

# DISAIN DAN PENGUJIAN SISTEM PENGERING IKAN BERTENAGA SURYA

**Ekadewi A. Handoyo, Philip Kristanto, Suryanty Alwi**  
**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Kristen Petra**  
**Jl. Siwalankerto 142 – 144 Surabaya 60236**  
**ekadewi@peter.petra.ac.id**

## Abstrak

*Proses pengeringan secara alami yang diperlukan untuk mengawetkan ikan mempunyai beberapa kekurangan seperti: waktu yang lama, perlu beberapa kali proses pembalikan dan kurang higienis. Oleh karenanya dirancang sistem pengering surya dengan jenis solar dryer indirect system with forced ventilation open circuit. Sistem pengering yang dirancang untuk kapasitas 15 kg mempunyai komponen: kolektor surya plat datar, ruang pengering dan fan untuk mengalirkan udara melalui semua komponen tersebut.*

*Untuk mengeringkan 15 kg ikan dari kadar air 60%wb menjadi 25%wb diperlukan kolektor surya seluas 1,2 m x 19 m dengan udara pengering sebanyak 640 m<sup>3</sup>/jam dan tekanan statis fan = 120 Pa.*

*Dari pengujian yang dilakukan pada model yang berkapasitas 250 gram, didapatkan bahwa pengeringan di musim hujan menghasilkan penurunan kadar air ikan dari 60%wb menjadi 38%wb setelah dikeringkan selama 6 jam. Temuan lain adalah bahwa temperatur plat kolektor plat datar pada musim hujan hanya mencapai 54°C.*

**Key words:** solar collector, fish drying

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai negara yang memiliki banyak pulau, negara kita juga memiliki banyak laut yang berarti pula menghasilkan banyak ikan. Ikan merupakan bahan makanan yang banyak dikonsumsi masyarakat dalam dan bahkan luar negeri. Selain karena rasanya, ikan banyak disukai karena memberi manfaat untuk kesehatan tubuh yaitu mempunyai kandungan protein yang tinggi dan kandungan lemak yang lebih rendah dibanding sumber protein hewani lain. Namun, ikan cepat membusuk karena adanya bakteri dan enzim jika dibiarkan begitu saja tanpa proses pengawetan. Proses pengawetan ikan yang umum dilakukan adalah dengan penggaraman, pengeringan, pemindangan, pengasapan dan pendinginan.

Proses pengawetan yang sering dilakukan nelayan, terutama di daerah Ujung Pandang, adalah dengan pengeringan tradisional setelah dibersihkan dan digarami. Pengeringan dilakukan dengan menjemur ikan selama  $\pm 3$  hari jika cuaca cerah dan membalik-balik ikan sebanyak 4 – 5 kali agar pengeringan merata. Pengeringan tradisional ini memerlukan tempat yang luas karena ikan yang dikeringkan tidak bisa ditumpuk saat dijemur. Pada saat udara luar terlalu kering dan panas, pengeringan dapat terjadi terlalu cepat sehingga terjadi *case*

*hardening* (permukaan daging ikan mengeras). Masalah lain adalah kebersihan/higienitas ikan yang dikeringkan sangat kurang karena proses pengeringan dilakukan di tempat terbuka yang memungkinkan dihinggapi debu dan lalat.

Proses pengeringan pada prinsipnya adalah proses mengurangi kadar air dalam ikan. Menurut Abdullah (2003), untuk mencegah bakteri dan enzim bekerja dalam ikan, selain mengurangi kadar air dalam ikan, diperlukan juga pengendalian temperatur dan RH udara tempat penyimpanan ikan. Beberapa variabel yang penting dalam proses pengeringan ikan adalah: temperatur, RH dan laju aliran udara serta waktu pengeringan. Abdullah (2003) mengatakan bahwa kadar air ikan bervariasi antara 50% - 80%. Untuk mengurangi aktivitas bakteri dan enzim, kadar air ikan sebaiknya dijaga dibawah 25%.

