

ANALISA PERPINDAHAN PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI PADA ALAT PENGERINGAN IKAN

Alfahrizi¹

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

Email :alfahrizi060403@gmail.com

Suryadimal²

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

Email:suryadimal@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis perpindahan panas konveksi pada alat pengering ikan dengan sistem double kolektor plat datar bergelombang. Tujuannya adalah mengevaluasi laju perpindahan panas, koefisien perpindahan panas konveksi, dan performansi alat pada kondisi *steady state*. Pengujian dilakukan menggunakan ikan laut dengan tiga variasi bukaan katup (penuh, $\frac{1}{2}$, dan $\frac{1}{4}$), serta pengukuran temperatur, kelembaban relatif, kecepatan udara, dan penurunan massa ikan. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar perbedaan temperatur (ΔT), laju perpindahan panas semakin tinggi, dengan Rak 1 selalu mencatat nilai tertinggi. Pada bukaan penuh, ΔT mencapai 14°C dengan laju perpindahan panas maksimum 1.125.211,53 W, sedangkan bukaan $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ masing-masing mencapai ΔT 29°C dan 25°C dengan laju perpindahan panas 52 W dan 56 W. Penurunan massa terbesar terjadi pada bukaan penuh, dari 9,7 kg menjadi 5,95 kg dalam 7,5 jam. Sistem *double kolektor* terbukti meningkatkan efisiensi pengeringan dibanding metode tradisional, dengan waktu pengeringan lebih cepat dan distribusi panas lebih merata.

Kata Kunci: perpindahan panas konveksi, pengering ikan, *double kolektor*, laju pengeringan, distribusi temperatur.

ABSTRACT

This study investigates convective heat transfer in a fish dryer equipped with a double corrugated flat-plate collector. The aim is to evaluate the heat transfer rate, convective heat transfer coefficient, and overall dryer performance under steady-state conditions. Experiments were conducted using marine fish with three valve openings (full, $\frac{1}{2}$, and $\frac{1}{4}$), measuring temperature, relative humidity, air velocity, and mass reduction. Results indicate that higher temperature differences (ΔT) increase heat transfer rates, with Rack 1 consistently showing the highest values. At full valve opening, ΔT reached 14°C with a maximum heat transfer rate of 1,125,211.53 W, while $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$ openings achieved ΔT up to 29°C and 25°C , with rates of 52 W and 56 W, respectively. The largest mass loss occurred at full opening, from 9.7 kg to 5.95 kg in 7.5 hours. The double collector system demonstrated higher drying efficiency than traditional sun drying, offering faster moisture reduction and more uniform heat distribution.

Keywords: convective heat transfer, fish dryer, double collector, drying efficiency.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dan mempunyai banyak laut sebagai sumber protein ikan (onyanyo,2017). Pada musim tangkap produksi ikan berlimpah sehingga perlu diawetkan dan sebagai bahan pangan kaya nutrisi (Chen,2014). Untuk mencegah agar ikan tidak terbuang percuma sementara masyarakat miskin butuh nutrisi perlu menggunakan sistim pengering (Pradan,2018). Sementara masyarakat pedesaan untuk pengeringan menggunakan sistim penjemuran, masalahnya ketika musim hujan tidak bisa menjemur ikan secara optimal sehingga perlu teknik pengeringan, pengawetan dan fasilitas penyimpanan (Payra,2016). Sehingga kualitas fisik dan organoleptik ikan kering tradisional berkualitas rendah yg tersedia dipasar (kumar,2017).

Sistim Pengeringan adalah teknologi untuk memperpanjang waktu penyimpanan agar bisa awet melalui penyusutan kadar air dan kalor sehingga menghambat adanya biologis dan bakteri (sonjaya,2022). Pengeringan memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat memperkecil ukuran bahan, menghemat tempat penyimpanan, dan murah biaya produksi. Dalam pengeringan kadar air dihilangkan dengan prinsip perbedaan kelembaban antara bahan yang dikeringkan dengan udara pengering (Sri rohayoe,2017). Sistem pengeringan tradisional dilakukan secara terbuka dengan sinar matahari dan membutuhkan waktu yang lama, area yang luas serta tidak terjamin higienis produk yang dikeringkan (masela,2019).

