

# Rancang Bangun Alat *Rotary Drum Dryer* Pengering Pelet Ikan Kapasitas 100 Kg

Lutfy Eza Saputra<sup>1\*</sup>, Danang Dwi Saputro<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : [Lutfyezasaputra9@gmail.com](mailto:Lutfyezasaputra9@gmail.com)



e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 08 Agustus, 2026

Page: 4387-4399

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i8.3566>

## Article History:

Received: Juni 08, 2026

Revised: Juli 21, 2026

Accepted: Agustus 18, 2026

**Abstract :** *Drying fish pellets in small and medium-scale aquaculture operations still relies on sun drying, which is weather-dependent, time-consuming, and produces inconsistent quality. This study aims to design a rotary drum dryer with a 100 kg capacity and to analyse heat transfer and equipment performance. The method employed is Research and Development, encompassing dimension design, forced convection heat transfer analysis, structural strength analysis, and power and torque requirement calculations. The results show that the drum's heat transfer area is 7.54 m<sup>2</sup>, with a convective heat transfer coefficient of 24.1 W/m<sup>2</sup>K and a heat transfer rate of 5.45 kW. The energy required to reduce moisture content from 20% to 10% is 25.08 MJ, with an estimated theoretical drying time of 76.7 minutes. The drum's working stress is 0.190 MPa, lower than the allowable stress of 83.33 MPa, confirming structural safety. The minimum torque required is 685.5 Nm with a power requirement of 2.42 HP. A 1:15 ratio gearbox delivers an output torque of 187.8 Nm, and after chain reduction, the drum torque reaches 892.1 Nm, exceeding the minimum requirement, powered by a 3 HP AC electric motor. Thus, the rotary drum dryer design satisfies the aspects of heat transfer, structural strength, and drive system requirements for effective fish pellet drying.*

**Keyword :** *Rotary Drum Dryer, Catfish Pellet, Drying, Moisture Content, heat transfer*

**Abstrak :** Pengeringan pelet ikan pada usaha budidaya skala kecil dan menengah masih mengandalkan penjemuran sinar matahari, sehingga bergantung pada cuaca, memakan waktu lama, dan menghasilkan kualitas kurang seragam. Penelitian ini bertujuan merancang bangun rotary drum dryer kapasitas 100 kg serta menganalisis perpindahan panas dan kinerja alat. Metode yang digunakan adalah rancang bangun (Research and Development) meliputi perancangan dimensi, analisis perpindahan panas konveksi paksa, analisis kekuatan konstruksi, serta perhitungan daya dan torsi penggerak. Hasil analisis menunjukkan luas perpindahan panas drum 7,54 m<sup>2</sup>, koefisien konveksi 24,1 W/m<sup>2</sup>K, dan laju perpindahan panas 5,45 kW. Energi untuk menurunkan kadar air dari 20% menjadi 10% sebesar 25,08 MJ dengan waktu pengeringan teoritis 76,7 menit. Tegangan kerja drum 0,190 MPa lebih kecil dari tegangan izin 83,33 MPa, sehingga konstruksi aman. Torsi minimum yang dibutuhkan 685,5 Nm dengan daya 2,42 HP. Gearbox rasio 1:15 menghasilkan torsi keluaran 187,8 Nm, dan setelah reduksi rantai diperoleh torsi drum 892,1 Nm, melebihi kebutuhan minimum, dengan motor listrik AC 3

HP. Dengan demikian, rancangan rotary drum dryer memenuhi aspek perpindahan panas, kekuatan konstruksi, dan sistem penggerak untuk pengeringan pelet ikan secara efektif.

**Kata Kunci :** Rotary Drum Dryer, Pelet Ikan, Perpindahan Panas, Konveksi Paksa, Kekuatan Konstruksi, Torsi, Daya.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan potensi sumber daya perikanan yang sangat besar. Sektor perikanan berperan strategis dalam pembangunan nasional karena menyerap tenaga kerja di berbagai tahap, mulai dari penangkapan, pengolahan, distribusi, hingga budidaya (Program et al., 2013). Ikan lele merupakan salah satu ikan konsumsi yang paling banyak dikembangkan di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (Sudaryati et al., 2017). Program Gerakan Memasyarakatkan Makan Ikan (GEMARIKAN) yang tertuang dalam Instruksi Presiden RI Nomor 1 Tahun 2017 mendorong peningkatan konsumsi ikan sebagai sumber protein hewani untuk mengatasi permasalahan stunting yang masih menjadi tantangan nasional (Hartaty et al., n.d.). Untuk mendukung program tersebut, diperlukan pakan ikan yang berkualitas dengan kandungan protein tinggi dan kadar air yang sesuai standar. Proses pengeringan pelet ikan yang dilakukan secara konvensional dengan menggunakan sinar matahari memiliki sejumlah kelemahan signifikan. Metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca, memerlukan lahan yang luas, membutuhkan tenaga kerja tambahan untuk proses penjemuran dan pengangkatan, serta menghasilkan kapasitas pengeringan yang terbatas (Taib, 1988).

Budidaya ikan lele merupakan salah satu sektor perikanan air tawar yang terus berkembang di Indonesia karena memiliki tingkat konsumsi yang tinggi dan nilai ekonomis yang baik. Dalam kegiatan budidaya ikan lele, pakan menjadi komponen utama yang menentukan pertumbuhan dan produktivitas ikan. Biaya pakan bahkan dapat mencapai lebih dari 50% dari total biaya produksi budidaya, sehingga banyak pembudidaya mulai memproduksi pakan secara mandiri dalam bentuk pelet untuk menekan biaya operasional dan menjaga kontinuitas pasokan pakan (*Impact of Rising Feed Ingredient Prices on Aquafeeds and Aquaculture Production*, n.d.). Permasalahan yang banyak ditemui pada usaha budidaya ikan skala kecil dan menengah adalah proses pengeringan pelet yang masih menggunakan metode penjemuran tradisional dengan sinar matahari. Metode ini memiliki berbagai kelemahan seperti sangat bergantung pada kondisi cuaca, membutuhkan area penjemuran yang luas, waktu pengeringan relatif lama, serta rentan terhadap kontaminasi debu dan kotoran (Abdel-Rahman et al., 2023). Pada musim hujan, produksi pelet sering mengalami keterlambatan karena pelet tidak dapat dikeringkan secara optimal. Akibatnya, kapasitas produksi menurun dan kualitas pelet menjadi tidak seragam (Prawiranto et al., 2021). Metode pengeringan terbuka (open sun drying) masih banyak digunakan karena sederhana dan murah. Akan tetapi, metode ini memiliki berbagai kelemahan, yaitu sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, memerlukan area penjemuran yang luas, waktu pengeringan relatif lama, serta berpotensi menyebabkan kontaminasi oleh debu, tanah, serangga, burung, dan mikroorganisme. Selain itu, proses pengeringan menjadi terhenti saat hujan sehingga menyebabkan keterlambatan produksi dan penurunan kualitas produk (Afzal et al., 2023), (Trust et al., 2018).

