

## Studi Kinerja Rotary Dryer Pakan Ikan B2PTTG – LIPI

Halomoan P. Siregar

Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI  
Jl. Ks. Tubun 5 Subang 41213, Telp. (0260) 411478, Fax. 411239  
E-mail : halomoan2001@yahoo.com

### Abstrak

Dilakukan studi kinerja sistem pengeringan tipe drum (rotary dryer) yang dimiliki oleh B2PTTG LIPI Subang dengan spesifikasi sebagai berikut : penggerak drum terdiri dari motor listrik 1,0 HP, putaran motor 1450 rpm menggunakan speed reducer; sistem pemanas dengan kompor semawar 2 unit berbahan bakar minyak tanah dengan menggunakan heat exchanger (shell and tube); axial blower dari heat exchanger dengan power 320 W, 220 V; kapasitas udara 43 m<sup>3</sup>/min; kecepatan 2800 rpm, tekanan P : 294 Pa (wind pressure), diameter lorong pipa 250 mm; induced blower, tipe crossflow, kapasitas udara hisap 6.0 m<sup>3</sup>/min, power 65 W; estimasi konsumsi bahan bakar menggunakan kompor semawar kurang lebih 5 - 6 liter/jam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data optimal operasi mesin rotary dryer sesuai dengan spesifikasi mesin dengan melakukan studi redesign rotary dryer, sehingga diharapkan operasi pengering dapat memberikan manfaat pada penghematan biaya operasi. Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan metode percobaan try and error proses pengeringan diperoleh kapasitas beban pengeringan produk pelet pakan ikan kurang lebih 150 kg/jam. Kadar air awal pelet 30 – 40 % keluar dari mesin pelletizing masih dalam keadaan basah, langsung dikeringkan ke mesin rotary dryer hingga kadar air mencapai kurang lebih 8,0 – 10 % agar supaya produk pelet tidak mengalami jamur pada proses penyimpanan. Waktu diperlukan produk dari awal masuk drum hingga keluar kurang lebih 5 menit dengan kapasitas 10 – 15 kg. Dalam tulisan ini akan dibahas capaian kinerja operasi mesin pengering rotary dryer dan analisis beban penuh redesign konstruksi rotary dryer.

Kata Kunci : studi, kinerja, pakan ikan, dryer

### Pendahuluan

Rotary dryer termasuk dalam mesin pengering jenis *adiabatic* atau *direct dryer*, yaitu dimana produk yang akan dikeringkan dihadapkan pada aliran gas atau udara panas. Rotary dryer terdiri dari suatu drum silinder memanjang digerakkan berputar pada sumbunya, dimana pada salah satu ujung sisi drum terdapat corong pemasukan produk dan kemudian keluar dari sisi lainnya, dan karena terdapatnya sirip-sirip (flights) di dalam drum yang memberikan efek 'shower' pada produk dan membawa produk bergerak ke arah keluaran yang diakibatkan oleh posisi drum miring ke arah keluaran. Sedangkan arah aliran udara panas pada kasus ini berlawanan dengan arah gerakan produk.

Pada mesin rotary dryer bahwa disamping penyediaan energi panas relatif besar untuk proses pengeringan, maka juga diperlukan daya motor listrik untuk memutar drum pengering serta blower pendorong dan pengisap, sehingga kebutuhan energi untuk jenis pengering ini relatif cukup besar dibandingkan sistem pengeringan jenis rak. Diameter drum x panjang silinder adalah 250 x 2500 mm, dimana bahan dari drum ini terbuat dari *stainless steel* dengan ketebalan 2 mm. Beban berat drum saja sudah cukup besar ditambah lagi laju berat dari produk yang berada dalam drum, sehingga diperlukan suatu kapasitas motor listrik yang memadai dapat memutar drum, dalam hal ini digunakan daya motor 1 HP, 1 fasa. Di dalam drum sendiri beban pengeringan diputar oleh sirip sepanjang drum yang mengangkat produk dari bagian bawah ke bagian atas drum lalu dijatuhkan (*showering*) kembali.

Kinerja proses pengeringan merupakan gambaran tingkat ke-efektif-an suatu desain dan konstruksi peralatan mesin proses. Untuk proses pengeringan, maka nilai angka MER (*moisture extraction rate*, kg/jam) dan SMER (*specific moisture extraction removal*, kg/kWh) adalah indikator ke-efektif-an tersebut, disamping faktor-faktor lainnya seperti kualitas hasil pengeringan, waktu pengeringan, operasi dan sebagainya.

