

## ANALISIS PERPINDAHAN PANAS YANG TERJADI PADA ALAT PENGERING IKAN

Harjono Saputro, Asikin, dan Doni Suryawan  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Bandar Lampung

### ABSTRAK

*Dalam industri pertanian dan perikanan, pengelolaan hasil sangatlah membutuhkan cara yang tepat sehingga pengelolaan yang baik bisa menghasilkan suatu produk yang optimal. Berkaitan dengan pengolahan ikan, salah satu cara pengolahannya adalah dengan proses pengeringan. Alat pengeringan ikan, merupakan alat yang dirancang untuk mengatasi masalah pengeringan alami yang terjadi pada saat kondisi panas tidak memadai. Hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan bahan makanan adalah terjaganya kualitas kandungan gizi dan mineral pada bahan makanan. Oleh karena itu, melalui analisis pada alat pengering ikan ini, dapat memberikan data-data teknis yang terjadi selama proses pengeringan ikan. Dengan mengkondisikan temperatur ruang pengering berkisar pada 70 °C (sesuai dengan referensi pada proses pengeringan ikan), maka akan dapat diperoleh besarnya energi yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air tertentu*

Kata kunci : proses pengeringan, pengeringan ikan, pengolahan ikan

### Pendahuluan

Salah satu kekayaan negara Indonesia berupa ikan yang melimpah serta dapat dimanfaatkan bagi rakyat Indonesia khususnya dan umat manusia pada umumnya. Ikan merupakan salah satu sumber makanan yang dibutuhkan oleh manusia. Penanganan ikan segar merupakan salah satu bagian penting dari mata rantai industri perikanan, baik-buruknya penanganan ikan-ikan segar akan mempengaruhi mutu ikan sebagai bahan makanan atau sebagai bahan mentah untuk proses pengolahan lebih lanjut. Dengan kandungan air yang cukup tinggi dapat menyebabkan ikan menjadi media yang cocok untuk kehidupan bakteri pembusuk, sehingga ikan akan cepat mengalami proses pembusukan. Ikan busuk mengandung senyawa yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia. Oleh karena itu untuk menghasilkan ikan yang baik diperlukan cara cepat dan cermat terutama pada saat proses produksi sedang melimpah agar surplus ikan dapat diselamatkan. Untuk menghindari ikan dari pembusukan, dapat dilakukan dengan usaha antara lain : pembekuan, penggaraman, pengeringan, dan pengasapan.

Dalam penelitian ini, akan secara khusus membahas pengawetan ikan dengan cara pengeringan melalui media sistem alat pengeringan ikan. Pengeringan ikan yang telah

dilakukan sehingga saat ini kebanyakan dilakukan dengan cara alami seperti penjemuran dengan sinar matahari, akibatnya pada musim penghujan para penangkap ikan mengalami kesulitan dalam pengeringan ikan hasil tangkapan karena kebutuhan akan panas matahari yang tidak memadai, untuk itu adanya alat pengering ikan yang dapat digunakan secara sederhana, hemat, praktis dan memadai menjadi kebutuhan kebutuhan nelayan dan petani ikan dalam mengelola ikan hasil tangkapan.

### Dasar Teori

### Proses Pengeringan

Pengeringan pada dasarnya adalah proses perpindahan/pengeluaran kandungan air bahan sehingga mencapai kandungan tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat perlambat. Beberapa kendala yang dihadapi dan berpengaruh diantaranya ialah suhu dan kelembaban udara lingkungan, kecepatan aliran udara pengering, besarnya persentase kandungan air yang ingin dijangkau, power pengering, efisiensi alat pengering, dan kapasitas pengeringannya. Pengeringan yang terlampau cepat dapat merusak bahan, oleh karena itu permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan

kecepatan gerakan air bahan menuju permukaan. Karena menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan, selanjutnya air dalam bahan tak dapat lagi menguap karena terhambat.

Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dengan alat pemanas bisa mengubah air menjadi uap, namun demi pertimbangan-pertimbangan standar gizi (agar proteinnya tidak rusak) maka pemanasan dianjurkan tidak lebih dari 85 °C.