Berdasarkan hasil observasi pada pelaku usaha budidaya ikan air tawar, kebutuhan produksi pakan dalam satu kali proses produksi dapat mencapai puluhan hingga ratusan kilogram per hari tergantung jumlah kolam dan populasi ikan yang dibudidayakan. Kapasitas pengeringan yang kecil menyebabkan proses produksi menjadi tidak efisien karena pengeringan harus dilakukan berulang kali dan membutuhkan waktu yang lebih lama. dalam penelitian ini dirancang rotary drum dryer dengan kapasitas 100 kg per siklus pengeringan. Kapasitas tersebut dipilih karena dinilai mampu memenuhi kebutuhan produksi pakan pada usaha budidaya ikan skala kecil dan menengah secara lebih efektif tanpa harus melakukan proses pengeringan berulang dalam jumlah kecil. Ketergantungan terhadap intensitas penyinaran matahari menyebabkan proses pengeringan tradisional tidak dapat berlangsung secara konsisten, terutama pada musim hujan atau saat cuaca berawan. Kondisi tersebut mengakibatkan waktu pengeringan bertambah lama sehingga kapasitas produksi menurun dan kualitas produk menjadi kurang seragam (Afzal et al., 2023).

Selain mempertimbangkan kebutuhan produksi, kapasitas 100 kg juga dipilih karena lebih sesuai dengan kemampuan kerja rotary drum dryer dalam menghasilkan distribusi panas yang merata selama proses pengeringan. Kapasitas yang terlalu kecil menyebabkan pemanfaatan energi panas kurang optimal, sedangkan kapasitas yang terlalu besar dapat menyebabkan proses pengeringan tidak merata akibat penumpukan pelet di dalam drum. Dengan kapasitas 100 kg, pelet masih dapat bergerak dan teraduk secara optimal selama drum berputar sehingga kontak antara pelet dan udara panas dapat berlangsung secara lebih efektif (Trojosky, 2019). Rotary drum dryer dipilih sebagai metode pengeringan karena mampu bekerja secara kontinu dan tidak bergantung pada kondisi cuaca. Alat ini bekerja menggunakan silinder berputar yang dialiri panas sehingga pelet mengalami perpindahan panas secara konduksi dan konveksi selama proses pengeringan berlangsung. Putaran drum menyebabkan pelet terus teraduk sehingga pengeringan menjadi lebih merata dibandingkan pengeringan konvensional.

Selain itu, temperatur dan waktu pengeringan dapat dikontrol sesuai kebutuhan sehingga kualitas pelet yang dihasilkan menjadi lebih baik [10]. Dalam penelitian ini, parameter yang diuji meliputi desain *rotary drum dryer*, temperatur pengeringan yang sesuai, menentukan perhitungan kekuatan suport / rangka dan menghitung MAWP. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan *rotary drum dryer* kapasitas 100 kg yang efektif digunakan untuk proses pengeringan pelet ikan sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi produksi pakan pada usaha budidaya ikan air tawar. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun mesin *rotary drum dryer* berkapasitas 100 kg untuk pengeringan pelet ikan lele. Mesin ini diharapkan dapat bekerja secara mandiri tanpa bergantung pada kondisi cuaca, menghasilkan pelet dengan kadar air sesuai standar SNI, dan meningkatkan efisiensi proses produksi pakan ikan pada skala usaha kecil dan menengah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (*Research and Development*) yang bertujuan menghasilkan prototipe *rotary drum dryer* kapasitas 100 kg serta menguji kelayakan teknisnya melalui pendekatan kuantitatif berbasis perhitungan rekayasa (Trojosky, 2019; Trust et al., 2018). Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2026 di bengkel kerja Laboratorium Teknik Mesin dan lokasi uji coba di salah satu sentra budidaya ikan lele di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Subjek penelitian adalah alat *rotary drum dryer* yang dirancang, sedangkan objek penelitian meliputi parameter teknis berupa dimensi drum, ketebalan material, kebutuhan daya motor, sistem transmisi, dan kinerja pengeringan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pelet ikan yang diproduksi oleh usaha budidaya skala kecil dan menengah, dengan sampel berupa pelet ikan lele sebanyak 100 kg per siklus pengeringan. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu (1) studi pendahuluan berupa studi literatur dan analisis kebutuhan teknis; (2) fase desain yang meliputi perhitungan parameter desain (kapasitas bahan, volume drum, massa air diuapkan, kebutuhan energi, daya motor, dan ketebalan minimum drum), pemodelan tiga dimensi menggunakan Autodesk Inventor, serta analisis kekuatan konstruksi; (3) fabrikasi prototipe sesuai gambar kerja; dan (4) pengujian fungsional untuk memverifikasi kemampuan putaran drum dan pencapaian suhu kerja.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kinerja alat, pengukuran parameter teknis menggunakan termokopel, *tachometer*, dan timbangan digital, serta dokumentasi selama proses pengujian berlangsung. Instrumen pengumpulan data terdiri dari pedoman observasi, lembar pengukuran suhu dan kadar air, serta perangkat lunak CAD untuk pemodelan desain. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil perhitungan teoritis (perpindahan panas konveksi, kebutuhan energi, waktu pengeringan, torsi dan daya motor, serta ketebalan drum berdasarkan MAWP) terhadap hasil pengujian fungsional alat untuk menentukan tingkat validitas desain dan kesesuaiannya dengan spesifikasi yang ditetapkan (Hanifarianty et al., 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spesifikasi Desain *Rotary Drum Dryer*

Hasil perancangan menghasilkan spesifikasi rotary drum dryer yang terdiri dari enam komponen utama yang saling terintegrasi. Rangka mesin dibuat dari baja profil kanal U (ASTM A36) yang berfungsi sebagai pondasi untuk menopang seluruh komponen alat dan menjaga kestabilan selama operasi. Silinder drum memiliki diameter 500 mm, panjang 4.800 mm, dan ketebalan pelat 3 mm dari material stainless steel SS304, dengan posisi horizontal dan kemiringan kecil untuk membantu pergerakan pelet dari inlet menuju outlet secara kontinu. Sistem penggerak menggunakan motor listrik AC yang dihubungkan ke drum melalui gearbox, rantai, dan sproket untuk menghasilkan putaran drum yang stabil pada kecepatan rendah, sehingga mencegah kerusakan fisik pelet selama proses pengeringan. Sistem pemanas terdiri dari kompor atau burner berbahan bakar LPG yang dilengkapi blower sentrifugal untuk menghasilkan dan mengalirkan udara panas ke dalam drum secara konveksi paksa. Bantalan dan roller dipasang untuk menahan beban dan menjaga keseimbangan putaran drum agar tetap konstan, sementara sirip internal yang terpasang di dalam drum berfungsi memastikan pelet teraduk dan terkena panas secara merata selama proses pengeringan berlangsung.