Menurut Braguy et al., proses pengeringan ikan di beberapa negara di Afrika, seperti di negara Sao Tome and Principe, Nigeria dan Congo telah menggunakan pengering surya terutama setelah adanya kampanye untuk memperhatikan kesehatan (terkait pengeringan tradisional yang kurang higienis) yang diadakan oleh kaum wanita pada akhir tahun 2001. Pengering surya mempunyai keuntungan: sederhana, biaya rendah dan tidak memerlukan

banyak tenaga kerja. Waktu proses pengeringan dengan pengering surya dapat berkurang sebanyak 65% dibanding pengeringan tradisional. Dengan pengering surya, ikan yang telah dikeringkan punya kualitas lebih baik dan bahkan harga jual meningkat 20% dibanding sebelumnya di Sao Tome and Principe.

Abdullah (2003) menyebutkan bahwa pengering surya untuk ikan dapat berupa ruang kaca yang memanfaatkan efek rumah kaca (*green-house effect*) dan dapat pula menggunakan kolektor surya yang dihubungkan dengan ruang pengering

Memperhatikan semua hal di atas, maka dirancang suatu sistem pengering ikan yang memanfaatkan tenaga surya dalam ruang tertutup yang kapasitas 15 kg ikan "marning" dengan lama pengeringan 3 jam.

## 2. METODOLOGI

Disain dilakukan dengan berdasar data berikut: massa awal = 15 kg dengan kadar air 60% wb (*wet basis*), kadar air akhir diharapkan 25% wb, lama pengeringan direncanakan 3 jam, radiasi surya total pada permukaan horisontal di Surabaya,  $H = 15674 \text{ kJ/m}^2$ , temperatur udara pengering direncanakan =  $70^\circ\text{C}$  dan kondisi udara lingkungan adalah  $30^\circ\text{C}$  dB dan RH 80%.

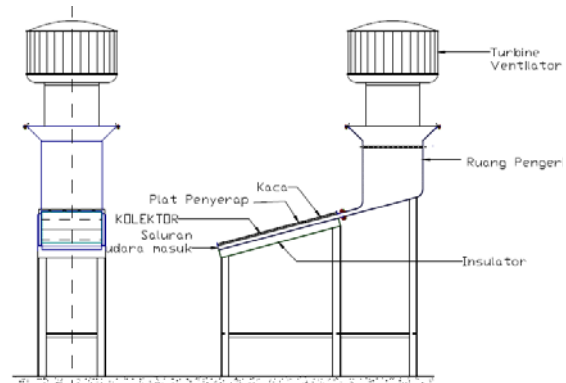
Dari data yang ada, dihitung besar beban kebasahan, besar kalor yang diperlukan untuk proses pengeringan, luas solar kolektor yang diperlukan, laju aliran udara pengering yang diperlukan dan tekanan statis yang diperlukan *fan* untuk mengalirkan udara pengering mulai dari masuk kolektor surya hingga ke luar ruang pengering.

Setelah proses perancangan selesai, dibuat model dengan kapasitas ikan 250 gram untuk menguji hasil perancangan. Pada pengujian akan dibandingkan hasil pengeringan alami dan pengeringan dengan model dari sistem yang dirancang.

## 3. HASIL DISAIN

Sistem pengering ikan yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 1. Sistem pengering menggunakan pemanasan tidak langsung dengan sirkulasi paksa-siklus terbuka (*solar dryer indirect system with forced ventilation open circuit*). Energi radiasi dari matahari digunakan untuk memanaskan plat kolektor. Kemudian, udara sebagai fluida kerja dialirkan secara paksa melalui plat kolektor oleh *fan* agar temperaturnya mencapai  $70^\circ\text{C}$ . Udara panas ini kemudian dialirkan masuk ke ruang pengering dimana terdapat ikan yang akan dikeringkan yang dijejat berjajar secara vertikal. Setelah itu, udara akan

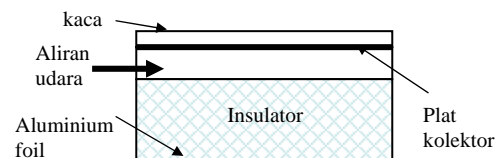
mengalir ke luar dari ruang pengering. Proses berlanjut hingga waktu pengeringan selesai.