Tabel Jenis bahan pangan yang diawetkan

No.	Jenis Bahan Pangan yang diawetkan	Suhu Pengeringan (°C)
1.	Gabah benih	43
2.	Jagung benih	42 s/d 46
3.	Jagung konsumsi	82
4.	Telur benih	38
5.	Telur konsumsi	85
6.	Susu	85
7.	Ikan	70

( Sumber : Dr. Ir. Kuntjoko, Dr. Ir. Subari Noto, Pengolahan bahan pangan)

### Prinsip Pengeringan

Istilah pengering sering juga dikatakan dengan istilah dehidrasi, yang maksudnya adalah proses pemindahan/pengeluaran kadar air bahan hingga mencapai kandungan tertentu. Selama proses pengeringan ini hampir seluruh ataupun sebagian bahan air yang terkandung didalam bahan diuapkan dan dengan sendirinya isi bahan menjadi jauh lebih kecil kerana mengalami penurunan berat yang sangat besar. Dalam proses pengeringan ini juga, udara didalam ruang mesin pengering tersebut menyediakan panas laten dan panas yang sebenarnya yang dibutuhkan oleh kandungan air itu menguap.

Udara panas ini juga bertindak sebagai pembawa gas untuk memindahkan uapair yang terbentuk dari sekeliling permukaan yang menguap. Sedangkan pada permukaannya akan terjadi penurunan kandungan air setelah beberapa saat sampai mencapai keseimbangan dengan kandungan air yang berada diudara sekitar bahan tersebut. Pada dasarnya metode

yang digunakan untuk melakukan proses pengeringan secara mekanis dapat diklasifikasikan atas empat cara, diantaranya :

1. Pengering dengan udara yang dipanaskan  
Bahan diletakan didalam suatu ruangan yang berhubungan dengan aliran udara yang dipanaskan (panas yang diterima oleh bahan melalui konveksi)
2. Pengeringan dengan cara langsung bersentuhan langsung dengan permukaan yang dipanaskan (panas yang diterima oleh bahan pada umumnya secara konduksi).
3. Pengeringan dengan cara penggunaan energy radiasi, gelombang, dll.
4. Pengeringan beku  
Kandungan air didalam bahan dibekukan disublimasikan menjadi uap ( cara ini pada umumnya dilakukan pada keadaan dengan tekanan yang sangat rendah)

### Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan

Selama proses pengeringan ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain adalah pergerakan bahan-bahan yang terlarut, penyusutan dan case hardening. Pergerakan bahan-bahan yang terlarut terjadi selama proses pengeringan yaitu apabila terjadi aliran air kepermukaan bahan selama proses terjadi, maka air tersebut akan membawa berbagai bahan padat terlarut oleh air tersebut. Hal ini dapat berarti juga ketika permukaan bahan telah kering sedangkan bagian dalamnya belum.

Sedangkan proses penyusutan terjadi karena berkurangnya kadar air dalam bahan akibat penguatan yang mengakibatkan air berubah menjadi uap dan lepas dari bahan. Peristiwa lain yang terjadi pada proses pengeringan adalah case hardening, dimana selama proses pengeringan terbentuklah lapisan pada permukaan yang sedemikian kerasnya sehingga tidak dapat ditembus oleh air.

Hal-hal inilah yang dapat mengurangi kecepatan pengeringan. Adapun beberapa factor yang mempengaruhi proses pengeringan diantaranya adalah :

1. Tingkat kadar air dalam ikan  
Biasanya tingkat kadar air dalam ikan adalah 70%, sedangkan tingkat kadar air ikan setelah dikeringkan adalah mencapai 10% agar dalam proses penyimpanan tidak hancur dan rusak.
2. Kecepatan pengeringan  
Pengeringan terlampau cepat dapat merusak bahan, karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air menuju permukaan bahan.
3. Kapasitas pengeringan  
Kapasitas produk didalam alat pengering harus sesuai agar bisa terjadi pengeringan yang merata.
4. Energi panas yang dihasilkan  
Panas yang dihasilkan alat pengering ikan diharapkan bisa mencapai pada titik panas yang diinginkan sehingga bisa membuat ikan mencapai tingkat kadar air yang diinginkan.

