

ANALISIS SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS TEKNOLOGI HYBRID ENERGI SURYA DAN PEMANAS INKUBATOR

Rio Aulia Prima¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : rio.aulia20@gmail.com

Ir. Rizky Arman., M.T.²

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email:

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem pengering ikan berbasis energi hybrid, yaitu kombinasi energi surya dan pemanas listrik. Analisis ini dilakukan secara konseptual melalui pendekatan perhitungan energi, tanpa uji coba eksperimental. Penelitian ini membahas analisis ruang pengering ikan berbasis kolektor surya pasif dengan dimensi $1000 \times 500 \times 500$ mm (volume $0,25 \text{ m}^3$). Analisis kapasitas menunjukkan bahwa pada luas rak $0,5 \text{ m}^2$, ketebalan penataan ikan antara 1–2 cm menghasilkan kapasitas nyata sekitar 3–5 kg per rak setelah memperhitungkan faktor pengisian ($\pm 0,5$). Rangka utama menggunakan aluminium hollow 20×20 mm untuk ringan dan tahan karat, sedangkan dinding depan berupa kaca transparan 5 mm berfungsi ganda sebagai isolator dan kolektor surya. Dengan intensitas sinar matahari rata-rata 600 W/m^2 dan efisiensi kolektor sekitar 50%, kontribusi panas matahari diperkirakan $\approx 150 \text{ W}$. Perhitungan termal menunjukkan kebutuhan energi untuk menaikkan suhu udara ruang sebesar 20°C pada massa udara 0,3 kg sebesar 6,03 kJ (setara daya pemanas 20 W jika dipanaskan selama 5 menit), sehingga pemanas 100–200 W dinilai memadai. Untuk penguapan air dari 5 kg ikan (kadar air awal 70% $\rightarrow$ akhir 20%), energi penguapan $\approx 5.642,5 \text{ kJ}$; dengan daya efektif gabungan pemanas dan surplus surya $\approx 350 \text{ W}$, waktu teoritis $\approx 4,5$ jam; mempertimbangkan kerugian panas, waktu pengeringan praktis diperkirakan 8–10 jam. Sistem sirkulasi udara memakai kipas DC (12 V) dengan kapasitas aliran melebihi kebutuhan ventilasi ($\approx 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$). Hasil ini mendukung desain pengering ikan kecil skala rumah tangga yang efisien dan praktis.

Kata Kunci: Pengering Ikan, Energi Surya, Efek Rumah Kaca, Pemanas Inkubator, Sistem Hybrid.

ABSTRACT

This study aims to design a hybrid energy-based fish drying system, combining solar energy and an electric heater. The design was carried out conceptually through energy calculation approaches, without experimental testing. The fish drying chamber is designed with passive solar collector dimensions of $1000 \times 500 \times 500$ mm (volume 0.25 m^3). Capacity analysis indicates that with a tray area of 0.5 m^2 and fish layer thickness between 1–2 cm, the effective capacity is approximately 3–5 kg per tray, considering a packing factor of ± 0.5 . The main frame employs 20×20 mm aluminum hollow for lightweight and corrosion resistance, while the 5 mm transparent glass front wall functions as both an insulator and solar collector. With an average solar radiation intensity of 600 W/m^2 and a collector efficiency of about 50%, the solar heat contribution is estimated at $\approx 150 \text{ W}$. Thermal analysis

shows that raising the chamber air temperature by 20 °C for 0.3 kg of air requires 6.03 kJ (equivalent to 20 W heating power for 5 minutes), indicating that a 100–200 W heater is sufficient. For evaporating water from 5 kg of fish (initial moisture 70% → final 20%), the required energy is $\approx 5,642.5$ kJ; with a combined effective heating power of ≈ 350 W (heater + solar), the theoretical drying time is ≈ 4.5 hours, while the practical drying time, considering heat losses, is estimated at 8–10 hours. Air circulation is provided by a 12 V DC fan with airflow capacity exceeding the ventilation requirement (≈ 0.0014 m³/s). The results support the design of a small-scale, household-friendly fish dryer that is efficient and practical.