Gambar 1. Sistem pengering ikan bertenaga surya.

Dari perhitungan yang dilakukan untuk mengeringkan 15 kg ikan dengan kadar air input 60% wb menjadi 25% wb dalam 3 jam, didapat hasil:

- Besar beban kebasahan: 0,65 gram/s.
- Dimensi ruang pengering:  $1,2 \times 1,2 \times 1,2 \text{ m}^3$  dengan konstruksi dinding terbuat dari kayu yang dilapisi stainless steel tipis di bagian dalamnya.
- Besar kalor yang diperlukan untuk proses pengeringan: 1,69 kWatt.
- Besar kalor yang hilang dari ruang pengering ke sekeliling: 0,16 kWatt.
- Laju aliran udara pengering yang diperlukan adalah:  $0,18 \text{ m}^3/\text{s} = 640 \text{ m}^3/\text{jam}$ .
- Tekanan statis yang diperlukan *fan* untuk mengalirkan udara pengering mulai dari masuk plat kolektor hingga ke luar ruang pengering adalah: 120 Pa.
- Kolektor surya direncanakan mempunyai konstruksi seperti gambar 2.



Gambar 2. Konstruksi kolektor surya

Plat kolektor terbuat dari Aluminium yang dicat hitam buram. Penutup kolektor berupa kaca jenis ordinary clear lime glass, tebal 3 mm. Insulator yang dipakai adalah glass wool dengan tebal 5 cm. Sesuai hasil penelitian Purnawarman (2001), jarak antara kaca ke plat dirancang 2 cm. Sedang celah ruang udara mengalir dirancang 2 cm karena menurut Harell (1982) sebaiknya celah udara antara  $\frac{1}{2}$  - 1 inch. Kolektor surya akan diletakkan dengan kemiringan  $15^\circ$ .

Dari perhitungan, luas kolektor surya yang diperlukan adalah  $22,8 \text{ m}^2$ , sehingga dimensi kolektor adalah lebar 1,2 m dan panjang 19 m.

#### 4. HASIL PENGUJIAN

Untuk menguji hasil disain, maka dibuat model yang kapasitasnya lebih kecil, yaitu 250 gram. Konstruksi model sama dengan gambar 1.

Dimensi model adalah:

Ruang pengering:  $0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ .

Kolektor surya: panjang = 0,65 m dan lebar = 0,3 m.

Peralatan yang digunakan untuk mengalirkan udara adalah *turbine ventilator* sebagai pengganti *fan*.

Ikan yang dikeringkan: ikan marning

Pengujian dilakukan pada tanggal 6 Januari 2006 dan karena cuaca mendung – hujan, maka pengujian dilanjutkan pada keesokan harinya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran

Tgl	Jam	m <sub>nat</sub> , gram	m <sub>drier</sub> , gram	T <sub>lingkungan</sub> , C		T <sub>plat</sub> , C	T <sub>out</sub> , C	Ket
				dB	wB			
6 Januari 2006	10.00	250	250	33.2	29	53	37.4	cerah
	11.00			32.5	28.5	54	38	cerah
	12.00			29.2	27	40	35.4	mendung
	13.00	220	210	28	26	34.1	30.5	mendung
7 Januari 2006	9.30	220	210	29.3	27	35.3	33	cerah
	10.30			29.3	28	53.1	37	cerah
	11.30			32	27	47.2	38	agak mendung
	12.30	185	161	31	28	50.5	36	mendung

Dalam tabel 1, 'm<sub>nat</sub>' menyatakan berat ikan yang dikeringkan secara alami dan 'm<sub>drier</sub>' menyatakan berat ikan yang dikeringkan dengan model dari sistem pengering yang dirancang.

