

MODIFIKASI MESIN PENGERING IKAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM ROTARY

Bambang Setyoko, Ireng Sigit Atmanto
 PSD III Teknik Mesin FT Universitas Diponegoro
 Jalan Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang, Semarang
 email : bsetyoko@gmail.com

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 perlu dirancang suatu alat pengering ikan dengan system rotary berbahan bakar batubara untuk meningkatkan teknologi pengering nandan kualitas ikan kering. Mesin pengering ini mempunyai 3 bagian utama yaitu ruang bakar batubara, ruang pengering yang dilengkapi rak pengering berputar terbuat dari bahan aluminium dan saluran pembuangan asap bahan bakar dan uap air ikan.

Pengujian dilakukan dengan menempatkan ikan teri di 8 rak yang berputar dengan total kapasitas 4 dan 8 kg. Kemudian rak diputar dengan kecepatan 0 dan 24 rpm. Sedangkan suhu ruang pengering dijaga dengan mengatur thermokopel pada suhu 80°C. Dari kondisi pengujian maka akan didapat banyaknya batu bara yang digunakan, distribusi suhu ruang pengering, suhu uap air keluar, suhu asap panas keluar cerobong, waktu pengeringan dan kadar air ikan teri hasil pengeringan.

Hasil pengujian performa alat pengering menunjukkan bahwa untuk mengeringkan ikan teri dengan kapasitas 8 kg dibutuhkan waktu pengeringan 3,5 jam, temperatur rata-rata ruang pengering sebesar 66,03°C, efisiensi aliran panas mencapai 35,02% - 60,03% dan kadar air ikan teri kering mencapai 10–20%. Temperatur ruang pengering dapat terdistribusi secara merata dan dapat dipertahankan relatif stabil selama proses pengeringan.

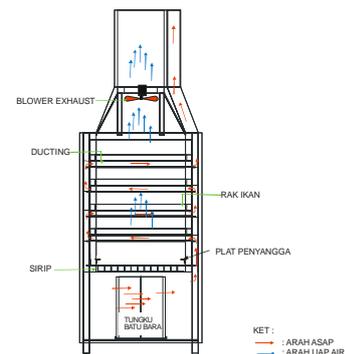
Kata kunci : rotary drying, pengering ikan.

PENDAHULUAN

Kondisi geografis Indonesia yang sebagian besar merupakan lautan mempunyai potensi produksi laut melimpah termasuk ikan teri. Pada musim panen ikan, nelayan banyak mendapatkan ikan dengan jumlah yang sangat besar. Karena hasil tangkapan nelayan sangat banyak, terkadang ikan tidak dapat terjual habis. Hal tersebut mengakibatkan ikan akan membusuk jika tidak ada tempat pengawetan (*cool storage*).

Salah satu cara pengawetan yang dilakukan nelayan adalah dengan mengeringkan ikan secara alami dengan dijemur langsung dibawah terik sinar matahari. Namun proses pengeringan alami tersebut mempunyai banyak kekurangan diantaranya waktu pengeringan lama, memerlukan area yang cukup luas, kualitas ikan menurun karena terkena debu atau alat yang menempel, rawan terhadap gangguan binatang, serta membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak.

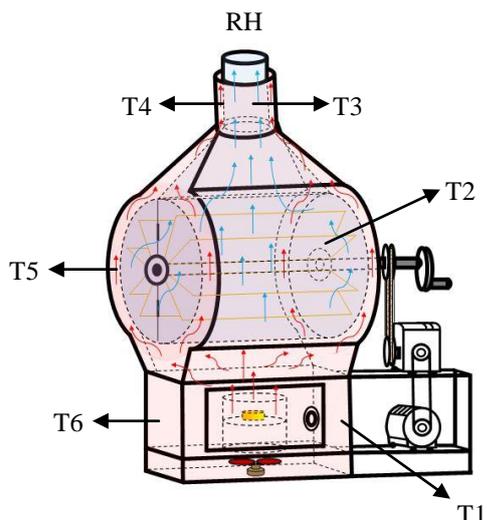
Alat pengering yang ada sebelumnya berupa pengering ikan dengan tipe rak (*Tray Drying*). Alat ini mempunyai kelemahan, dimana ikan yang dikeringkan di atas rak di dalam ruang pengering harus dipindah-pindahkan agar proses pengeringan terjadi secara merata. Setiap kali terjadi pemindahan rak, maka ruang pengering harus dibuka yang mengakibatkan panas dalam ruang pengering terbuang keluar. Hal ini mengakibatkan suhu ruang pengering sulit untuk dapat dipertahankan secara konstan (Setyoko, 2012).



