.
6. Kompabilitas Variasi Bahan Baku, *Double screw* lebih toleran terhadap bahan dengan kelembapan tinggi, lemak tinggi, atau serat kasar

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di bengkel *workshop CV Micro Enterprises*.

Penelitian yang di lakukan yaitu “Studi Pengaruh Desain *Screw Double Siwar* Terhadap Kualitas Pelet Apung Yang Dihasilkan Oleh Mesin Ekstruder”

3.1.2 Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan proposal tugas akhir oleh pengelola program studi sampai dengan selesai.

Tabel 3.1. Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2025															
		Mei				Juni				juli				September			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan judul	■															
2	Penulisan proposal		■	■	■												
3	Seminar proposal				■												
4	Proses penelitian					■	■	■	■								
5	Pengolahan data								■	■	■	■	■				
6	Penyelesaian laporan												■	■	■	■	■
7	Seminar hasil																■
8	Evaluasi pasca seminar hasil																■
9	Sidang sarjana																■

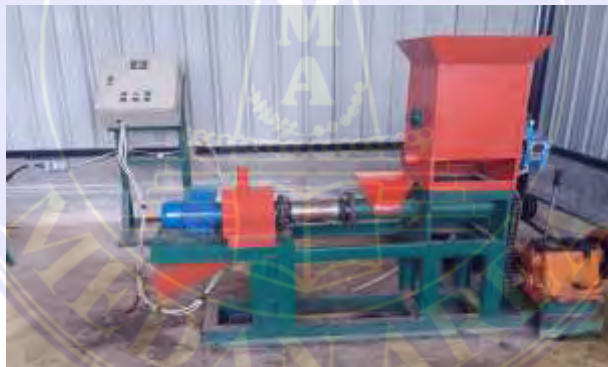
3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat penelitian

Pada proses penelitian “STUDI PENGARUH DESAIN *SCREW DOUBLE SIWAR* TERHADAP KUALITAS PELET APUNG YANG DIHASILKAN OLEH MESIN EKSTRUDER” ini, peralatan yang digunakan diantaranya:

1. Mesin *Extruder double siwar*

Mesin *Extruder double siwar* digunakan untuk melakukan proses ekstruksi dengan mencampur bahan baku seperti dedak halus, tepung tapioka, air, tepung jagung, tepung mokaf, ataw bahan lainnya menjadi pelet apung. Dalam penelitian ini mesin ekstruder *double siwar* digunakan untuk menguji pengaruh desain *screw doble siwar* terhadap kualitas pelet apung

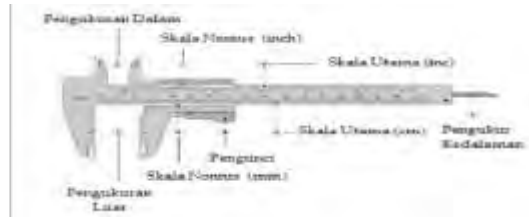


Gambar 3.1. Mesin *Ekstruder Double siwar*

2. Jangka sorong (*caliper*)

Caliper atau yang sering dikenal dengan jangka sorong merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur ketebalan, diameter dalam, diameter luar, dan mengukur kedalaman suatu benda. Alat ini memiliki dua rahang yang dapat bergerak, satu rahang tetap dan satu rahang bergeser yang terhubung skala

pengukuran. Dalam penelitian ini *caliper* digunakan untuk mengukur dimensi pelet apung.



Gambar 3.2. Jangka Sorong (*vernier caliper*)

3. Wadah Air

Wadah air berfungsi sebagai penampung air untuk melakukan pengujian daya apung dan daya tahan pelet di permukaan air



Gambar 3. 3. Wadah air

4. *Stopwatch*

Sementara *stopwach* berfungsi untuk mengukur waktu dengan ketelitian tinggi hingga mili detik untuk menghitung lama waktu daya apung pelet.



Gambar 3.4. Gambar *Stopwatch*

5. Tachometer

Dalam *Tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan putaran *screw* pada mesin ekstruder dalam satuan RPM (rotasi per menit)



Spesifikasi :

- Jenis Alat : Tachometer Digital (non-contact).
- Rentang Pengukuran : Non-Contact Mode: 2,5 – 99.999 RPM
- Resolusi : 0,1 RPM (untuk putaran < 1.000 RPM)
1 RPM (untuk putaran \geq 1.000 RPM)
- Akurasi Pengukuran : \pm (0,05% + 1 digit)
- Layar Tampilan : LCD Digital dengan 5 digit

Gambar 3.5. Tachometer.