### Analisis perpindahan panas

Perpindahan panas merupakan proses utama yang menentukan keberhasilan pengeringan pelet ikan pada rotary drum dryer. Panas yang dihasilkan oleh burner LPG dialirkan ke dalam drum menggunakan blower sehingga udara panas bersentuhan langsung dengan permukaan pelet. Mekanisme perpindahan panas yang terjadi didominasi oleh konveksi paksa (forced convection), sedangkan panas selanjutnya merambat ke bagian dalam pelet melalui konduksi yang digunakan untuk menguapkan air yang terkandung di dalam pelet. Menurut Incomepera et al. (2017), laju perpindahan panas konveksi dinyatakan sebagai.

$$Q = hA (T_a - T_p)$$

Penentuan luas permukaan drum berdasarkan drum pengering berbentuk silinder sehingga luas perpindahan panas dihitung menggunakan luas selimut silinder

$$\begin{aligned} A &= \pi DL \\ A &= 3,14 \times 0,50 \times 4,80 \\ A &= 7,54 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Penentuan temperatur pengeringan berdasarkan temperatur pengeringan merupakan parameter penting yang mempengaruhi laju penguapan air dan kualitas pelet ikan. Menurut penelitian nurhilal et al. (2017) temperatur udara sekitar 60°C memberikan hasil pengeringan pelet yang baik pada rotary drum dryer. Oleh karena itu temperatur operasi penelitian ini ditetapkan sebesar 60°C. Data temperatur:

$$\begin{aligned} \text{Temperatur udara panas : } T_{\infty} &= 60^{\circ}\text{C} \\ \text{Temperatur awal pelet : } T_s &= 30^{\circ}\text{C} \\ \text{Perbedaan temperatur : } \Delta T &= 60 - 30 = 30^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Penentuan kecepatan udara menjadi faktor penting karena berpengaruh terhadap koefisien perpindahan panas konveksi. Berdasarkan penelitian Ma'a et al. (2025) pada rotary drum dryer, kecepatan udara 5 m/s menghasilkan distribusi temperatur yang paling merata dibandingkan kecepatan 2 m/s dan 8 m/s, sehingga penelitian ini menggunakan kecepatan udara sebesar  $V = 5$  m/s sebagai dasar perhitungan perpindahan panas. Selanjutnya, perhitungan bilangan Reynolds dilakukan untuk menentukan jenis aliran udara menggunakan persamaan  $Re = \rho V D / \mu$ . Dengan sifat udara pada temperatur sekitar 60°C (Incropera et al.), yaitu  $\rho = 1,06 \text{ kg/m}^3$  dan  $\mu = 2,05 \times 10^{-5} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$ , serta diameter outlet blower sebesar 2 inci atau 0,0508 m, diperoleh nilai  $Re = (1,06 \times 5 \times 0,0508) / (2,05 \times 10^{-5}) = 13.130$ . Karena nilai  $Re > 4.000$ , maka dapat disimpulkan bahwa aliran udara termasuk dalam kategori aliran turbulen.

Setelah diketahui aliran bersifat turbulen, perhitungan bilangan Nusselt dilakukan menggunakan persamaan Dittus-Boelter, yaitu  $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$ . Dengan bilangan Prandtl udara pada temperatur 60°C sebesar 0,71 (Incropera et al.), diperoleh nilai  $Nu = 0,023 (13.130)^{0,8} (0,71)^{0,4} = 43,7$ . Nilai Nusselt ini kemudian digunakan untuk menghitung koefisien perpindahan panas konveksi melalui persamaan  $h = (Nu \times k)/D$ , dengan konduktivitas termal udara pada 60°C sebesar  $k = 0,028 \text{ W/mK}$ , sehingga menghasilkan  $h = (43,7 \times 0,028) / 0,0508 = 24,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hasil ini menunjukkan kemampuan udara panas dalam mentransfer energi panas dari udara menuju permukaan pelet selama proses pengeringan.

Selanjutnya, laju perpindahan panas dihitung menggunakan persamaan Newton  $Q = h A \Delta T$ . Dengan luas perpindahan panas drum sebesar  $7,54 \text{ m}^2$  dan beda temperatur 30°C, diperoleh  $Q = 24,1 \times 7,54 \times 30 = 5.452 \text{ W}$  atau 5,45 kW, yang berarti sistem pengering mampu mentransfer panas sebesar 5,45 kW ke permukaan pelet. Untuk pengeringan 100 kg pelet dengan kadar air awal 20% dan kadar air akhir 10%, massa air yang harus diuapkan dihitung sebesar  $m_w = 100 \times ((20-10)/(100-10)) = 11,11 \text{ kg}$ . Dengan kalor laten penguapan air  $h_{fg} = 2.257 \text{ kJ/kg}$ , energi total yang diperlukan adalah  $Q = 11,11 \times 2.257 = 25.080 \text{ kJ}$  atau 25,08 MJ.

Berdasarkan daya pengeringan sebesar 5,45 kW, estimasi waktu pengeringan teoritis dihitung menggunakan persamaan  $t = Q/P$ , sehingga diperoleh  $t = 25.080 / 5,45 = 4.602$  detik atau setara dengan 76,7 menit. Waktu ini merupakan estimasi teoritis yang menunjukkan bahwa rotary drum dryer yang dirancang mampu menyelesaikan proses pengeringan pelet dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan metode penjemuran konvensional, dengan asumsi seluruh energi panas yang dihasilkan digunakan secara efektif untuk menguapkan air dari permukaan pelet.

#### Analisis kekuatan konstruksi

Verifikasi keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa desain drum dan sambungan las pada rangka mampu menahan beban kerja yang terjadi selama proses pengoperasian alat. Perhitungan dilakukan berdasarkan parameter desain, meliputi dimensi drum, massa komponen, kapasitas pelet, karakteristik material, serta faktor keamanan yang digunakan. Selain tegangan kerja pada drum, analisis juga mencakup tegangan geser pada sambungan las sudut untuk memastikan bahwa tegangan yang terjadi masih berada di bawah tegangan izin material. Hasil perhitungan verifikasi keamanan desain drum dan sambungan las disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Verifikasi Keamanan Desain Drum dan Sambungan Las

| Parameter               | Simbol                  | Nilai  | Satuan            |
|-------------------------|-------------------------|--------|-------------------|
| Diameter drum           | D                       | 500    | mm                |
| Jari-jari drum          | r                       | 250    | mm                |
| Panjang drum            | L                       | 4.800  | mm                |
| Ketebalan pelat         | t                       | 3      | mm                |
| Massa jenis baja        | $\rho$                  | 7.850  | kg/m <sup>3</sup> |
| Massa drum              | m_drum                  | 177,5  | kg                |
| Massa pelet (kapasitas) | m_pelet                 | 100    | kg                |
| Massa poros             | m_poros                 | 2      | kg                |
| Total massa             | m_total                 | 279,5  | kg                |
| Percepatan gravitasi    | g                       | 9,81   | m/s <sup>2</sup>  |
| Berat total beban       | W                       | 2.742  | N                 |
| Luas penampang pelat    | A                       | 0,0114 | m <sup>2</sup>    |
| Tegangan kerja          | $\sigma_{\text{kerja}}$ | 0,190  | MPa               |
| Tegangan luluh material | $\sigma_y$              | 250    | MPa               |
| Faktor keamanan         | SF                      | 3      | —                 |
| Tegangan izin           | $\sigma_{\text{izin}}$  | 83,33  | MPa               |
| Status keamanan drum    | —                       | AMAN   | —                 |
| Ukuran kaki las sudut   | s                       | 4      | mm                |
| Efektivitas las         | t_c                     | 0,0028 | m                 |
| Panjang sambungan las   | L                       | 0,1    | m                 |