Gb. 1. Mesin pengering sistem Tray Drying.

METODE PENELITIAN

Alat pengering ikan sistem *Rotary Drying*, prinsip kerjanya hampir sama dengan alat pengering ikan sistem *Tray Drying* (pengering rak bertingkat). Perbedaannya terletak pada tempat yang digunakan untuk meletakkan ikan. Pada sistem *Tray Drying* ikan teri basah diletakkan pada rak yang disusun secara bertingkat. Sedangkan pada sistem *rotary* ikan teri basah diletakkan (dimasukkan) ke dalam 8 slop (laci) yang dirancang membentuk sudu yang porosnya dihubungkan ke engkol pemutar di luar alat pengering yang bisa diputar menggunakan motor listrik maupun dengan tangan. Ruang pengering dirancang agar sudu dapat diputar dengan tujuan agar ikan teri mendapatkan panas pengeringan secara merata tanpa harus membuka pintu ruang pengering. Hal ini dapat mengurangi kerugian panas yang terjadi sehingga proses pengeringan lebih efisien.



Gb. 2. Desain mesin pengering sistem rotary dan posisi pengukuran.

Sumber panas pengeringan berasal dari pembakaran batubara pada tungku yang didorong udara blower masuk ke saluran asap kiri dan kanan. Asap panas ini terus mengalir naik sepanjang saluran untuk meningkatkan suhu udara di ruang pengering melalui proses *heat transfer*. Sedangkan uap air yang berasal dari ikan teri karena proses pemanasan, mengalir keluar melalui cerobong uap air secara alami.

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan adalah proses perpindahan panas yang mengakibatkan menguapnya air dari dalam ikan teri dan proses perpindahan massa dimana sejumlah uap air dari dalam ikan teri ke udara. Besarnya massa ikan teri kering dengan kadar tertentu dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Joewadi, 1986:15)

$$m_{tk} = \frac{(100 - m_1)}{100} \times m_{tb} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- m_{tk} = massa teri kering (kg)
- m_1 = kadar air awal ikan (%)
- m_{tb} = massa teri basah (kg)

Panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan dalam proses pengeringan adalah (Suharto, 1991:12):

$$Q_b = \frac{M_w}{t} \times L_H \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- Q_b = panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan (J/s)
- M_w = massa air yang diuapkan dari bahan (kg)
- t = waktu pengeringan (detik)
- L_H = panas laten penguapan (kJ/kg) panas laten untuk ikan teri adalah 2558,73 kJ/kg (*Pembuatan Alat Pengering Ikan Teri Skala Industri Kecil, Departemen Perindustrian RI, 1994/1995*)

Massa air yang diuapkan dari bahan (M_w)(Suharto, 1991:12):

$$M_w = \frac{100 (m_1 - m_2)}{(100 - m_1)(100 - m_2)} \times M_{TK} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- m_1 = kadar air awal ikan teri (%)
- m_2 = kadar air akhir ikan teri (%)
- M_{tk} = massa akhir ikan teri (kg)

Besarnya panas spesifik udara kering (Cpu) dapat dilihat pada tabel sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer.

Kandungan energi yang dimiliki beberapa jenis bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran ditunjukkan pada Tabel1.

Tabel 1. Kandungan energi beberapa bahan bakar.

Bahan Bakar	Kandungan Energi (MJ/kg)
Biogas	33,5
Batubara	
- Bituminus	32,6
- Lignit	14,7
Minyak disel	45,6
Gasolin	47,1
Gas alam	52
Propane	50
Nuklir (Uranium 235)	7×10^7
Kayu tempurung kelapa	14×10^{-3}

Sumber: Teknik Konversi Energi(Sulasno, 2009)

Entalpi udara lingkungan (h) didapatkan dengan rumus sebagai berikut (Soeharto, 1991:12):

$$h = (Cpu \times T) \text{ udara kering} + (\omega \times h_{fg}) \text{ uap air} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- Cpu = panas spesifik udara kering (J/kgK)
- T = temperatur udara kering (K)
- ω = kelembaban absolut
- h_{fg} = enthalpi uap (kJ/kg)

Enthalpi uap (h_{fg}) dapat dilihat pada tabel sifat cairan dan uap jenuh.