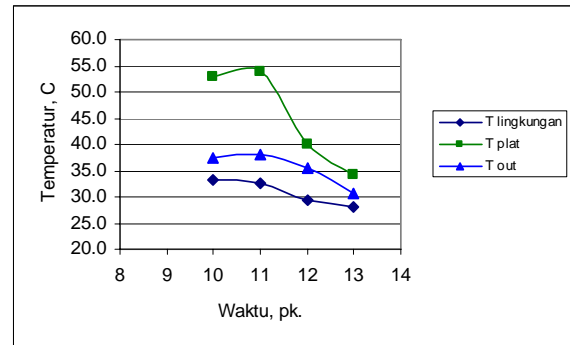
Temperatur yang diukur meliputi temperatur udara lingkungan tempat model diletakkan, T<sub>lingkungan</sub>, temperatur permukaan plat kolektor, T<sub>plat</sub> dan temperatur udara pada keluaran turbine ventilator, T<sub>out</sub>.

#### 5. DISKUSI

Dari pengukuran yang dilakukan antara pk. 08.30 hingga pk. 13.00 pada awal Januari 2006, didapatkan:

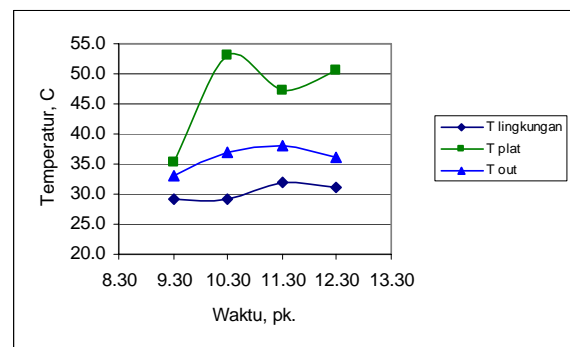
Temperatur rata-rata plat kolektor saat musim hujan bervariasi antara  $34^\circ\text{C}$  hingga  $54^\circ\text{C}$  seperti pada gambar 3 dan 4. Angka ini menunjukkan bahwa temperatur plat kolektor tidak melebihi  $70^\circ\text{C}$  saat pengujian. Keadaan ini membuat udara yang masuk

ke ruang pengering juga tidak dapat mencapai temperatur yang direncanakan, yaitu  $70^\circ\text{C}$ .



Gambar 3. Hasil pengukuran temperatur pada tanggal 6 Januari 2006.

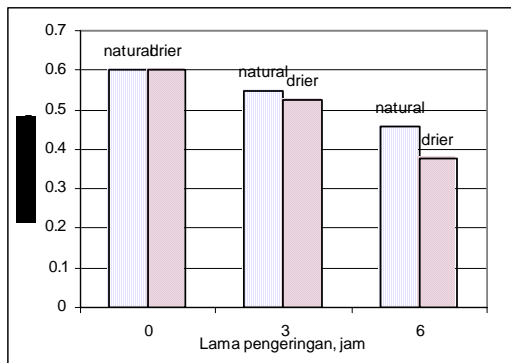
Dari gambar 3 dan 4, udara yang ke luar dari ruang pengering, dinyatakan dengan T<sub>out</sub>, terlihat lebih tinggi dari temperatur udara di lingkungan tempat model diletakkan. Hal ini menunjukkan adanya perubahan energi elektromagnetik dari radiasi matahari menjadi energi termal. Meskipun temperatur udara pada inlet ruang pengering tidak dapat diukur, namun dapat dipastikan bahwa temperatur di inlet lebih tinggi dari temperatur T<sub>out</sub> dan lebih rendah dari T<sub>plat</sub> kolektor.



Gambar 4. Hasil pengukuran temperatur pada tanggal 7 Januari 2006.

Temperatur udara pada inlet ruang pengering yang tidak dapat mencapai  $70^\circ\text{C}$  mengakibatkan pengujian tidak dapat dilakukan dalam waktu 3 jam seperti yang direncanakan. Bahkan, setelah waktu pengujian ditambah 3 jam pun, kadar air akhir ikan tidak bisa mencapai 25% seperti yang diharapkan. Kadar air ikan dapat dilihat pada gambar 5. Setelah pengeringan 6 jam, kadar air ikan menjadi 46% wb untuk pengeringan secara alami dan menjadi 38% wb untuk pengeringan dengan model. Hal ini kemungkinan disebabkan karena intensitas radiasi matahari lebih rendah dari data yang digunakan

dalam perencanaan karena cuaca sering mendung. Penyebab lain adalah karena RH udara lingkungan yang menjadi input kolektor surya sering melebihi data awal, 80%, seperti pada tabel 2.