|                                     |                       |         |                |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|----------------|
| Luas penampang las                  | A                     | 0,00028 | m <sup>2</sup> |
| Gaya yang bekerja pada sambungan    | F                     | 981     | N              |
| Tegangan geser kerja                | $\tau_{\text{kerja}}$ | 3,5     | MPa            |
| Tegangan geser izin material        | $\tau_{\text{izin}}$  | 49,99   | MPa            |
| Status keamanan sambungan las sudut | —                     | AMAN    | —              |

Berdasarkan hasil verifikasi pada Tabel 1, desain drum menunjukkan tingkat keamanan yang memadai terhadap beban kerja yang diberikan. Total massa drum, pelet, dan poros sebesar 279,5 kg menghasilkan berat total beban sebesar 2.742 N. Tegangan kerja yang terjadi pada pelat drum sebesar 0,190 MPa, sedangkan tegangan izin material sebesar 83,33 MPa. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa tegangan kerja berada jauh di bawah batas tegangan izin, sehingga pelat drum memiliki kemampuan yang memadai dalam menahan beban operasional.

Pada sambungan las sudut rangka, tegangan geser kerja yang dihasilkan sebesar 3,5 MPa, sedangkan tegangan geser izin material mencapai 49,99 MPa. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tegangan geser aktual hanya sebagian kecil dari kapasitas tegangan geser yang diizinkan. Dengan demikian, sambungan las sudut memiliki margin keamanan yang cukup terhadap beban yang dianalisis. Secara keseluruhan, hasil verifikasi menunjukkan bahwa drum dan sambungan las sudut dinyatakan aman berdasarkan parameter pembebanan dan faktor keamanan yang digunakan. Hasil ini mengindikasikan bahwa konstruksi memiliki kemampuan struktural yang memadai untuk mendukung kapasitas operasional yang dirancang.

#### Estimasi Torsi dan Daya

Untuk memastikan kemampuan sistem transmisi dalam memenuhi kebutuhan torsi drum, dilakukan analisis terhadap mekanisme rantai yang menghubungkan sprocket penggerak dari gearbox dengan drum. Perhitungan mempertimbangkan diameter drum, diameter efektif sprocket, jumlah gigi sprocket, serta efisiensi transmisi rantai. Analisis ini digunakan untuk menentukan rasio reduksi rantai dan torsi yang harus disuplai oleh gearbox agar mampu menghasilkan torsi yang dibutuhkan pada drum. Hasil perhitungan parameter sistem transmisi rantai disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Analisis Rasio Reduksi dan Torsi pada Sistem Transmisi Rantai

| No. | Parameter                       | Simbol             | Persamaan/Dasar Perhitungan                   | Hasil   | Satuan |
|-----|---------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------|--------|
| 1   | Gaya total beban                | $F_{\text{total}}$ | —                                             | 2.742   | N      |
| 2   | Jari-jari drum                  | $r$                | —                                             | 0,25    | m      |
| 3   | Torsi minimum aktual poros drum | $T_{\text{drum}}$  | $T_{\text{drum}} = F_{\text{total}} \times r$ | 685,5   | Nm     |
| 4   | Kecepatan sudut drum            | $\omega$           | $\omega = \frac{v}{r}$                        | 2,024   | Rad    |
| 5   | Daya drum                       | $P$                | $P = T \times \omega$                         | 1.387,5 | Watt   |
| 6   | Daya drum                       | $P$                | —                                             | 1,39    | kW     |
| 7   | Daya drum                       | $P$                | —                                             | 1,86    | HP     |
| 8   | Faktor keamanan                 | SF                 | —                                             | 1,3     | —      |
| 9   | Daya minimum motor              | $P_{\text{motor}}$ | $1.387 \times 1,3$                            | 1.830   | Watt   |
| 10  | Daya minimum motor              | $P_{\text{motor}}$ | —                                             | 2,42    | HP     |
| 11  | Daya motor yang dipilih         | $P_{\text{motor}}$ | —                                             | 3       | HP     |

Catatan: Berdasarkan kebutuhan daya sebesar 1.830 Watt atau 2,42 HP setelah diberikan faktor keamanan 1,3, maka motor listrik dengan daya 3 HP dinilai aman untuk digunakan pada sistem penggerak drum

Perhitungan kebutuhan daya dilakukan untuk menentukan kemampuan minimum motor listrik dalam menggerakkan drum pada kondisi beban kerja yang dirancang. Berdasarkan gaya total sebesar 2.742 N dan jari-jari drum 0,25 m, diperoleh torsi minimum aktual pada poros drum sebesar 685,5 Nm. Dengan kecepatan sudut drum sebesar 2,024 Rad, kebutuhan daya drum diperoleh sebesar 1.387,5 Watt atau setara dengan 1,39 kW dan 1,86 HP. Selanjutnya, dengan mempertimbangkan faktor keamanan sebesar 1,3, kebutuhan daya minimum motor menjadi 1.830

Watt atau 2,42 HP. Oleh karena itu, digunakan motor listrik berkapasitas **3 HP**, sehingga tersedia kapasitas daya yang lebih besar daripada kebutuhan minimum sistem dan diharapkan mampu mendukung pengoperasian drum secara aman.

#### Perhitungan sisi transmisi rantai keliling

Untuk mengetahui kemampuan sistem transmisi dalam meneruskan dan memperbesar torsi dari gearbox menuju drum, dilakukan analisis berdasarkan parameter utama sistem rantai. Parameter yang digunakan meliputi diameter drum, diameter efektif sprocket penggerak, jumlah gigi sprocket, efisiensi transmisi, rasio reduksi, serta kebutuhan torsi pada drum dan gearbox. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk memastikan bahwa sistem transmisi mampu menghasilkan torsi yang sesuai dengan kebutuhan pengoperasian drum. Parameter dan hasil analisis sistem transmisi rantai disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Parameter dan Hasil Analisis Sistem Transmisi Rantai

| No. | Parameter                           | Simbol               | Nilai                    | Satuan |
|-----|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------|
| 1   | Diameter drum                       | $D_2$                | 500                      | mm     |
| 2   | Diameter efektif sprocket penggerak | $D_1$                | 100                      | mm     |
| 3   | Jumlah gigi sprocket penggerak      | —                    | 15–18                    | gigi   |
| 4   | Efisiensi transmisi rantai          | $\eta_{rantai}$      | 0,95                     | —      |
| 5   | Rasio reduksi rantai                | $i_{rantai}$         | 5                        | —      |
| 6   | Torsi yang dibutuhkan pada drum     | $T_{drum}$           | 685,5                    | Nm     |
| 7   | Torsi yang dibutuhkan dari gearbox  | $T_{gearbox\ butuh}$ | 144,32                   | Nm     |
| 8   | Torsi keluaran sistem pada drum     | $T_{drum}$           | 685,5                    | Nm     |
| 9   | Status sistem transmisi             | —                    | Memenuhi kebutuhan torsi | —      |