6. Handphone

Dalam penelitian ini handphone digunakan untuk mendokumentasikan hasil penelitian pengaruh desain *screw* terhadap kualitas pelet apung



Spesifikasi:

- Type : Xiaomi Redmi Note 11
- Layar : AMOLED 6,43 inci, FHD+ (1080 × 2400 px), 90Hz refresh rate.
- Proteksi : Corning Gorilla Glass 3
- Prosesor : Qualcomm Snapdragon 680 (6nm), Octa-core up to 2.4 GHz
- GPU : Adreno 610
- RAM & Storage : 4GB/128GB
- Baterai : 5000 mAh, Fast Charging 33W (USB Type-C)
- Sensor : Accelerometer, Gyro, Proximity, Compass, IR Blaster

Gambar 3.6. Handphone Xiaomi Redmi Note 11

7. Laptop

Laptop digunakan untuk menjalankan perangkat lunak dan mengelola data hasil penelitian, dalam penelitian ini, laptop digunakan untuk menjalankan Microsoft Excel untuk melakukan pengolahan data dan analisis.



- Dimensi: 356 x 242 x 19 mm (Tinggi)
- Berat: 1,5 kg (tanpa baterai)
- Prosesor: AMD Ryzen 5 5500U
- Memori: 8 GB DDR4
- Hard Drive: 512 GB SSD
- Layar: 14" IPS, 1920 x 1080
- Kamera: 5MP
- Webcam: 2MP
- Port: 1x USB-C, 2x USB-A, 1x Headset Jack
- Baterai: 4200 mAh, hingga 8 jam
- OS: Windows 11 Home

Gambar 3.7. Laptop ASUS Vivobook Go 14

8. Timbangan digital

Dalam penelitian ini timbangan digital digunakan untuk mengukur berat atau massa dari pelet apung yang di hasilkan setelah proses ekstruksi. Ketelitian minimal timbangan dalam penelitian ini yaitu 0,01 gram.



- Spesifikasi:
- Kapasitas maksimum : 30 kg
 - Resolusi / ketelitian : 1g (0,001 kg)
 - Bahan platform : Stainless Steel
 - Layar display : LCD digital
 - Sumber daya : Baterai isi ulang
 - Aplikasi : laboratorium, industri kecil, toko, penelitian

Gambar 3.8. Timbangan Digital

3.2.2 Bahan penelitian

Untuk memastikan kualitas pelet dan nutrisi pelet maupun kemampuan apung di dalam air bahan baku harus terukur, dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pelet apung diantaranya, tepung jagung / tapioka, dedak halus, tepung mokaf, air, vitamin dan protein. Untuk persentase komposisinya dapat di lihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2. Tabel komposisi dan pormula percobaan pembuatan pelet apun

Bahan baku	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Tepung ikan	20%	20%	20%	20%
Tepung jagung	20%	20%	20%	20%
Dedak halus	20%	20%	20%	20%
Tepung Mocaf	10%	15%	20%	25%
Vitamin	10%	10%	10%	10%
Air	20%	15%	10%	5%
Total	100%	100%	100%	100%

3.3 Metodologi penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode yang bertujuan untuk menguji suatu variabel terhadap variabel lain atau bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan variabel lainnya. Hal ini bertujuan untuk mengubah satu atau lebih suatu variabel independen atau sering disebut sebagai variabel yang dimanipulasi,

dan melihat bagai mana perubahan tersebut berdampak pada variabel dependen, atau disebut variabel yang diukur.

3.4 Gambaran umum objek penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi performa dari mesin ekstruder double *screw* dengan konfigurasi skrew *double siwar*, yang dirancang untuk menghasilkan pelet apung berkualitas tinggi bagi sektor akuakultur. Mesin ini merupakan pengembangan dari desain *Single screw* dengan menambahkan dua profil sirip sekrup (*siwar*) pada masing-masing *screw* untuk meningkatkan performa pencampuran, gelatinisasi, dan efisiensi aliran material.