Konduksi adalah proses mengalirnya panas dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam satu media (padat, cair atau gas) atau antara media-media yang berlainan dan bersinggungan secara langsung. Persamaan dasar perpindahan panas secara konduksi (Holman, 1988):

$$Q_{konduksi} = -kA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- $Q_{konduksi}$ = laju perpindahan panas secara konduksi (W)
- k = konduktivitas termal bahan (W/m . K)
- A = luas penampang perpindahan panas (m²)
- dT = perubahan suhu (K)
- dx = jarak dalam arah aliran panas (m)

Tanda (-) adalah akibat dari kaidah yang mendefinisikan aliran positif dalam arah temperatur gradien yang negatif.

Konveksi adalah proses perpindahan energi panas yang terjadi antara permukaan dan fluida yang bergerak. Laju perpindahan panas dengan cara konveksi antara suatu permukaan dengan suatu fluida dapat dihitung dengan menggunakan hukum Newton tentang pendinginan (*Newton Law of Cooling*) (JP Holman, 1988:11):

$$Q_{konveksi} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- $Q_{konveksi}$ = laju perpindahan panas konveksi (W)
- A = luasan perpindahan panas (m²)
- ΔT = beda antara suhu permukaan dan suhu fluida lingkungan yang ditentukan (°C)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² . °C)

Konveksi secara umum dibagi menjadi dua yaitu konveksi alami dan konveksi paksa.

Perpindahan panas radiasi adalah energi panas yang dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik tanpa membutuhkan media. Jika suatu benda hitam tersebut beradiasi ke sebuah penutup yang sepenuhnya mengurung permukaan hitam, maka akan menyerap semua energi radiasi yang datang padanya. Maka laju perpindahan panas radiasi adalah (JP Holman, 1988:13):

$$Q_{radiasi} = \sigma \cdot A \cdot (T_1^4 - T_2^4) \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

- $Q_{radiasi}$ = laju perpindahan panas radiasi (W)
- σ = konstanta Stefan Boltzman yang nilainya 5,669x10⁻⁸ (W/m² K⁴)
- A = luasan perpindahan panas (m²)
- T₁ = temperatur permukaan benda (K)
- T₂ = temperatur sekitar permukaan benda (K)

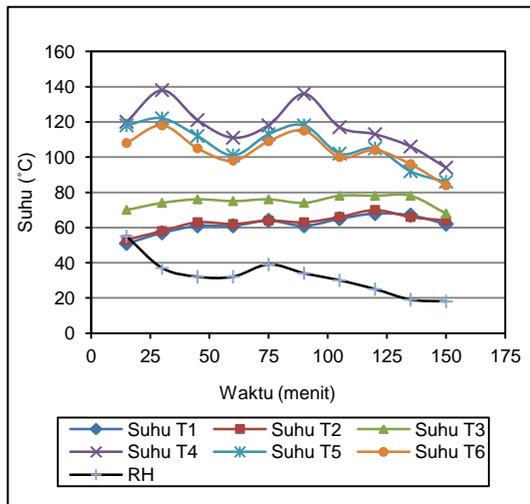
DATA DAN PEMBAHASAN



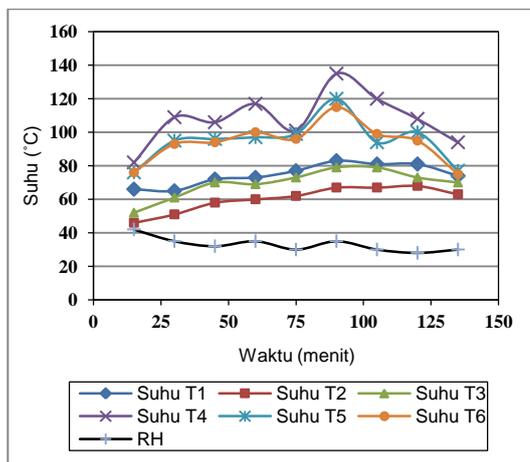
Gb. 3. Mesin pengering ikan sistem rotary.