METODE PENELITIAN

1) Diagram alir penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur dan survei lapangan di pesisir Padang. Berdasarkan hasilnya, dirancang pengering surya kapasitas 250 kg dengan kolektor pelat bergelombang, ruang pengering ber *tray*, dan blower sentrifugal untuk sirkulasi udara. Kolektor dilengkapi isolasi *glass wool*, sedangkan aliran udara dialirkan melalui pipa berukuran 2 inci. Sistem ini dirancang untuk menurunkan kadar air ikan dari $\pm 80\%$ menggunakan perpindahan panas konveksi berbasis energi matahari.

2) Langkah-langkah Penelitian

- Menentukan Bilangan Reynolds (Re)
- Menghitung Bilangan Prandtl
- Menghitung Bilangan Nusselt
- Menentukan perbedaan Temperatur (ΔT) Menghitung perbedaan temperatur luar T_{∞} dengan temperatur permukaan T_s dalam satuan kelvin (K).
- Menganalisis Koefisien konveksi pada sistim pengering.
- Menganalisis Laju Perpindahan Kalor konveksi sesuai hukum. pendinginan newton.

3) Prosedur Pengujian

- Siapkan alat alat pengujian dan alat ukur.
- Tunggu kondisi sudah steady state.
- Produk disusun didalam tray dan dimasukan pada ruang pengering.
- Alat Pengering ditutup dengan mengunci pada pintu masuk.
- Hidupkan blower yang diatur menggunakan dimmer.
- Lakukan proses sesuai dengan instruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian hari pertama

Pengujian alat pengering ikan dengan kecepatan aliran udara 5,46 m/s dilakukan pada tanggal 19 Juli 2025. Pengujian ini dilakukan selama 7,5 jam, dimulai dari pukul 08.00 hingga 15.30 WIB. Proses pengeringan dengan kecepatan udara 5,46 m/s berhasil menurunkan berat ikan dari 10 Kg menjadi 5,95 Kg. Hal ini menunjukkan terjadinya penguapan air sebanyak 4,05 Kg selama satu siklus pengeringan.

Tabel 1 Hasil Pengujian Hari Pertama

No	Waktu (menit)	Bukaan katub	Berat Ikan (kg)		Kecepatan udara (m/s)		Temperatur (°C)						Intensitas matahari W/m ²	RH ruang pengering (%)	
			Awal	Akhir	Masuk	Keluar	Kolek 1	Kolek 2	U. Masuk	Rak 1	Rak 2	Rak 3			Lingkungan
1	08:00	1	10	9,7	5,46	0,44	52	51	51,5	37	36	35	28	811	77
2	08:30			9,45			52	52	52	37	36	35	28	819	76
3	09:00			9,2			53	51	52	38	36	36	29	825	75
4	09:30			8,95			53	52	52,5	38	37	36	29	827	74
5	10:00			8,7			55	53	54	40	39	38	29	835	72
6	10:30			8,45			57	56	56,5	41	39	38	30	840	69
7	11:00			8,2			59	58	58,5	42	40	39	31	856	63
8	11:30			7,95			60	62	61	43	42	41	32	860	58
9	12:00			7,7			65	63	64	47	46	44	33	910	51
10	12:30			7,45			67	68	67,5	48	47	45	34	915	47
11	13:00			7,2			69	68	68,5	47	45	44	34	920	42
12	13:30			6,95			68	67	67,5	46	45	43	33	890	37
13	14:00			6,7			67	65	66	45	44	42	32	880	35
14	14:30			6,45			66	65	65,5	44	43	41	32	875	33
15	15:00			6,2			65	59	62	42	41	41	31	870	31
16	15:30			5,95			64	57	60,5	41	40	39	30	850	30
Rata-Rata			10	7,83	5,46	0,44	60,75	59,188	59,96875	42,25	41	39,81	30,9375	861,4375	54,375

2. Pengujian hari kedua

Pengujian alat pengering ikan dengan kecepatan udara 5,11 m/s dilakukan pada tanggal 25 Juli 2025. Pengujian ini dilakukan selama 7,5 jam, dimulai dari pukul 08.00 hingga 15.30 WIB. Proses pengeringan dengan kecepatan udara 5,11m/s berhasil menurunkan berat ikan dari 10 Kg menjadi 5,75 Kg, yang menunjukkan terjadinya penguapan air sebanyak 4,25 Kg selama satu siklus pengeringan.