Teknologi ekstruksi telah menjadi metode utama dalam produksi pakan ikan, terutama karena kemampuannya menghasilkan pelet dengan karakteristik fisik yang unggul, seperti tingkat daya apung yang tinggi, kerapatan yang sesuai, dan stabilitas dalam air. Desain double *screw* dalam mesin ekstruder merupakan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi proses pencampuran pemanasan, dan pembentukan struktur pelet.

Dalam penelitian ini fokus diarahkan pada desain *screw tipe double siwar*, yaitu ulir ganda yang saling berinteraksi (*co-rotaring*), yang di hipotesiskan mampu memberikan efisiensi pencampuran yang lebih baik dibandingkan dengan *screw tipe single siwar*.

Objek utama dalam penelitian ini mencakup dua hal, diantaranya :

1. Mesin *Extruder double screw*

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin ekstruder dengan konfigurasi ganda (*double screw*). Mesin ini dirancang untuk memiliki tingkat pencampuran, tekanan, dan waktu tinggal material yang lebih tinggi, sehingga di

harapkan dapat meningkatkan kualitas fisik pelet. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua variasi desain *screw*, diantaranya:

1. Desain *Single screw*
2. Desain *double screw*

2. Pelet apung sebagai produk uji

Pelet yang dihasilkan oleh kedua jenis *screw* kemudian di analisis dan dibandingkan berdasarkan parameter kualitas fisik umum, yaitu :

1. Daya apung (*% floating rate*)
2. Kerapatan (Densitas, g/cm^3)
3. Ketahanan fisik (*Pelet Durability Index/PDI, %*)
4. Tingkat efisiensi ekstrusi dan laju produksi (kg/jam)

Untuk meningkatkan efisiensi kinerja mesin ekstruder dalam menghasilkan pelet apung berkualitas tinggi, desain *screw double siwar* dibangun berdasarkan evaluasi dari *screw double siwar*, yang masih memiliki beberapa kelemahan, termasuk homogenisasi bahan baku, Kendali Aliran Material, dan konsumsi energi.

Dalam produksi pelet apung dengan mesin ekstruder *double screw* hasil pelet yang di keluarkan sangat di pengaruhi oleh tekanan dan temperatur. Dalam penelitian yang dilakukan Drianto et.al (2021) temperatur pada saat ekstruksi yaitu 100 -120°Cm. Motor yang dilakukan saat proses penelitian adalah M2BAX160MLB4 (IE1)

Tabel 3.3. spesifikasi motor penggerak.