Keyword: Fish Dryer, Solar Energy, Greenhouse Effect, Incubator Heater, Hybrid System

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang kaya akan perikanan. Sektor ini dijadikan salah satu pilar utama dalam perekonomian nasional maupun daerah, terutama pada wilayah pesisir. Hasil tangkapan laut seperti ikan merupakan komoditas penting bagi pemenuhan kebutuhan pangan dan sumber penghasilan masyarakat. Namun potensi besar ini belum sepenuhnya diimbangi dengan sistem yang baik, terutama pada pengolahan dan pengawetan ikan.

Menurut Hatta *et al.* (2022) pengeringan ikan menggunakan metode konvensional membutuhkan waktu hingga 2 - 3 hari dengan suhu maksimal hanya sekitar 43 °C, sementara sistem *hybrid* mampu menghasilkan suhu hingga 67 °C dan menyelesaikan proses pengeringan hanya dalam waktu 8,5 – 13jam.

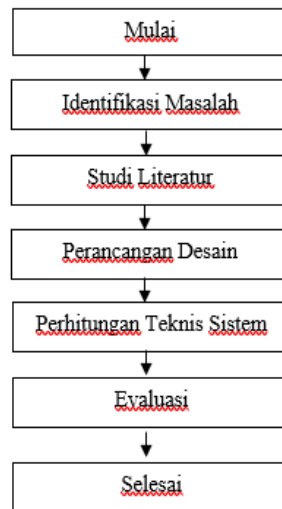
Teknologi pengering surya pasif memanfaatkan material untuk menangkap sinar matahari dan menaikkan suhu ruang pengering melalui efek rumah kaca, yang mampu mempercepat penguapan air dari bahan pangan seperti ikan (Tanvir & Zaman, 2021). Al-Kayiem *et al.* (2022) melakukan studi terhadap ikan tilapia yang menunjukkan bahwa sistem *hybrid* mampu memangkas waktu pengeringan dari 72 jam menjadi 17,5 jam, dengan efisiensi energi mencapai 72% dan penggunaan sistem tertutup pada pengering *hybrid* menjadikan ikan terhindar dari kontaminasi lingkungan, menjaga warna ikan, tekstur, rasa dan memperpanjang masa simpan ikan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem pengering ikan berbasis teknologi *hybrid* energi surya dan pemanas inkubator merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan pengeringan ikan secara konvensional. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pengeringan, tetapi juga mendukung kebijakan energi nasional dan mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat pesisir secara berkelanjutan.

METODE PERENCANAAN

Metode penelitian bersifat konseptual melalui pendekatan rekayasa. Langkah analisis meliputi: identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem (dimensi ruang pengering 1000×500×500 mm, rangka aluminium hollow, kaca 5 mm, pemanas inkubator 100–200 W, sensor suhu XH-W3001, kipas DC 12 V, kapasitas 3–5 kg ikan), serta perhitungan teknis energi dan waktu pengeringan berdasarkan teori perpindahan panas dan massa.

Pada analisis ini digunakan metodologi perencanaan seperti gambar diagram alir (*flowchart*) berikut :