Tabel 2 Hasil Pengujian Hari kedua

No	Waktu (menit)	Bukaan katub	Berat Ikan (kg)		Kecepatan udara (m/s)		Temperatur (°C)							Intensitas matahari W/m ²	RH ruang pengering (%)
			Awal	Akhir	Masuk	Keluar	Kolek 1	Kolek 2	U.Masuk	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Lingkungan		
1	08:00	½	10	9,9	5,11	0,28	53	47	50	40	39	38	28	750	78
2	08:30			9,75			53	48	50,5	40	39	38	28	755	76
3	09:00			9,64			54	51	52,5	40	39	37	28	770	75
4	09:30			9,45			53	49	51	41	40	38	29	800	73
5	10:00			9,26			58	53	55,5	41	40	39	29	820	70
6	10:30			9,1			59	57	58	43	42	40	30	850	66
7	11:00			8,95			56	58	57	44	43	40	30	875	63
8	11:30			8,7			59	60	59,5	46	45	42	31	890	59
9	12:00			8,5			61	64	62,5	48	47	45	32	905	56
10	12:30			8,3			63	66	64,5	50	49	46	32	910	51
11	13:00			8,05			65	67	66	52	51	49	33	920	47
12	13:30			7,8			66	67	66,5	51	50	49	33	915	43
13	14:00			7,5			65	63	64	51	50	47	32	900	40
14	14:30			7,2			62	57	59,5	50	48	47	31	885	38
15	15:00			6			60	54	57	49	47	45	31	870	35
16	15:30			5,75			59	50	54,5	49	46	43	30	855	33
Rata-rata			10	8,366	5,11	0,28	59,125	56,9375	58,03125	45,94	44,69	42,69	30,4375	854,375	56,4375

3. Pengujian hari ketiga

Pengujian alat pengering ikan dengan kecepatan udara 2,54 m/s dilakukan pada tanggal 22 Juli 2025. Pengujian ini dilakukan selama 7,5 jam, dimulai dari pukul 08.00 hingga 15.30 WIB. Proses pengeringan dengan kecepatan udara 2,54 m/s berhasil menurunkan berat ikan dari 10 Kg menjadi 6,9 Kg, yang menunjukkan terjadinya penguapan air sebanyak 3,1 Kg selama satu siklus pengeringan. Hal ini menandakan bahwa sistem pengering berfungsi secara efektif, bahkan dengan pengaturan bukaan katup hanya sebesar 2,54 m/s.

Tabel 3 Hasil pengujian hari ketiga

No	Waktu (menit)	Bukaan katub	Berat Ikan (kg)		Kecepatan udara (m/s)		Temperatur (°C)							Intensitas matahari W/m ²	RH ruang pengering (%)
			Awal	Akhir	Masuk	Keluar	Kolek 1	Kolek 2	U.Masuk	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Lingkungan		
1	08:00	¼	10	9,8	2,54	0,18	53	49	51	41	40	38	29	770	87
2	08:30			9,65			51	51	51	41	40	38	29	775	84
3	09:00			9,5			54	48	51	43	42	41	29	776	80
4	09:30			9,35			56	52	54	44	42	41	30	830	78
5	10:00			9,19			58	56	57	46	45	41	30	840	74
6	10:30			9			58	55	56,5	46	45	43	31	865	69
7	11:00			8,9			60	57	58,5	47	46	45	31	885	67
8	11:30			8,75			60	59	59,5	48	47	45	32	900	64
9	12:00			8,55			59	63	61	49	47	46	33	930	62
10	12:30			8,35			62	66	64	51	49	48	33	950	61
11	13:00			8,25			65	68	66,5	53	52	50	32	910	60
12	13:30			8,03			66	67	66,5	55	52	51	32	900	58
13	14:00			7,8			64	65	64,5	56	54	53	31	895	56
14	14:30			7,5			62	59	60,5	53	51	50	32	900	55
15	15:00			7,24			57	57	57	51	48	47	31	880	53
16	15:30			6,9			55	51	53	51	46	44	30	855	51
Rata-rata			10	8,55	2,54	0,18	58,75	57,688	58,2188	48,44	46,63	45,06	30,9375	866,3125	66,1875

KESIMPULAN

1. Kecepatan udara 5,46 m/s menghasilkan berat akhir ikan terendah, yaitu ±5,95 kg dari berat awal 10 kg. Ini menunjukkan bahwa pengeringan paling efektif terjadi karena aliran udara maksimum dapat mempercepat penguapan air. Kecepatan udara 5,11m/s menghasilkan berat akhir sekitar ±5,79 kg, dengan laju pengeringan yang sedang. Kecepatan udara 2,54 menghasilkan berat akhir tertinggi, yaitu ±6,9 kg, sehingga proses pengeringan kurang optimal akibat terbatasnya aliran udara. Intensitas matahari tertinggi terjadi pada kecepatan udara 5,46 dengan rata-rata ±861,4735 W/m², diikuti oleh kecepatan udara 5,11 sebesar ±854,375 W/m², dan terendah pada kecepatan udara 2,54 sebesar ±866,3125 W/m².