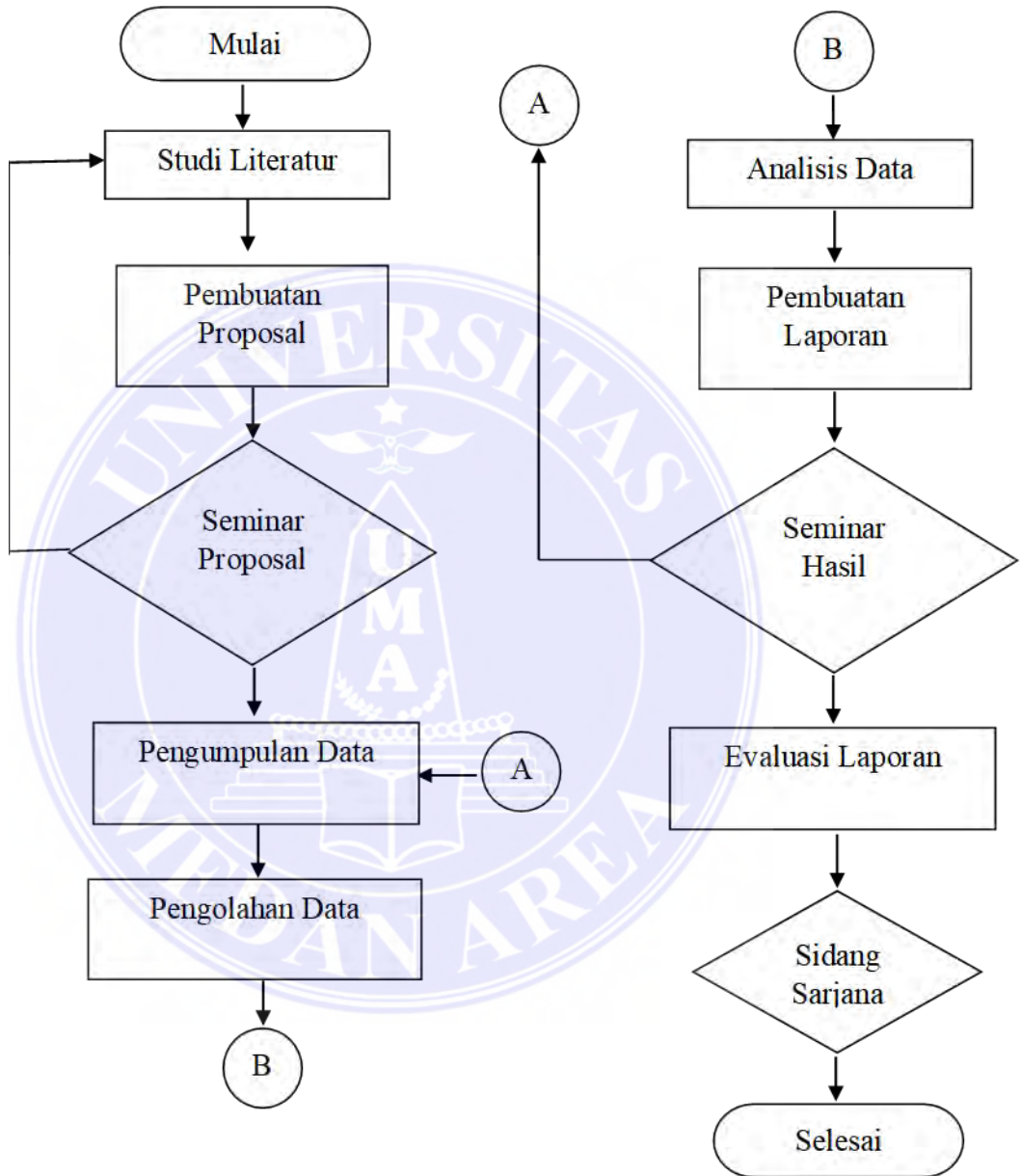
Spesifikasi Motor	
Tipe	M2BAX160MLB4 (IE1)
Voltage	415 V
Rated current	28.18 A
No load current	11.72 A 15
Power	15 kW
Pole	4 no.
Rated speed	1461.8 rpm
No load speed	1948 rpm
Efficiency	90 %
Power factor	0.822
Torque	97.98 Nm

3.5 Prosedur kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini antara lain:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pemasangan *screw* double *screw* pada mesin ekstruder
3. Proses produksi pelet apung dengan mesin ekstruder *Single screw*
4. Proses produksi pelet apung dengan mesin ekstruder double *screw*
5. Pengukuran dan pengujian kualitas pelet
6. Pengambilan data
7. Analisa dan pengolahan data
8. Penyusunan laporan penelitian

3.5.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3.9. Diagram Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dengan judul penelitian “Studi Pengaruh Desain *Screw* Terhadap Kualitas Pelet Apung Yang Dihasilkan Oleh Mesin Ekstruder” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas fisik pelet apung yang dihasilkan oleh mesin ekstruder dengan *screw double siwar* sangat baik, hal tersebut dikarenakan analisis terhadap daya apung, stabilitas air, PDI, dan densitas menunjukkan bahwa pelet yang dihasilkan oleh mesin ekstruder *Double screw siwar* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan mesin *single screw siwar*. Nilai daya apung pelet dari mesin *Double screw* berada pada kisaran 94–100%, densitas lebih rendah (0,65–0,80 g/cm³) sehingga mampu mengapung lebih lama, serta nilai PDI berada pada 91–96%, yang menandakan kekuatan fisik dan stabilitas air yang sangat baik. Sebaliknya, mesin *single screw* menghasilkan pelet dengan densitas lebih tinggi, daya apung lebih rendah (80–90%), serta PDI yang lebih bervariasi, sehingga kualitas fisiknya kurang stabil.
2. Selain faktor desain *screw*, kualitas pelet juga dipengaruhi oleh suhu, tekanan, dan komposisi bahan baku. Pada mesin ekstruder *screw double siwar*, kombinasi tekanan dan gesekan (*shear stress*) yang lebih tinggi menghasilkan gelatinisasi pati yang maksimal, membentuk struktur pori lebih homogen, dan menurunkan kadar air akhir pelet hingga sekitar 30% lebih rendah dibandingkan *single screw*. Hal ini membuktikan bahwa faktor proses suhu dan

tekanan serta formulasi bahan baku seperti perbandingan pati dan protein memiliki kontribusi nyata terhadap kualitas fisik pelet yang dihasilkan.