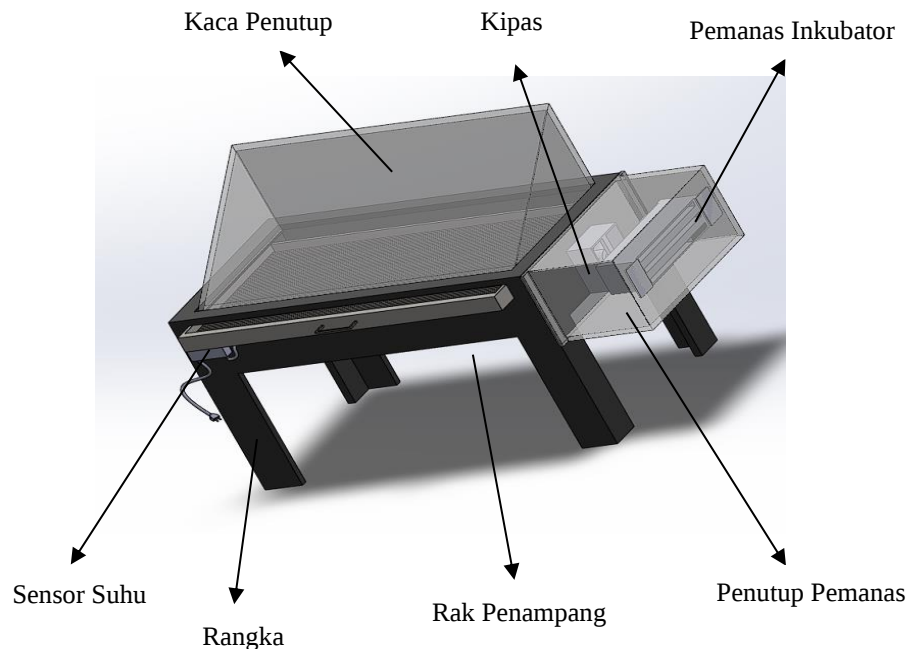
Gambar 1. Diagram Alir

DESAIN PENGERING IKAN

Pada proses pengeringan ikan lengkap terdiri dari beberapa tahap yakni tahap persiapan dimana setelah pekerjaan persiapan sebelum mengeringkan ikan selesai, ikan diletakkan di atas pelat pengering khusus dan ditaruh di ruang pengering ikan selama berjalan waktu pengeringannya. Berdasarkan survey alat pengering yang direncanakan berdasarkan identifikasi lapangan terdiri dari kolektor, ruang 33 pengering, tray dan saluran udara. Pemilihan komponen material utama berdasarkan sifat dan kondisi lingkungan dengan kadar air awal rata rata 78 persen menggunakan material stainless.

Berdasarkan survey kelapangan ikan yang dikeringkan masa 250 kg basah dengan waktu pengeringan lebih kurang 4 – 5 hari. Kemudian ditentukan pengurangan kadar air, sejumlah kalor penguapan dan daya untuk menggerakkan udara oleh blower. Untuk pengurangan kadar air menurut Solomon dan Oluchi (2018), kadar air yang terkandung pada ikan rata – rata 78,70 persen dengan rata – rata pengurangan setelah dikeringkan kering enurut (Olayemi *et al*, 2011) berkisar 6 persen hingga 8 persen. Persentase air hilangkan mendekati $m\% = 78,7 - 8 = 70,7\%$. Kapasitas ikan yang dikeringkan 250kg, maka berat ikan maksimal mendekati 0,707 kg dikalikan volume total. Kalor yang diperlukan untuk penguapan air dari bahan dimana L adalah panas laten penguapan yang diberikan sebesar 2260 KJ/Kg (Datt, 2011) dikalikan dengan mw adalah massa air yang ada di dalamnya. Sementara itu daya blower penggerak udara perbandingan kalor penguapan dengan selisih temperature dikalikan panas jenis.

Dalam mewujudkan sebuah produk tersebut terlebih dahulu mengemukakan ide dalam perancangan. Menurut pendekatan Pahl dan eiz dinyatakan bahwa ada empat Langkah atau pendekatan merancang produk menurut teori dalam buku Engineering Design Systematic Approach, yaitu melakukab perancangan dan penjelasan tugas, kemudian melakukan perancangan konsep produk, ketika melakukan perancangan bentuk suatu produk dan Langkah terakhir yaitu merancang detail produk



Gambar 2. Desain Pengereng Ikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dimensi Ruang Pengereng ($1000 \times 500 \times 500 \text{ mm}$)

Perhitungan Volume Ruang Pengereng:

$$V = p \times l \times t$$

Keterangan:

V = Volume (m^3)

p = Panjang (m)

l = Lebar (m)

t = Tinggi (m)

$$V = 1 \times 0,5 \times 0,5 = 0,25 m^3$$

Perhitungan kapasitas realistis per rak:

$$\text{Luas dasar ruang } 1,0 \times 0,5 \text{ m} = 0,5 m^2$$

Ikan umum nya ditata tipis agar panas dan aliran udara bisa merata:

a. Ketebalan lapisan 1 cm

$$\text{Volume ikan} = \text{luas} \times \text{tebal} = 0,5 \times 0,01 = 0,005 m^3$$

$$\text{Massa teoritis} = 0,005 \times 1050 = 5,25 \text{ kg}$$

Karena ada celah antar ikan, faktor pengisian $\pm 0,5$

$$\text{Maka kapasitas realitis} = 5,25 \times 0,5 = \pm 2,6 \text{ kg}$$

b. Ketebalan lapisan 1,5 cm

$$\text{Volume ikan} = 0,5 \times 0,015 = 0,0075 m^3$$

$$\text{Massa teoritis} = 0,0075 \times 1050 = 7,9 \text{ kg}$$

Dengan packing factor 0,5

$$\text{Kapasitas realitis} = 3,9 \text{ kg}$$

- c. Ketebalan lapisan 2 cm

$$\text{Volume ikan} = 0,5 \times 0,02 = 0,01 m^3$$

$$\text{Massa teoritis} = 0,01 \times 1050 = 10,5 \text{ kg}$$

Dengan packing factor 0,5

$$\text{Kapasitas realitis} = 5,2 \text{ kg}$$

Jadi dengan luas rak $0,5 m^2$ bisa menampung 3-5 kg ikan

2. **Rangka Utama Aluminium Hollow 20 × 20 mm**

Di pilih aluminium hollow Karena ringan,tahan karat serta mampu menahan beban kaca dan rak ikan. Perhitungan kekuatan sederhana; dengan dimensi 20x20x1,2 mm, hollow dapat menahan beban lebih dari kapasitas 5 kg.

3. **Dinding Kaca Transparan 5 mm**

Kaca berfungsi ganda sebagai isolator panas sekaligus kolektor surya dengan koefisien konduktivitas kaca 0,8-1,0 W/m.k, ketebalan 5 mm dipilih agar cukup kuat dan tidak mudah pecah dan panas.

Luas penampang depan

$$A = p \times l$$

Keterangan:

$$A = \text{Luas Penampang} (m^2)$$

$$p = \text{Panjang (m)}$$

$$l = \text{Lebar (m)}$$

$$A = 1,0 \times 0,5 = 0,5 m^2$$

Jika intensitas matahari rata rata $600 W/m^2$, energi masuk:

Dengan efisiensi kolektor $\pm 50\%$

$$Q_{\text{matahari}} = I \cdot A \cdot \eta$$

Keterangan:

$$Q_{\text{matahari}} = \text{laju daya panas matahari (W)}$$

$$I = \text{intensitas radiasi matahari pada permukaan kolektor (W/m}^2\text{)}$$

$$A = \text{luas kolektor penyerap radiasi (m}^2\text{)}$$

$$\eta = \text{efisiensi penyerapan kolektor.}$$

$$Q_{\text{matahari}} = 600 \times 0,5 \times 50\% = 150 \text{ W}$$

4. **Sumber panas inkubator 100-200 W**

Dengan ruang $0,25 m^3$, kebutuhan energi panas:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Keterangan:

$$Q = \text{energi panas yang dibutuhkan atau diterima (J atau kJ)}$$

$$m = \text{massa benda/fluida yang dipanaskan (kg)}$$

$$p = \text{kcal jenis pada tekanan konstan (J/kg} \cdot \text{K atau kJ/kg} \cdot \text{K)}$$

$$\Delta T = \text{perubahan suhu yang diinginkan (K atau } ^\circ\text{C)}$$

Dimana: Massa udara dalam ruang = 0,3 kg

$$c_p = 1,005 \text{ kJ / kg}$$

$$\Delta T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,3 \times 1,005 \times 20$$

$$Q = 6,03 \text{ kJ}$$

Jika dipanaskan dalam 5 menit :

$$P = \frac{6030}{300} = 20 \text{ W}$$

Jadi pemanas 100-200 W lebih dari cukup

5. Sistem sirkulasi udara

Kipas DC axial/ setrifugal 12 V dipasang agar udara panas merata dan uap air keluar. Perhitungan Kebutuhan debit udara:

Untuk ruang $0,25 \text{ m}^3$ dengan 20 pergantian udara per jam

$$Q = 0,25 \times 20 = 5 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kipas 12 v rata rata mampu $0,01\text{-}0,02 \text{ m}^3/\text{s}$,sehingga memadai.

6. Kapasitas pengeringan 3-5 kg ikan

Massa air yang diuapkan dihitung:

5 kg ikan dengan kadar air awal 70%, kadar air akhir 20%

Massa air awal = 3,5 kg

Massa air akhir = 1 kg Air yang diuapkan = 2,5 kg

Energi untuk menguapkan air(kalor laten uap 2257 kJ/Kg):

$$Q_{uap} = m_{air} \times L$$

Keterangan:

Q_{uap} = energi panas untuk menguapkan air (J atau kJ)

m_{air} = massa air yang harus diuapkan (kg)

L = kalor laten penguapan air ($\approx 2256 \text{ kJ/kg}$)

$$Q_{uap} = 2,5 \times 2257 = 5642,5 \text{ kJ}$$

Jika pemanas efektif $200\text{W} + \text{tambahan panas matahari } \pm 150\text{W} = 350 \text{ W}$

$$t = \frac{Q_{uap}}{P_{eff}}$$

Keterangan:

t = waktu pengeringan(s)

Q_{uap} = energi panas untuk menguapkan air(kJ)

P_{eff} = daya efektif pemanas yang benar-benar dipakai untuk menguapkan air (W atau kW)

$$t = \frac{5642500}{350} = 16121 \text{ s} = 4,5 \text{ jam}$$

Dengan kehilangan panas, waktu 8-10 jam adalah realitis.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem pengering ikan berbasis energi hybrid dengan mengombinasikan kolektor surya pasif dan pemanas listrik. Berdasarkan hasil perhitungan, ruang pengering berukuran $1000 \times 500 \times 500 \text{ mm}$ ($0,25 \text{ m}^3$) mampu menampung 3–5 kg ikan per rak dengan ketebalan lapisan 1–2 cm. Kolektor surya berkontribusi daya panas

sekitar 150 W, sedangkan pemanas listrik 100–200 W terbukti cukup untuk mempertahankan suhu pengeringan. Perhitungan energi menunjukkan kebutuhan penguapan air sebesar 5.642,5 kJ; dengan daya efektif gabungan ± 350 W, waktu pengeringan teoritis adalah 4,5 jam, sementara secara praktis diperkirakan 8–10 jam. Sistem sirkulasi udara menggunakan kipas DC 12 V dengan kapasitas aliran sesuai kebutuhan ventilasi, sehingga distribusi panas dan pelepasan uap air dapat berlangsung optimal. Dengan demikian, rancangan ini dinilai layak untuk diaplikasikan pada skala rumah tangga sebagai solusi pengering ikan yang efisien, praktis, serta ramah lingkungan melalui pemanfaatan energi surya dan listrik secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hatta, M., Sofyan, Y., & Lestari, D. (2022). Pengembangan alat pengering ikan tipe rumah kaca untuk skala rumah tangga. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13 (2), 45–52.
- Tanvir, A., & Zaman, T. (2021). Modification and performance enhancement of solar biomass dryer.
- Al-Kayiem, H. H., Yassen, T. A., & Al-Azawiey, S. (2022). Thermal analysis of tilapia fish drying by hybrid solar thermal drying system. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 90 (1), 25–3