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3, sistem transmisi rantai menggunakan diameter drum sebesar 500 mm dan sprocket penggerak dengan diameter efektif 100 mm, sehingga diperoleh rasio reduksi rantai sebesar 5. Dengan efisiensi transmisi sebesar 95%, sistem mampu meneruskan torsi secara efektif dari gearbox menuju drum. Torsi yang dibutuhkan pada drum sebesar 685,5 Nm, sedangkan torsi yang harus disuplai oleh gearbox sebesar 144,32 Nm. Perbedaan nilai torsi tersebut menunjukkan bahwa mekanisme rantai berfungsi sebagai pengali torsi, sehingga beban torsi yang harus ditanggung gearbox menjadi lebih rendah. Torsi sebesar 144,32 Nm dari gearbox dapat menghasilkan torsi sebesar 685,5 Nm pada drum sesuai kebutuhan perancangan. Dengan demikian, sistem transmisi rantai dinyatakan memenuhi kebutuhan torsi pengoperasian drum dan dapat mendukung kinerja sistem secara efektif.

#### Perhitungan sisi rantai dan gearbox

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan daya pada proses pengeringan, diperoleh kebutuhan daya motor sebesar kurang lebih 0,75 HP. Untuk mengantisipasi fluktuasi beban dan menjaga kestabilan kinerja selama proses pengeringan, dipilih motor listrik dengan kapasitas 3 HP. Adapun rincian parameter dan perhitungan daya motor yang digunakan dalam perancangan disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.** Perhitungan dan Pemilihan Kapasitas Motor Listrik pada Mesin Pengering

| No. | Komponen/Parameter      | Keterangan                               | Nilai         |
|-----|-------------------------|------------------------------------------|---------------|
| 1   | Kebutuhan daya motor    | Hasil perhitungan                        | $\pm 0,75$ HP |
| 2   | Daya motor yang dipilih | Faktor keamanan terhadap fluktuasi beban | 3 HP          |
| 3   | Daya 1 HP               | Konversi daya                            | 746 Watt      |
| 4   | Daya motor 3 HP         | $3 \times 746$ Watt                      | 2.238 Watt    |
| 5   | Kecepatan motor         | Motor standar 4-pole                     | — rpm         |

|   |                 |                                            |         |
|---|-----------------|--------------------------------------------|---------|
| 6 | Efisiensi motor | $\eta$ motor                               | —       |
| 7 | Faktor keamanan | Perbandingan<br>terpasang dengan kebutuhan | Memadai |

Berdasarkan tabel perhitungan, kebutuhan daya motor untuk mengoperasikan mesin pengering diperkirakan sebesar 0,75 HP. Nilai tersebut menunjukkan bahwa beban kerja mesin sebenarnya relatif lebih rendah dibandingkan kapasitas motor yang dipilih. Oleh karena itu, digunakan motor listrik berkapasitas 3 HP untuk memberikan cadangan daya yang memadai selama proses pengeringan. Pemilihan motor 3 HP memberikan faktor keamanan sekitar 4 kali dibandingkan kebutuhan daya hasil perhitungan. Cadangan kapasitas tersebut diperlukan untuk mengantisipasi peningkatan beban akibat perubahan kondisi bahan, gesekan mekanis, serta fluktuasi beban selama mesin beroperasi. Dengan demikian, motor yang dipilih diharapkan mampu bekerja secara lebih stabil dan tidak mudah mengalami beban berlebih, sehingga mendukung keandalan, kontinuitas, dan efisiensi operasional mesin pengering.

#### Pemilihan Rasio Gearbox (igearbox)

Untuk menjaga agar pelet tidak mengalami kerusakan atau hancur selama proses pengeringan, diperlukan pengaturan kecepatan putar drum yang sesuai. Kecepatan putar drum yang direkomendasikan berada pada kisaran 15–20 RPM. Karena sistem transmisi menggunakan reduksi rantai dengan rasio 5:1, maka diperlukan penentuan kecepatan keluaran (*output*) gearbox serta rasio gearbox yang sesuai. Perhitungan kebutuhan kecepatan dan pemilihan rasio gearbox disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 5.** Perhitungan Kecepatan Putar Drum dan Pemilihan Rasio Gearbox

| No. | Parameter                                  | Simbol/Rumus                              | Nilai              | Keterangan                                 |
|-----|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| 1   | Kecepatan putar drum ideal                 | $n_{drum}$                                | 15–20 RPM          | Untuk mencegah pelet hancur                |
| 2   | Rasio reduksi rantai                       | $i_{rantai}$                              | 5 : 1              | Reduksi kecepatan dari gearbox menuju drum |
| 3   | Kecepatan keluaran gearbox yang dibutuhkan | $n_{gearbox}$                             | 75–100 RPM         | Menyesuaikan rasio rantai 5:1              |
| 4   | Kecepatan motor                            | $n_{motor}$                               | 1.450 RPM          | Motor listrik standar                      |
| 5   | Kecepatan keluaran gearbox yang digunakan  | $n_{out}$                                 | 100 RPM            | Nilai yang dipilih                         |
| 6   | Rasio gearbox teoritis                     | $i_{gearbox} = \frac{n_{motor}}{n_{out}}$ | 14,5 : 1           | $1.450/100 = 14,5$                         |
| 7   | Rasio gearbox standar                      | —                                         | 1 : 15 atau 1 : 20 | Dapat menggunakan gearbox standar          |
| 8   | Kecepatan akhir drum                       | $n_{drum}$                                | 19,3 RPM           | Hasil akhir sesuai sistem transmisi        |

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel, kecepatan putar drum yang ideal untuk mempertahankan kondisi pelet selama proses pengeringan berada pada kisaran 15–20 RPM. Dengan menggunakan motor listrik berkecepatan 1.450 RPM, diperlukan sistem reduksi untuk menurunkan putaran motor hingga mencapai kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan drum. Perhitungan menunjukkan bahwa untuk memperoleh keluaran gearbox sebesar 100 RPM, diperlukan rasio reduksi teoritis sebesar 14,5:1. Nilai tersebut dapat didekatkan dengan menggunakan gearbox standar rasio 1:15. Setelah melewati sistem reduksi rantai dengan rasio 5:1, diperoleh kecepatan putar akhir drum sekitar 19,3 RPM. Kecepatan 19,3 RPM berada dalam rentang rekomendasi 15–20 RPM, sehingga secara teoritis sudah sesuai untuk pengoperasian drum. Kecepatan tersebut diharapkan mampu memberikan gerakan pengadukan dan pembalikan pelet yang cukup selama proses pengeringan, tetapi tidak terlalu tinggi sehingga dapat mengurangi

risiko pelet pecah, hancur, atau mengalami kerusakan fisik. Dengan demikian, kombinasi motor 1.450 RPM, gearbox sekitar 1:15, dan reduksi rantai 5:1 dapat digunakan sebagai konfigurasi transmisi yang sesuai untuk mesin pengering pelet.