2. Peningkatan perbedaan Temperatur (ΔT) dimulai dengan meningkatnya perpindahan panas. Terdapat perbedaan signifikan antara setiap rak, di mana Rak 1 secara konsisten menunjukkan ΔT tertinggi dan akan semakin berkurang pada Rak 3. Hal ini dipengaruhi oleh posisi rak dan paparan sumber panas. Perbedaan Temperatur menunjukkan rak ketiga mengalami peningkatan dari pagi hingga siang hari, mencapai puncaknya di sekitar tengah hari, dan kemudian sedikit menurun pada sore hari.
3. Perpindahan panas yang tinggi di siang hari menunjukkan adanya intensitas transfer energi panas yang lebih besar, yang dapat mempercepat proses penguapan pada ikan. Perpindahan panas pada rak ketiga juga mengalami peningkatan pada siang hari, mencapai puncak, kemudian menurun pada sore hari. Hubungan ini sejalan dengan ΔT .
4. Peningkatan perbedaan suhu (ΔT) dan perpindahan panas (Q) yang terjadi pada siang hari secara langsung terjadi dengan penurunan berat ikan yang paling signifikan pada waktu yang sama. Hal ini membuktikan bahwa faktor suhu dan perpindahan panas menjadi pemicu utama terjadinya penyusutan berat pada ikan.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bung Hatta, khususnya Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ir. Suryadimal, S.T., M.T., IPM. selaku pembimbing, serta seluruh dosen dan staf laboratorium yang telah membantu dalam pelaksanaan eksperimen. Apresiasi yang mendalam diberikan kepada keluarga dan rekan-rekan yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anan Ashrabi Ananno, Mahadi Masud, Peter Dabnichki, Asif Ahmed. Design and numerical analysis of a hybrid geothermal PCM flat plate solar collector dryer for developing countries. *Solar Energy* .196:270-286.DOI: 10.1016/j.solener.2020.11.069.
- Kabeel, M. Abdelgaied, A. Eisa.Enhancing the performance of single basin solar still using high thermal conductivity sensible storage materials. *Journal of Cleaner Production*. Published 10 May 2018.DOI:10.1016/J.JCLEPRO.2018.02.144.
- Hicham El Hage,Amal Herez a,Mohamad Ramadan,Hassan Bazzi,Mahmoud Khaled. An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment.*Journal energy* . Volume 157, 15 August 2018, Pages 815-829.
- Mehrnush Motahayyer, Akbar Arabhosseini, Hadi Samimi. Numerical analysis of thermal performance of a solar dryer and validated with experimental and thermo-graphical data. *Solar Energy Q1(solar dryer):14*. DOI: 10.1016/j.solener.2019.10.001
- Mujumdar A S and Law C L *Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing Food and Bioprocess Technology* 2010 3 843–52
- P. Vanitha, P. Sharan, K. David. *Solar Energy In India: Environmental Science, Engineering An Overview*. Published 30 September 2019.DOI:10.17605/OSF.IO/N9DJR
- Rizal, T.A. Muhammad, Z, *et al.*, 2018. Fabrication and testing of hybrid solae biomass dryer for drying fish.*Therm.Eng.*12,489-496 Y. Mohana, R. Mohanapriya, T. Anukiruthika, K.S. Yoha J.A. Moses, C.
- Anandharamakrishnan PhD. *Solar dryers for food applications: Concepts, designs, and recent advances*. Elsevier *Solar energy*.2020. Volume 208.321-344.
- Zakaria Alimohammadi, Hadi Samimi Akhijahani, Payman Salami. Thermal analysis of a solar dryer equipped with PTSC and PCM using experimental and numerical methods. *Solar Energy*. Vol. 201.1may2020.page157-177.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.02.079>

Z. Azaizia et al. Experimental study of a new mixed mode solar greenhouse drying system with and without thermal energy storage for pepper. *Renew. Energy* (2020). Volume 145, January 2020, Pages 1972-1984. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.055>