3. Dari sisi efisiensi produksi, mesin ekstruder *screw double siwar* menunjukkan kinerja yang lebih unggul dengan efisiensi produksi mencapai 93 % sedangkan mesin *screw single siwar* hanya berada di 75 %. Selain itu, efisiensi konsumsi energi pada mesin *Double screw* juga lebih rendah, yang dimana konsumsi energi untuk *screw single siwar* 0.1 kWh/kg untuk produksi 120 kg/jam dan untuk *screw double siwar* 0.125 kWh/kg untuk produksi 150 kg/jam. Penggunaan mesin ekstruder dengan *screw double siwar* berhasil meningkatkan kapasitas produksi dari 120 kg/jam *screw single siwar* menjadi 150 kg/jam pada *screw double siwar*. Hal ini menunjukkan peningkatan efisiensi produksi hingga 20 % sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan waktu produksi.

5.2 Saran

Saran yang dapat di berikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Saran untuk pengembangan mesin lebih lanjut, disarankan untuk menambahkan sistem kontrol suhu dan kanan otomatis guna untuk menjaga konsistensi kualitas produksi saat proses ekstruksi.
2. Saran untuk penelitian lanjutan pengujian bahan pengikat alami seperti tepung tapioka atau bahan berbasis protein untuk meningkatkan kekuatan fisik tanpa mengurangi daya apung.
3. Perlu dilakukan pengujian jangka panjang terhadap ekstruder dengan *screw single siwar* untuk mengetahui durabilitas material dan performa mesin dalam kondisi produksi yang berkelanjutan.
4. Mengembangkan mesin ini untuk produksi skala kecil sampai menengah sebagai alternatif pakan mandiri yang lebih murah namun berkualitas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA.

- American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASAE). (2007).
Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving
(ASAE Standard S269.4). St. Joseph, MI: ASABE.
- Cahyono, Puguh Hari. Perancangan Dan Pembuatan Mold Botol Plastik
Kemasan Shampoo Volume 250 MI Untuk Proses Extrusion Blow
Molding. Diss. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2015.
- Dan Keripik Singkong." *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan
Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 7.3 (2016).
- 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. Harahap, I. A. (2019). *Rancang Bangun Mesin Pelet Apung Skala
Peternak Kecil*.
- Dian, Cahyadi, And Lanta L. Lanta L. "Studi Rekayasa Teknis Molding Metode
Vacuum Forming Untuk Aplikasi Pada Perancangan Alat Pembuat
Kemasan." *Jurnal Tanra* 5.2 (2018): 9-19.
- Ding, Q. B., Ainsworth, P., Tucker, G., & Marson, H. (2019). *The effect of extrusion
conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of
rice-based snack products. Journal of Food Engineering*, 164(1), 284-291.
- Ghorbani, Z., Kashaninejad, M., & Maghsoudlou, Y. (2018). *Effect of extrusion
process variables on physical properties of fish feed extrudates. Journal of
Food Science and Technology*, 55(3), 1043-1051.
- Godoy, Mateus G., Et Al. "Agricultural Residues As Animal Feed: Protein
Enrichment And Detoxification Using Solid-State Fermentation."

Current Developments In Biotechnology And Bioengineering. Elsevier, 2018. 235256.

Hardy, R. W. (2016). Extruded aquafeeds: Current status and future opportunities. *Aquaculture Nutrition*, 22(1), 1-15.

Hasan, M. R., Hecht, T., De Silva, S. S., & Tacon, A. G. J. (2007). Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome: FAO.

Hasan, M. R., New, M. B., & Halwart, M. (2020). On-farm feeding and feed management in aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*.

Hasil pengujian stabilitas pellet

Hidayat, Muhammad Firdaus, And Muhammad Budi Nur Rahman. "Desain Dan Optimasi Injection Mold Dengan Sistem Slider Pada Produk Hardcase Handphone." *Rotasi* 19.4 (2017): 217-225.