#### Torsi output maksimal dari gearbox motor 3 HP

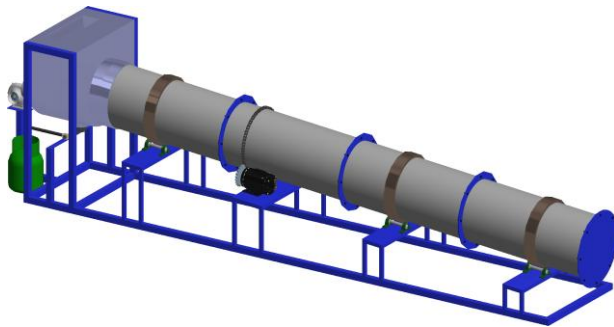
Setelah diperoleh konfigurasi transmisi berupa motor listrik 3 HP, gearbox rasio 1:15, dan transmisi rantai dengan rasio 5:1, selanjutnya dilakukan analisis torsi untuk memastikan kemampuan sistem penggerak dalam memutar drum. Perhitungan mempertimbangkan efisiensi gearbox sebesar 85% dan efisiensi transmisi rantai sebesar 95%. Hasil perhitungan torsi pada setiap tahapan transmisi disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 6.** Analisis Torsi Sistem Penggerak Motor 3 HP pada Drum Pengering

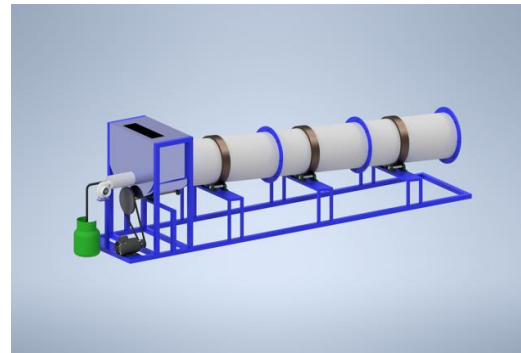
| No. | Parameter                          | Simbol/Rumus             | Nilai                 | Keterangan                           |
|-----|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1   | Daya motor                         | $P$                      | 3 HP = 2.238 W        | Kapasitas motor yang digunakan       |
| 2   | Kecepatan motor                    | $n_{motor}$              | 1.450 RPM             | Kecepatan putar motor                |
| 3   | Rasio gearbox                      | $i_{gearbox}$            | 1 : 15                | Reduksi putaran motor                |
| 4   | Efisiensi gearbox                  | $\eta_{gearbox}$         | 85%                   | Efisiensi transmisi gearbox          |
| 5   | Torsi keluaran gearbox             | $T_{gearbox}$            | 187,81 Nm             | Torsi setelah reduksi gearbox        |
| 6   | Rasio transmisi rantai             | $i_{rantai}$             | 5 : 1                 | Reduksi putaran menuju drum          |
| 7   | Efisiensi rantai                   | $\eta_{rantai}$          | 95%                   | Efisiensi transmisi rantai           |
| 8   | Torsi akhir pada drum              | $T_{drum}$               | 892,10 Nm             | Torsi aktual yang tersedia pada drum |
| 9   | Torsi minimal yang dibutuhkan drum | $T_{minimal}$            | 685,50 Nm             | Torsi gesek/beban minimal            |
| 10  | Selisih torsi                      | $T_{drum} - T_{minimal}$ | 206,60 Nm             | Cadangan torsi sistem                |
| 11  | Rasio kemampuan torsi              | $T_{drum}/T_{minimal}$   | 1,30 kali             | Kapasitas torsi terhadap kebutuhan   |
| 12  | Status sistem                      | —                        | Sangat aman dan layak | Mampu mengatasi beban drum           |

Berdasarkan hasil perhitungan, motor listrik 3 HP (2.238 W) dengan kecepatan 1.450 RPM yang dipadukan dengan gearbox rasio 1:15 dan efisiensi 85% menghasilkan torsi keluaran gearbox sebesar 187,81 Nm. Torsi tersebut kemudian diteruskan melalui transmisi rantai dengan rasio 5:1 dan efisiensi 95%, sehingga diperoleh torsi aktual pada drum sebesar 892,10 Nm. Nilai torsi aktual tersebut lebih besar dibandingkan torsi minimal yang dibutuhkan drum, yaitu 685,50 Nm. Terdapat cadangan torsi sebesar 206,60 Nm, atau sekitar 30,1% lebih besar daripada kebutuhan minimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem penggerak memiliki kapasitas yang memadai untuk mengatasi tahanan dan beban putar drum. Dengan demikian, kombinasi motor 3 HP–gearbox 1:15–transmisi rantai 5:1 dapat dinyatakan layak dan aman secara perhitungan torsi untuk menggerakkan drum. Cadangan torsi yang tersedia juga memberikan kemampuan sistem untuk menghadapi variasi beban selama pengoperasian dan mengurangi risiko motor kehilangan kemampuan putar (*stalling*) ketika drum mulai bergerak dari kondisi diam.