T1, T2, T3 = suhu dalam ruang pengering

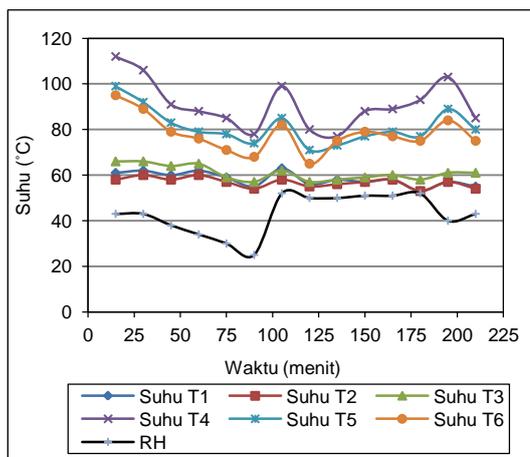
T4, T5, T6 = suhu asap panas dalam saluran



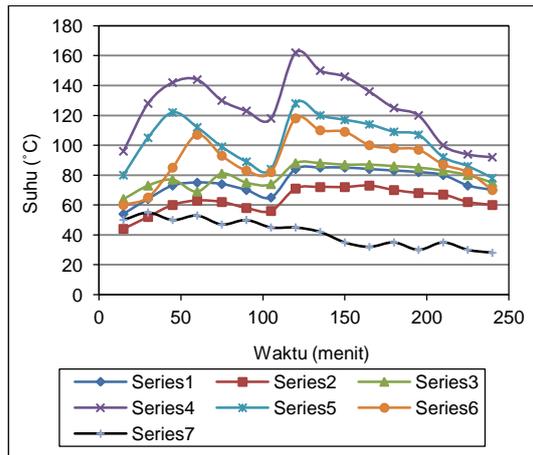
Gb. 4. Grafik pengujian pada putaran 0 rpm dan kapasitas 4 kg.



Gb.5. Grafik pengujian pada putaran 24 rpm dan kapasitas 4 kg.



Gb.6. Grafik pengujian pada putaran 0 rpm dan kapasitas 8 kg.



Gb.7. Grafik pengujian pada putaran 24 rpm dan kapasitas 8 kg.

Tabel 2. Hasil keseluruhan pengujian

RPM	Kap (kg)	Waktu (jam)	Suhu Rata ² (°C)	Efisiensi (%)	Bahan Bakar (kg)
0	4	2,5	66	35,02	2,3
	8	3,5	73	44,90	3,0
24	4	2,15	68	49,96	2,2
	8	4	60	60,03	4,0

Dari perhitungan didapatkan bahwa pengeringan dengan menggunakan putaran memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa putaran. Hal tersebut terjadi karena penyebaran panas terdistribusi secara merata di dalam ruang pengering akibat putaran sudu di dalamnya. Suhu ruang pengering T2 relatif stabil selama proses pengeringan. Putaran sudu juga membantu uap air hasil pengeringan mengalir keluar lebih cepat.



Gb.8. Ikan teri hasil pengeringan sistem rotary

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa besarnya kapasitas pengeringan juga mempengaruhi lama waktu pengeringan. Semakin besar kapasitas, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan ikan teri. Selain itu, waktu pengeringan juga dipengaruhi temperatur pada ruang pengering dan kecepatan uap air untuk keluar dari ruang pengering. Kelembaban relatif ikan teri kering berkisar antara 10-20%.

Semakin besar kapasitas pengeringan dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak. Kebutuhan bahan bakar juga dipengaruhi kandungan kadar air ikan teri basah. Penggunaan bahan bakar tidak dapat diprediksi karena panas yang dihasilkan batubara tidak konstan sehingga apabila temperatur pada ruang pengering belum tercapai maka perlu ditambahkan bahan bakar.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan, pengujian dan analisis data maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Panas pengeringan terdistribusi lebih merata pada proses pengeringan dengan sudu berputar dibanding dalam kondisi diam.
2. Temperatur ruang pengeringan dapat dipertahankan stabil pada suhu rata-rata 65°C.
3. Waktu pengeringan dengan sudu berputar lebih cepat dibanding dengan sudu diam.
4. Efisiensi panas pada proses pengeringan dengan sudu berputar lebih tinggi dibandingkan dengan sudu diam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah mendanai Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J. (1988). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Joeswadi. (1986:15). *Alat Pengering Ikan*. Medan: BPPI Medan.
- Setyoko, B. (2012). *Peningkatan Kualitas Pengering Ikan Dengan Sistem Tray Drying*. Prosiding Semnas Sains dan Teknologi Ke 3 FT Unwahas Semarang, B.37 - B.42.
- Suharto. (1991:12). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: Cipta.
- Sulasno. (2009). *Teknik Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.