Hidayat, T., Nuraini, H., & Haryati, T. (2014). Pengaruh ukuran partikel bahan baku terhadap kualitas fisik pelet pakan ikan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1), 10–18.

Irma, H. "Teknik Pembuatan Pakan Ikan Apung Di CV." *Mentari Nusantara Feedmill. Praktek Kerja Lapang. Tulungagung. Jawa Timur* 67 (2008).

Iskandar, A., Amalia, D., Aji, H. S., Hendriana, A., & Darmawangsa, G. M. (2021). Optimalisasi Pembenuhan Ikan Koi *Cyprinus rubrofasciatus* di Mina Karya Koi, Sleman, Yogyakarta. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 3(1), 154-159.

Iskandar, Ahmad, Mochammad Johansyah, And Rohmat Slamet. "Analisis Karakteristik Baja Dc 53 Pada Dies Hot Cut Mesin *Extruder Twin Screw*." *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin* 5.2 (2021): 22-30.

Kapasitas Produksi Pada Proses Pengolahan Sambel Pecel, Keripik
Tempe

- Karyanto, Karyanto, Arif Budimansyah Purba, And Yessy Yanitasari. "Sistem Pakar Mendiagnosis Kerusakan Mesin Die Casting 350 Ton Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web." *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 12.4 (2018): 4-13.
- Krisnan, Rantan, and S. P. Ginting. "Penggunaan solid ex-decanter sebagai perekat pembuatan pakan komplit berbentuk pelet: evaluasi fisik pakan komplit berbentuk pelet." *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Vol. 2009. 2009.
- Liu, K., Zhang, Y., & Chen, F. (2020). Influence of *screw* configuration on the properties of extruded aquafeed pellets. *Aquaculture Research*, 51(4), 1850-1862.
- Milićević, D., Cvetković, B., & Živković, D. (2021). Optimization of extrusion parameters in fish feed production. *Journal of Agricultural Sciences*, 66(2), 129-140.
- Mulia, D. S., and H. Maryanto. "Uji fisik dan kimiawi pakan ikan yang menggunakan bahan perekat alami." *Prosiding Seminar Hasil Penelitian LPPM UMP*. 2014.
- National Research Council (NRC). (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, DC: National Academies Press.
- Perangin-Angin, Muhammad Agusri. *Perancangan Screw Double Tread Pada Mesin Pelet Apung Dengan Kapasitas 100 Kg/Jam*. Diss. Universitas Medan Area, 2022.
- Pratama, Hendra Saputra, And Anton Hartanto. "Pengembangan Modul Fabrikasi Di Jurusan Teknik Mesin." *Journal Of Vocational And Technical Education (Jvte)* 4.1 (2022): 24-30.
- Rahman, M. A., Hossain, M. I., & Hoque, M. E. (2021). Development of floating fish feed using different extrusion techniques. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 9(3), 15-21.

- Rokey, G. J., Plattner, B., & Souza, E. M. (2019). Feed extrusion process description and applications. *Animal Feed Science and Technology*, 258(1), 114-126
- Saifullah, Ali. "Perancangan Mekanisme Penjepit Cetakan Bola Plastik Proses Blow Molding Untuk Home Industri." *Jurnal Gamma* 9.1 (2013).
- Sørensen, M., Storebakken, T., Shearer, K. D., & Mydland, L. T. (2010). Digestibility, growth, feed utilisation, mineral retention and fillet quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with wheat gluten. *Aquaculture*, 305(1-4), 109–116
- Wibowo, Setyo Adi, And S. B. M. Nugroho. "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Industri Pengolahan Dan Efisiensi Produksi Pada Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Tahun 2010-2015." *Media Ekonomi Dan Manajemen* 33.2 (2018).
- Wijayanti, Novita, And Indria Purwantiningrum. "Peningkatan Efisiensi Dan Zaman, Asep Badru, et al. "Karakteristik fisik pakan ikan apung non-ekstrusi yang dibuat melalui fermentasi *Rhizopus oryzae*." *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia* 5.1 (2018): 27-35.
- Zamzami, Sofi, Hesti Istiqlaliyah, And Kuni Nadliroh. Rancang Bangun Pengering Pelet Ikan Pada Mesin *Extruder* Dengan Kapasitas 40 Kg/Jam. Diss. Universitas Nusantara Pgri Kediri, 2022.
- Zarkani, A., Johan, Y., Sari, Y. P., Reonaldi, H. A. A., & Zelina, F. (2023). Pemanfaatan Maggot *Hermetia illucens* L. sebagai Sumber Protein Pelet Ikan di Desa Wisata Rindu Hati Bengkulu Tengah. *Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, 21(2), 343-353.