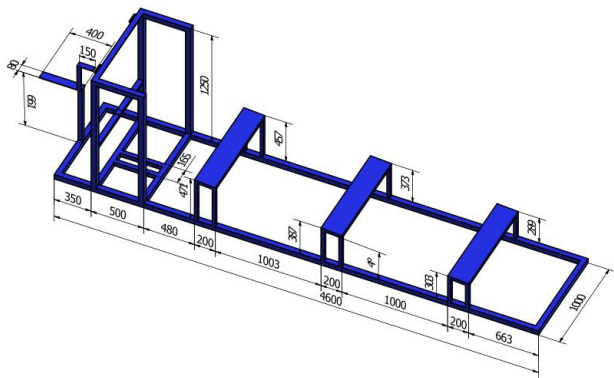
### Perancangan model 3 dimensi



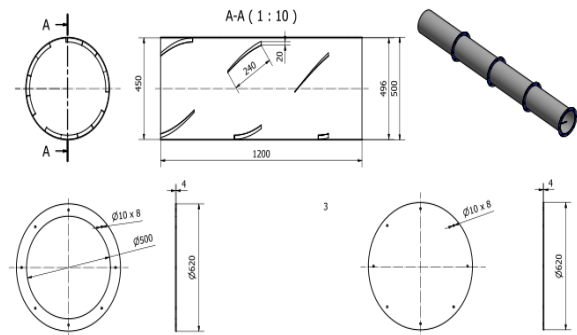
**Gambar 2** Tampak samping



**Gambar 3** Tampak isometrik



### Gambar 4 Rangka



### Gambar 5 Drum

## Pembahasan

Hasil perancangan *rotary drum dryer* kapasitas 100 kg untuk pengeringan pelet ikan menunjukkan bahwa alat ini memenuhi aspek perpindahan panas, kekuatan konstruksi, dan sistem penggerak secara terintegrasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Friedman dan Marshall (1949) yang melakukan pengukuran awal tentang pengaruh kecepatan putar terhadap koefisien perpindahan panas volumetrik pada *rotary dryer*, serta penelitian Le Guen et al. (2013) yang menganalisis perpindahan panas konvektif pada *rotary drum reactor* skala besar menggunakan metode inversi untuk mengevaluasi koefisien perpindahan panas. Namun, penelitian ini menunjukkan estimasi waktu pengeringan teoritis yang relatif singkat, yaitu 76,7 menit, yang mengindikasikan peningkatan efisiensi melalui optimalisasi parameter desain seperti kecepatan udara 5 m/s dan temperatur operasi 60°C. Hal ini dimungkinkan karena penggunaan konveksi paksa dengan *blower* sentrifugal serta perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi sebesar 24,1 W/m<sup>2</sup>K, yang lebih tinggi dibandingkan desain yang mengandalkan konduksi dari pemanasan dinding drum secara langsung.

Analisis perpindahan panas menunjukkan bahwa mekanisme dominan dalam pengeringan adalah konveksi paksa, di mana udara panas bersirkulasi di dalam drum dan bersentuhan langsung dengan permukaan pelet, sebagaimana juga dilaporkan oleh Le Guen et al. (2013) bahwa perpindahan panas dari dinding ke agregat memberikan kontribusi utama pada tahap pemanasan. Perhitungan bilangan Reynolds sebesar 13.130 mengkonfirmasi aliran turbulen di dalam drum, yang meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi melalui peningkatan pencampuran udara dan pengurangan lapisan batas termal di sekitar permukaan pelet. Penelitian Hou et al.

(2025) juga menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kecepatan putar, derajat pencampuran partikel semakin meningkat, dan ketika kecepatan putar mencapai 16 rpm, derajat pencampuran berada pada tingkat yang lebih tinggi. Laju perpindahan panas sebesar 5,45 kW yang dihasilkan dari perhitungan  $Q = h\Delta T$  menunjukkan bahwa sistem mampu mentransfer energi panas secara efektif untuk menguapkan 11,11 kg air dari 100 kg pelet dengan kadar air awal 20% menjadi 10%.

Verifikasi kekuatan konstruksi menunjukkan bahwa desain drum memiliki faktor keamanan yang sangat memadai, dengan tegangan kerja 0,190 MPa jauh di bawah tegangan izin 83,33 MPa ( $SF = 3$ ). Hal ini mengkonfirmasi bahwa material *stainless steel*/SS304 dengan ketebalan 3 mm memiliki kemampuan struktural yang cukup untuk menahan beban total 279,5 kg yang terdiri dari massa drum, pelet, dan poros. Analisis sambungan las sudut juga menunjukkan tegangan geser kerja 3,5 MPa yang masih jauh di bawah tegangan geser izin 49,99 MPa, menandakan konstruksi yang aman dan andal. Zhao (2009) dalam penelitiannya tentang analisis kekuatan struktural pada *rotary drum dryer* menggunakan metode elemen hingga ANSYS untuk menganalisis tegangan statis dan dinamik pada komponen utama, serta memverifikasi kecepatan kritis untuk menghindari resonansi. Temuan ini juga didukung oleh penelitian tentang struktur pemasangan drum (US4696116A) yang menekankan pentingnya perhitungan beban dan distribusi berat pada sistem penyangga untuk mencegah kegagalan struktural.

Analisis sistem transmisi menghasilkan konfigurasi yang tepat dengan motor listrik AC 3 HP, *gearbox* rasio 1:15, dan transmisi rantai rasio 5:1, yang menghasilkan torsi aktual pada drum sebesar 892,1 Nm. Nilai ini melebihi torsi minimum yang dibutuhkan sebesar 685,5 Nm, memberikan cadangan torsi sekitar 30,1%. Penelitian tentang perbaikan desain perangkat transmisi pada *rotary drum dryer* menunjukkan bahwa konfigurasi sudut pusat antara cincin gigi dan pinion yang optimal dapat mengurangi tekanan pada *supporting cylinder supporting rollers*, meningkatkan kinerja alat, dan menyederhanakan komponen transmisi untuk mengurangi biaya produksi. Kecepatan putar akhir drum sebesar 19,3 RPM berada dalam rentang yang direkomendasikan untuk mencegah kerusakan fisik pelet selama pengeringan, sebagaimana juga dipertimbangkan dalam penelitian tentang dinamika partikel pada *rotary drum* yang menunjukkan bahwa kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat meningkatkan gaya sentrifugal dan mengurangi waktu tinggal partikel, sehingga menurunkan efisiensi pengeringan. Penggunaan motor listrik AC 3 HP memberikan faktor keamanan daya yang memadai untuk mengantisipasi fluktuasi beban akibat perubahan kadar air, gesekan mekanis, dan kondisi operasional yang bervariasi.

Implikasi dari penelitian ini sangat signifikan bagi usaha budidaya ikan skala kecil dan menengah di Indonesia, yang selama ini masih mengandalkan penjemuran sinar matahari yang bergantung pada cuaca dan menghasilkan kualitas produk yang kurang seragam. Dengan rancangan *rotary drum dryer* ini, proses pengeringan dapat dilakukan secara kontinu dan terkontrol, menghasilkan kadar air pelet yang konsisten (10%) dalam waktu yang relatif singkat, sehingga meningkatkan kualitas pakan ikan dan mengurangi risiko pertumbuhan jamur selama penyimpanan. Selain itu, penggunaan material *stainless steel*/SS304 memberikan ketahanan terhadap korosi dan kontaminasi, yang penting untuk produk pakan yang bersentuhan langsung dengan organisme akuatik. Implementasi alat ini juga berpotensi meningkatkan produktivitas dan daya saing usaha budidaya ikan melalui pengurangan biaya operasional dan ketergantungan pada faktor cuaca. Penelitian lanjutan dengan pendekatan simulasi CFD-DEM dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang interaksi partikel dan aliran udara dalam drum, sebagaimana direkomendasikan oleh Hou et al. (2025) dan penelitian tentang pengeringan padi menggunakan CFD-DEM *one-way coupling*.