Gambar 5. Perbandingan kadar air ikan hasil pengeringan alami dan model.

Tabel 2. RH udara lingkungan

dB, C	33.2	32.5	29.2	28	29.3	29.3	32	31
wB, C	29	28.5	27	26	27	28	27	28
RH, %	75	74	85	85	82	92	70	80

Arninputranto (2007) melakukan pengukuran temperatur plat yang digunakan untuk penyeterika dan pengering kain dengan tenaga surya pada Agustus 2006. Hasil yang didapat adalah bahwa temperatur plat berkisar antara 40°C pada pk. 09.00 dan mencapai 63°C pada pk. 12.30an.

Dari pengujian model ini dan pengukuran oleh Arninputranto ditemukan bahwa temperatur plat maksimum 63°C. Dengan demikian, harapan udara masuk ruang pengering pada temperatur 70°C seperti dalam perencanaan tidak mungkin terpenuhi. Hal ini perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pengering atau pemanas yang menggunakan kolektor surya plat datar.

## 6. KESIMPULAN.

Hasil rancangan untuk mengeringkan 15 kg ikan dari kadar air 60%wb menjadi 25%wb:

- Dimensi kolektor surya: 1,2 m x 19 m.
- Laju aliran udara pengering = 640 m<sup>3</sup>/jam.
- Tekanan statis fan = 120 Pa.

Dari pengujian yang dilakukan pada model sistem pengering yang dirancang dapat disimpulkan:

- Pada musim hujan, ikan dapat mengalami penurunan kadar air dari 60%wb menjadi 38%wb setelah dikeringkan selama 6 jam.
- Temperatur plat dalam kolektor surya plat datar pada musim hujan hanya mencapai 54°C.

## NOTASI

$m_{nat}$	Berat ikan yang dikeringkan secara alami	[gram]
$m_{drier}$	Berat ikan yang dikeringkan dengan model pengering	[gram]
$T_{lingkungan}$	Temperatur lingkungan	[°C]
$T_{plat}$	Temperatur plat collector surya	[°C]
$T_{out}$	Temperatur udara ke luar dari ruang pengering	[°C]
%wb	Presentase kadar air dalam wet basis (basis basah)	%

## REFERENSI

- [1] Kamaruddin Abdullah, **Fish Drying Using Solar Energy, Lectures and Workshop Exercises on Drying of Agricultural and Marine Products**. ASEAN SCNCER, pp. 159-183, (2003).
- [2] Braguy, S. et al., **Fish Drying: An Adaptable Technology, Sustainable Fisheries Livelihoods Programme Bulletins**. [<http://www.sflp.org/eng/007/publ/131.htm>]
- [3] Heru Purnawarman, **Pengaruh Jumlah dan Jarak Kaca Terhadap Temperatur Plat Solar Kolektor**, Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin, Surabaya, (2001).
- [4] Joe J. Harell Jr., **Solar Heating and Cooling of Buildings**, Van Nostrand Reinhold Company, New Cork, p. 26, (1982).
- [5] Wijayadi Arninputranto, **Desain Prototipe Mesin Seterika dan Penggulung Kain Dengan Energi Panas Sinar Matahari**, Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin, Surabaya, (2007).
- [6] John A. Duffie and William A. Beckman, **Solar Engineering of Thermal Processes**. John Willey & Sons, Inc., (1991).
- [7] Frank P. Incropera and David P. De Witt, **Fundamentals of Heat and Mass Transfer**, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, (1996)
- [8] Bruce R. Munson, Donald F. Young & Theodore H. Okhusi. **Fundamentals of Fluid Mechanics**. John Wiley & Sons, Inc. (1990).