Lampiran 1 Hasil Pengujian stabilitas air

Jenis Mesin	Stabilitas air	
	Waktu (menit)	Persentase (%)
Mesin <i>Extruder</i> dengan <i>Screw single siwar</i>	5	96.5 %
	15	94.8 %
	30	93.5 %
	60	92.3 %
	90	89.5 %
Mesin <i>Extruder</i> dengan <i>Screw double siwar</i>	5	97.5 %
	15	95.5 %
	30	94.8 %
	60	92.6 %
	90	90.1 %

menit	Stabilitas air	
	<i>Screw Single Siwar</i>	<i>ScrewDouble siwar</i>
5	96.5	97.5
15	94.8	95.5
30	93.5	94.8
60	92.3	92.6
90	89.5	90.1

Lampiran 2 Hasil Pengujian daya apung

Menit	Daya apung (%)	
	<i>Screw single siwar</i>	<i>Screw double siwar</i>
1	100	100
5	100	100
10	90	100
15	80	100
30	70	90
60	50	80
90	50	60



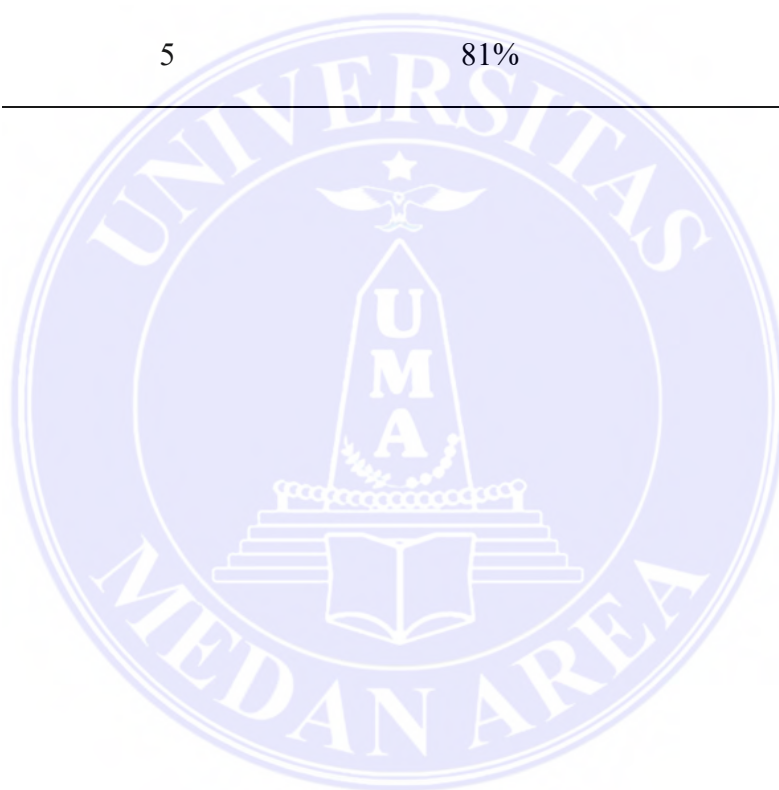
Lampiran 3 Hasil Pengujian Densitas pelet

Pengujian	<i>Screw single siwar</i>	<i>Screw Double siwar</i>
1	0.80	0.80
2	0.89	0.70
3	0.82	0.76
4	0.75	0.77
5	0.82	0.79



Lampiran 4 hasil pengujian kekuatan fisik pelet (PDI)

pengujian	<i>Single screw</i>	<i>Double screw</i>
1	74%	93%
2	79%	90%
3	77%	91%
4	80%	92%
5	81%	91%



Lampiran 5 Mesin *extruder screw single dan double siwar*



Lampiran 6 Pengambilan data spesifikasi motor