#### Sumber energi panas

Yang dimaksud dengan energi panas buatan ialah energi panas yang didapat dari hasil pembakaran bahan bakar, biasanya banyak digunakan dalam proses pengeringan. Energi panas yang dihasilkan oleh berbagai jenis bahan bakar pun berbeda-beda jumlahnya, seperti terlihat pada table dibawah ini :

Tabel Energi panas berbagai bahan bakar

Sumber	Satuan Jumlah	Jumlah panas yang dibutuhkan (Btu)
Listrik	1	3412
Batubara	Kwhr	15000
Kayu	1 lb	8500
Gas	1 lb	800-1200
Alam	1 cu ft	19500
Gas	1 lb	93200
Buatan	1 gal	18850-19150
Propana	1 lb	18480-19150
Bensin	1 lb	127900-123300
Kerosin	1 gal	

(Sumber : Ir. Mudjijarto Pratomo, M.Se., Alat dan Mesin Pertanian II)

#### Perpindahan Panas (*Heat Transfer*)

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah-daerah tersebut.

**Konduksi.** Konduksi adalah suatu proses dengan mana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam satu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung.

**Radiasi.** Radiasi adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Bila benda-benda itu terpisah didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda-benda tersebut.

**Konveksi.** Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerak mencampur.

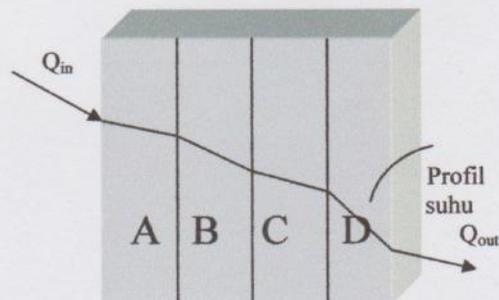
#### Prinsip-prinsip perhitungan panas

Diperolehnya suatu hasil dari proses pengeringan adalah karena adanya perubahan panas dari sumbernya kepada produk (bahan) serta medium (berupa energy panas), proses ini melibatkan perpindahan panas serta perpindahan massa. Adapun rumus perhitungan yang dipergunakan :

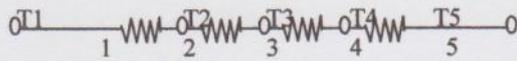
a. keseimbangan panas

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

#### Analisis perpindahan panas 1 dimensi



Gambar Perpindahan panas satu dimensi melalui dinding komposit dan analogi listriknya.



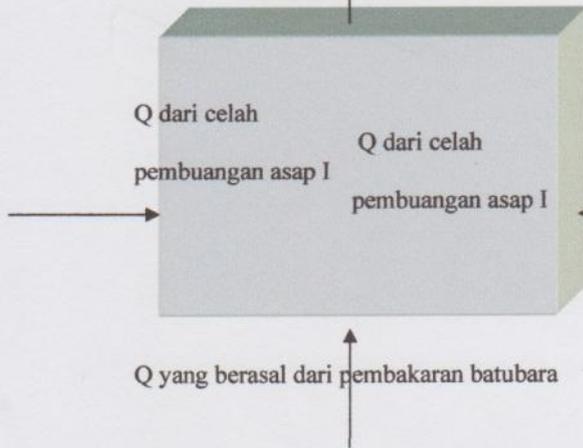
$$Q_1 = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q_{2-5} = k \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q_3 = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Gambar Rangkaian tahanan termal

Q yang keluar dari cerobong uap air



Gambar Aliran panas satu dimensi pada mesin pengering

Suhu (temperature gradient) pada ke empat bahan ialah seperti gambar diatas, aliran panas dapt ditulis sebagai berikut :

Q<sub>1</sub> adalah perpindahan panas dari ruang pembakaran kearah ruang pengeringan.

$$\frac{Q_1}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_m} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_{out}}}$$

Q<sub>2</sub> adalah perpindahan panas dari celah pembuangan asap kearah ruang pengeringan.

$$\frac{Q_2}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

Q<sub>3</sub> adalah perpindahan panas dari ruang celah asap kearah ruang pengeringan.

$$\frac{Q_3}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

Q<sub>4</sub> adalah perpindahan panas dari ruang pengering kearah luar dari alat pengering ikan.

$$\frac{Q_4}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

### Bahan dan Alat Uji

Bahan dan alat uji pengering yang digunakan memiliki data-data sebagai berikut:

- Berat ikan
  - Sebelum dikeringkan : 1400 gram
  - Sesudah dikeringkan : 400 gram
  - Tanpa kardar air : 200 gram
- Kadar air ikan
  - Mula-mula : 70 %
  - Akhir : 10%
- Kalor jenis (Kj)
  - Ikan : 0,85 Kcal/Kg.<sup>o</sup>  
= 3.57 KJ/m<sup>2</sup>.<sup>o</sup>C
  - Almunium : 206 W/m.<sup>o</sup>C hal. 581
- Bahan Bakar
  - Batu bara = 5.000 Kcal/Kg = 20.930 KJ/Kg
- Koefisiensi Perpindahan Kalor Konfersi
  - h<sub>in</sub> : 210 W/m<sup>2</sup>.<sup>o</sup>C
  - h<sub>out</sub> : 25 W/m<sup>2</sup>.<sup>o</sup>C
- Dimensi Ruang

#### Ruang Pemanas

- Tebal pelat (T) : 0,3 mm = 0,0003 m
- Lebar pelat (P) : 0,5 m
- Panjang pelat : 1 m
- Tinggi Pelat : 0,5 m

#### Ruang Pengering

- Tebal pelat (T) : 0,3 mm = 0,0003 m
- Lebar pelat (P) : 0,5 m
- Panjang pelat : 1 m
- Tinggi Pelat : 0,5 m

Ruang Celah Asap

- Tebal pelat (T) : 0,3 mm = 0,0003 m
- Lebar pelat (P) : 0,03 m
- Panjang pelat : 1 m
- Tinggi Pelat : 0,5 m

### Pengoperasian Mesin

Cara dalam pengoperasian mesin ini tidaklah sulit, adapun tahapannya sebagai berikut :

1. Terlebih dahulu siapkan ikan yang akan dikeringkan dan dituskan selama lebih kurang 15 menit agar kandungan air pada ikan berkurang
2. Kemudian nyalakan api pada ruang pembakaran, tunggulah beberapa menit hingga pembakaran merata keseluruhan ruang pembakaran. Panas yang ditimbulkan oleh ruang pembakaran akan memanaskan dinding sekitar ruang pengeringan
3. setelah dirasakan panas sudah cukup merata didalam ruang pengering, maka lakukanlah pengukuran panas diruang pengering dengan menggunakan thermometer, jika suhu melebihi suhu yang diinginkan, untuk mengaturnya bisa dilakukan dengan membuka tutup mesin pengering tersebut.
4. setelah dirasa cukup suhu yang diinginkan cukup stabil maka masukan ikan kedalam rak-rak pengering ikan
5. setelah bahan kering dengan suhu dan waktu yang sesuai dengan ketentuan sehingga mencapai kadar air sesuai dengan keinginan, barulah buka tutup ruang pengering kemudian tarik rak-rak tempat ikan dan diganti dengan yang lain, demikian terus menerus.

Proses pengeringan akan bejalan dengan lebih baik dan cepat apa bila ikan terlebih dahulu dibelah atau direbus sehingga kadar airnya sudah berkurang.

Dengan menggunakan alat pengering ikan ini mutu ikan akan lebih baik dari pada dengan sinar matahari. Tetapi, walau mutunya baik selama penyimpanan masih akan terjadi perubahan-perubahan pada kekerasan daging, rasa, dan wujutnya. Hal ini dapat dihindari bila penyimpanan dan pengepakannya baik. selebihnya, bila kurang teliti, ikan akan tengik dan lamakelamaan warna ikan akan

menghitam, daging mengeras, serta aromanya seperti daging hanguis.

Table hasil pengujian pada alar pengeringan ikan menghasilkan data seperti table di bawah ini

Tabel Pengukuran Suhu Pada Alat Pengering ikan.

Waktu (menit)	Suhu Tungku (°C)	Suhu Ruang Pengering (°C)	Suhu Celah Pembuangan Asap (°C)		Suhu Cerobong Pembuangan uap (°C)
			I	II	
5	190	130	120	120	110
10	130	110	120	110	110
15	110	90	100	90	85
20	80	70	70	65	70
25	80	75	70	65	70
30	90	75	70	65	70
35	95	80	75	75	70
40	95	80	75	70	70
45	120	90	70	65	65
50	85	80	90	85	80
55	90	75	70	65	70
60	80	75	70	65	70

(sumber : Hasil pengujian alat)

### Perhitungan Panas

Selama Proses berlangsung, panas yang disupply dari sumber panas menyebar keseluruhan bagian alat pengering ikan.