Keterbatasan penelitian ini perlu diakui untuk memberikan gambaran yang jujur tentang cakupan dan validitas temuan. Pertama, estimasi waktu pengeringan 76,7 menit merupakan perhitungan teoritis yang mengasumsikan seluruh energi panas digunakan secara efektif untuk menguapkan air, tanpa memperhitungkan kehilangan panas ke lingkungan, variasi kadar air antar pelet, dan karakteristik perpindahan massa yang kompleks selama pengeringan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memvalidasi waktu pengeringan aktual melalui pengujian fungsional dengan material pelet ikan yang sesungguhnya, serta mengukur efisiensi termal aktual

menggunakan pendekatan eksperimental. Kedua, analisis perpindahan panas dalam penelitian ini masih bersifat makroskopis dengan mengasumsikan distribusi temperatur seragam di dalam drum, padahal penelitian menunjukkan bahwa distribusi temperatur di dalam *rotary drum dryer* bersifat heterogen secara spasial, dengan zona tengah dan depan memiliki kontribusi lebih besar terhadap perubahan kadar air dibandingkan zona belakang. Ketiga, penelitian ini belum mempertimbangkan pengaruh ukuran partikel pelet, kadar air awal yang bervariasi, dan laju aliran umpan terhadap kinerja pengeringan, yang merupakan parameter penting dalam desain operasional. Penelitian lanjutan dengan pendekatan simulasi CFD-DEM dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang interaksi partikel dan aliran udara dalam drum, serta mengoptimalkan desain *lifter* dan parameter operasional lainnya. Meskipun demikian, hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan prototipe dan pengujian lebih lanjut dalam skala operasional.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis, rotary drum dryer berkapasitas 100 kg memenuhi aspek perpindahan panas, kekuatan konstruksi, dan sistem penggerak untuk proses pengeringan pelet ikan. Analisis perpindahan panas menunjukkan bahwa drum memiliki luas perpindahan panas sebesar 7,54 m<sup>2</sup>, koefisien perpindahan panas konveksi sebesar 24,1 W/m<sup>2</sup>K, dan laju perpindahan panas sebesar 5,45 kW, sehingga mampu menyediakan energi sebesar 25,08 MJ untuk menurunkan kadar air pelet dari 20% menjadi 10% dengan estimasi waktu pengeringan teoritis selama 76,7 menit. Hasil analisis konstruksi menunjukkan bahwa tegangan kerja drum sebesar 0,190 MPa, jauh lebih kecil daripada tegangan izin material sebesar 83,33 MPa, sehingga konstruksi dinyatakan aman untuk dioperasikan. Analisis sistem penggerak menunjukkan bahwa kebutuhan torsi minimum pada drum sebesar 685,5 Nm dengan kebutuhan daya 2,42 HP. Berdasarkan hasil analisis sistem transmisi dipilih gearbox dengan rasio reduksi 1:15 yang mampu menghasilkan torsi keluaran sebesar 187,8 Nm. Setelah diteruskan melalui transmisi rantai dengan rasio 5:1, torsi pada drum meningkat menjadi 892,1 Nm, lebih besar daripada kebutuhan minimum, sehingga sistem memiliki cadangan torsi yang memadai untuk menjamin kestabilan operasi. Oleh karena itu, motor listrik AC 3 HP dipilih karena mampu memenuhi kebutuhan daya dan torsi sistem penggerak. Secara keseluruhan, rancangan rotary drum dryer yang diusulkan layak diterapkan sebagai alternatif pengering pelet ikan yang lebih efektif, efisien, dan tidak bergantung pada kondisi cuaca dibandingkan metode penjemuran konvensional.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Universitas Negeri Semarang atas dukungan pendanaan yang telah diberikan dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat rotary drum dryer pengering pelet ikan kapasitas 100 kg ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, G. N., Saleh, E. M., Hegazy, A., Fouzy, A. S. M., & Embaby, M. A. (2023). Safety improvement of the open sun dried Egyptian Siwi dates using closed solar dryer. *Heliyon*, 9(11), e22425. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22425>
- Afzal, A., Iqbal, T., Ikram, K., Anjum, M. N., Umair, M., Azam, M., Akram, S., Hussain, F., Ameen ul Zaman, M., Ali, A., & Majeed, F. (2023). Development of a hybrid mixed-mode solar dryer for product drying. *Heliyon*, 9(3), e14144. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14144>
- Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2020). *Heat and mass transfer: Fundamentals and applications* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Friedman, S. J., & Marshall, W. R., Jr. (1949). Studies in rotary drying. II. Heat and mass transfer. *Chemical Engineering Progress*, 45(9), 573–588.
- Hartaty, N. (2020). Pengetahuan keluarga tentang “Gemarikan” dalam pencegahan stunting di Kota Banda Aceh [Family knowledge about “GEMARIKAN” in avoiding stunting in Banda Aceh]. *Idea Nursing Journal*, 1.

- Hou, J., Wang, D., Li, F., Zhao, H., Jin, L., Chen, Y., & Wu, X. (2025). Investigation on heat and mass transfer performance in drying process of drum dryer based on the DEM-CFD coupled. In *International Conference on Mechanical Engineering and Materials*.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2017). *Fundamentals of heat and mass transfer* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Le Guen, L., Huchet, F., Dumoulin, J., Baudru, Y., & Tamagny, P. (2013). Convective heat transfer analysis in aggregates rotary drum reactor. *Applied Thermal Engineering*, 54(1), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.01.025>
- Livingston, A. D. (1987). *Mounting structure for rotary drum dryer* (U.S. Patent No. US4696116A). U.S. Patent and Trademark Office.
- Ma'a, M., Zaira, J. Y., Mustika, A., Rifki, M., Fahreza, R., & Olvaries, R. (2025). Analisis numerik geometri inlet dan parameter udara pada pengering rotary drum. *Teknoin*, 31(1).
- Nurhilal, M., Girawan, B. A., & Aji, G. M. (2018). Rancang bangun mesin pengering pellet ikan tipe rotary dryer untuk kelompok usaha petani. *J-Dinamika*, 3(1).
- Prawiranto, K., Carmeliet, J., & Defraeye, T. (2021). Physics-based digital twin identifies trade-offs between drying time, fruit quality, and energy use for solar drying. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 606845. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.606845>
- Program, T., Pemanfaatan, S., Perikanan, S., & Perikanan, J. (2013). Potensi dan peluang pengembangan usaha perikanan tangkap di Pantura Jawa Tengah. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(2).
- Sudaryati, D., Heriningsih, S., & Rusherlistyani. (2017). Peningkatan produktivitas kelompok tani ikan lele dengan teknik bioflok. *Jurnal*, 1(2), 109–? .
- Taib, G. S. E. G. W. S. (1988). *Operasi pengeringan pada pengolahan hasil pertanian*.
- Trojosky, M. (2019). Rotary drums for efficient drying and cooling. *Drying Technology*, 37(5), 632–651. <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1552597>
- Trust, O., & Okot, D. K. (2018). Performance of a conventional solar dryer under local climatic conditions of Mbarara. *Researchjournali's Journal of Agriculture*, 5(10).
- Zhao, Y. F. (2009). *Major structural intensity analysis of breaking rotary drum dryer* [Master's thesis, Northeastern University].