Di antaranya pelat almunium ruang pembakaran, pelat ruang pengering, pelat ruang celah asap, pelat ruang cerobong pembuangan uap air, adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Panas Pada ruang pengering

Perhitungan panas dihitung menurut persamaan berikut:

$$\frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_m} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_{out}}}$$

A = Luas permukaan pengubah panas (m<sup>2</sup>)

$T$  = Lamanya proses perpindahan panas (*jam*)  
 $\alpha$  = Kefisien per jam total radiasi dan konfersi  
 ( $Kcal/m^2.jam.derajat$ )

$T_1$  = Temperatur rata – rata permukaan dinding  
 ruang pembakaran ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  = Temperatur rata – rata didalam pengering  
 ( $^{\circ}C$ )

$\Delta x$  = Tebal Pelat (*m*)

$k$  = Koefisien pelat almunium

$h$  = Koefisiensi Perpindahan Kalor Konveksi

Perhitungan panas pada ruang pengering

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_{in}} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_{out}}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{190 - 130}{\frac{1}{210} + \frac{0,0003}{206} + \frac{1}{25}}$$

$$Q = 670,24 \text{ W}$$

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_{in}} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_{out}}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{130 - 110}{\frac{1}{210} + \frac{0,0003}{206} + \frac{1}{25}}$$

$$Q = 223,41 \text{ W}$$

2. Perhitungan panas pada ruang celah asap I

Perhitungan panas pada ruang celah asap I

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{130 - 120}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 1050,44$$

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{110 - 120}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 1050,44 \text{ W}$$

3. Perhitungan panas pada ruang celah asap II

Perhitungan panas pada ruang celah asap II

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{130 - 120}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 1050,44 \text{ W}$$

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{110 - 110}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 0$$

4. Perhitungan Panas Pada cerobong uap air

Perhitungan panas pada cerobong uap air

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{130 - 110}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 2100,84 \text{ W}$$

$$- \frac{Q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$\frac{Q}{0,5} = \frac{110 - 110}{\frac{0,0003}{206} + \frac{1}{210}}$$

$$Q = 0$$

Dari contoh perhitungan panas di atas maka didapat lah hasil perhitungan panas yang dapat kita lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5. Perhitungan Panas

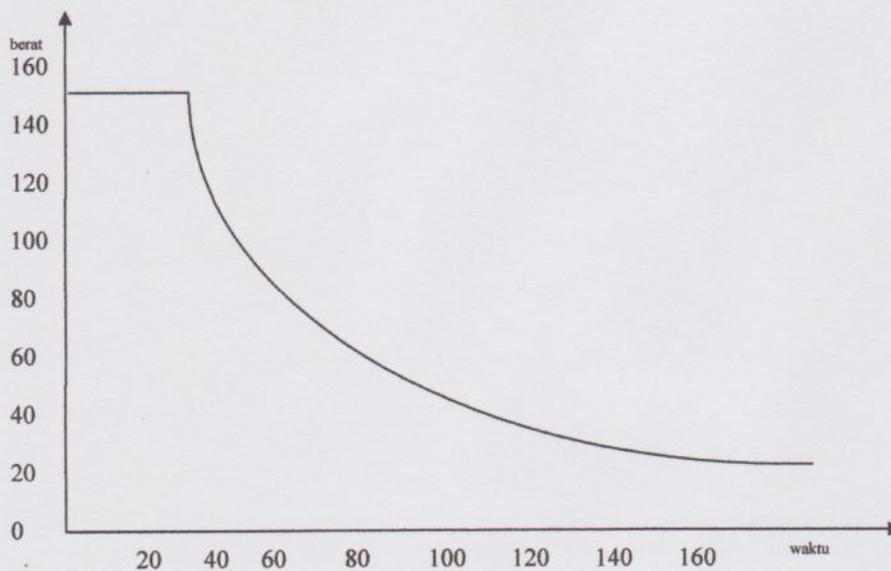
No.	Waktu (menit)	Q <sub>1</sub> (Watt)	Q <sub>2</sub> (Watt)	Q <sub>3</sub> (Watt)	Q <sub>4</sub> (Watt)
1.	5"	670,24	1050,44	1050,44	2100,84
2.	10"	223,41	-1050,44	0	0
3.	15"	223,41	0	0	525,21
4.	20"	111,7	525,21	525,21	0
5.	25"	55,85	525,21	1050,44	525,21
6.	30"	167,56	525,21	1050,44	525,21
7.	35"	167,56	525,21	525,21	1050,44
8.	40"	167,56	2100,84	1050,44	1050,44
9.	45"	335,12	-1050,44	2626,05	2626,05
10.	50"	55,85	525,21	-525,21	0
11.	55"	167,56	525,21	1050,44	525,21
12.	60"	55,85	262,6	1050,44	525,21
Q rata-rata selama 1jam		200,14	262,6	787,82	787,82

(sumber : Hasil perhitungan )

Jadi energy yang total dari alat pengering ikan adalah

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \\
 &= 200,14 \text{ W} + 262,6 \text{ W} + 787,82 \text{ W} + 787,82 \text{ W} \\
 &= 2038,4 \text{ W} \\
 &= 2038,4 \text{ J/dt}
 \end{aligned}$$

Selama proses pengeringan ikan, dapat digambarkan pada grafik dibawah ini :



Gambar 10. Grafik Berat Ikan Terhadap Waktu

Proses yang terjadi pada alat pengering ikan untuk masing-masing dihasilkan panas terjadi sangat fluktuatif yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

## Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis ambil dalam perencanaan alat pengering ikan ini adalah sebagai berikut :

- a. proses pengeringan ikan dengan menggunakan alat ini akan memperoleh ikan yang bersih dan berkualitas baik sehingga aman untuk dikonsumsi.
- b. pemilihan bahan bakar untuk sebagai sumber panas sangat berpengaruh terhadap proses pengeringan, karena panas yang dihasilkan oleh batubara hendaknya sesuai dengan kapasitas pengeringan.
- c. penggunaan celah asap dari alat pengering ikan sangat bermanfaat, karena panas yang harusnya terbuang dapat dimanfaatkan untuk memanaskan ruang pemanas yang dilalui dari asap sisa pembakaran.
- d. kualitas batubara (bahan bakar) sangat berpengaruh terhadap panas yang dihasilkan.
- e. untuk memperoleh hasil yang baik, diperlukan ketepatan dalam pengaturan suhu.
- f. untuk mencapai kadar air 10 % pada ikan, maka diperlukan waktu pengeringan selama 5 jam.
- g. penurunan berat ikan yang dikeringkan selama 5 jam adalah sebanyak 1000 gram.
- h. berat ikan tanpa ada kadar air adalah 7 % dari berat ikan sebenarnya.

## Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah merancang alat pengering ikan ini adalah sebagai berikut :

- a. konstruksi dasar dari wadah (tempat) yang dirancang merupakan ruangan yang vakum (rapat) sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat karena tidak adanya celah untuk keluarnya udara panas.
- b. pada dinding dalam ruangan harus terbuat dari bahan penghantar panas

yang baik, sehingga panas didalam ruangan tersebut cepat menyebar secara merata dan pada dinding luarnya harus terbuat dari bahan isolator (penahan panas) sehingga panas didalam pengering tertahan.

- c. bagian-bagian peralatan untuk mencegah karat pada bagian dalam dari pengering hendaknya dilapisi dengan bahan anti karat.
- d. penggunaan batubara hendaknya harus disesuaikan dengan kebutuhan, karena batubara yang terlalu banyak akan menghasilkan panas yang berlebihan dan akan merusak ikan yang akan dikeringkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gioncoli, 2001. *Fisika (edisi 5)*, Erlangga, Surabaya.
- Hartini, Setia, Sri, Ir., 1996. *Pengetahuan Alat Beran dan Mesin Pengelolaan Hasil Pertanian I,II*, Depdikbud, Jakarta.
- Holman, J. P., 1991. *Perpindahan Kalor*, Erlangga, Surabaya.
- Makfoeld, Djarir, Ir., 1995. *Deskripsi Pengelolaan Hasil Nabati*, Depdikbud, Jakarta.
- Pratomo, Mudjijarto, Ir., M.Sc., 1983. *Alat dan Mesin Pertanian*, Depdikbud, Jakarta.
- Purwadi, Tri, Ir., M.eng., 1990. *Mesin dan Peralatan Tani*, UGM, Yogyakarta.
- Sachri, Sobandi, Ir., 1981. *Buku Tabel Ilmu Fisika dan Kimia*, Depdikbud, Jakarta.
- Santoso, Imam, Ir., 1993. *Daftar Analisa Bahan Makanan*, Erlangga, Surabaya.
- Suharto, Ir., 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan, Pineka Cipta*, Jakarta.
- Sularso, Ir., 1983. *Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.