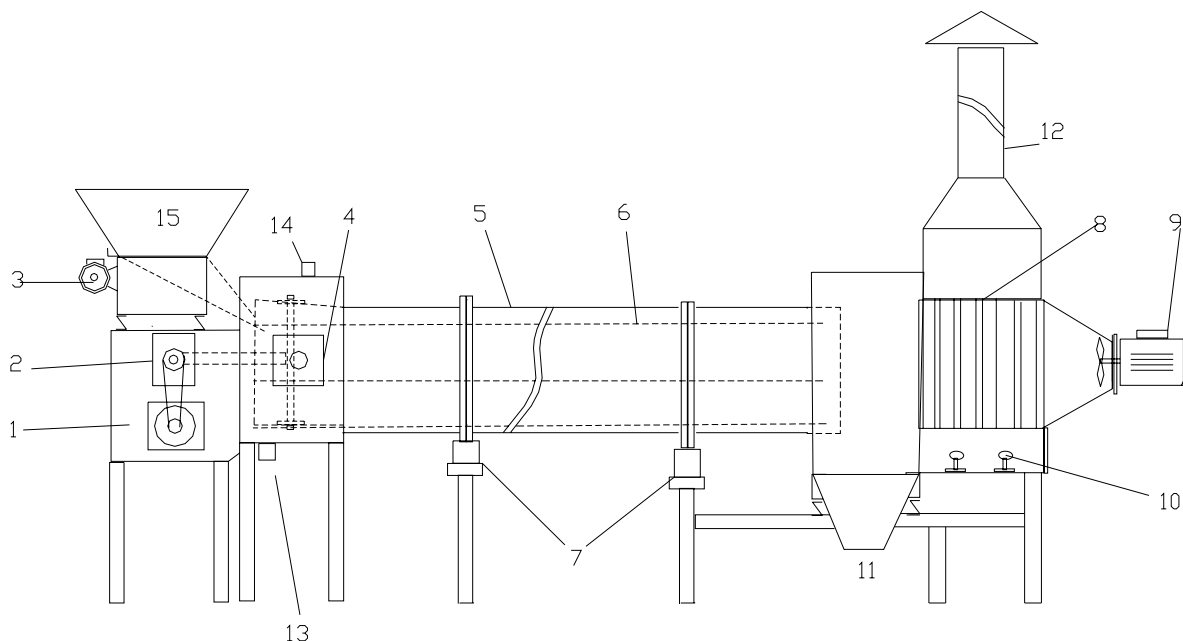
Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data beban optimal kapasitas operasi mesin pengering dengan melakukan studi *redesign* konstruksi mesin pengering jenis *rotary* yang sudah ada, dengan metode studi evaluasi data dan kinerja hasil operasi yang sudah dilakukan. Hasil penelitian operasi *try and error* kapasitas beban pengeringan produk pellet pakan ikan diperoleh kurang lebih 150 kg/jam dengan kadar air awal 30 – 40 % keluar dari mesin *pelletizer* masih dalam keadaan basah, langsung dikeringkan ke mesin *rotary dryer* hingga kadar air mencapai kurang lebih 8,0 – 10 %. Waktu diperlukan produk dari awal masuk *drum* hingga keluar kurang lebih 5 menit dengan kapasitas 10 – 15 kg. Konsumsi bahan bakar menggunakan kompor semawar 2 unit kurang lebih 3 – 5 liter/jam menggunakan alat penukar panas.

## Metodologi

Spesifikasi mesin pengering *rotary* :

- Penggerak drum terdiri dari motor listrik 1,0 HP, 1 fasa, putaran motor 1450 rpm menggunakan *speed reducer* dan putaran *drum* 42 rpm.
- Sistem pemanas dengan kompor semawar 2 unit berbahan bakar minyak tanah dengan menggunakan *heat exchanger (shell and tube)*.
- *Axial blower* dari *heat exchanger* dengan power 320 W, 220 V; kapasitas udara 43 m<sup>3</sup>/min; kecepatan 2800 rpm, tekanan P : 294 Pa (*wind pressure*)
- Diameter lorong pipa 250 mm
- *Induced blower*, tipe *crossflow*, kapasitas udara hisap 6.0 m<sup>3</sup>/min, *power* 65 W.
- Konsumsi bahan bakar minyak tanah menggunakan kompor semawar 2 unit kurang lebih 3 – 5 liter/jam.

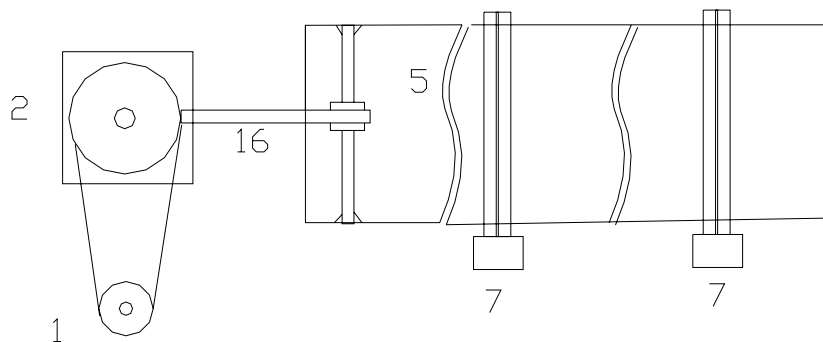
Skema konstruksi mesin pengering *rotary* :



Gambar 1. Skema mesin pengering jenis *rotary*

Keterangan gambar 1 dan 2 :

- |   |   |
|---|---|
| 1. Motor penggerak <i>drum</i>            | 8. <i>Heat exchanger</i>                        |
| 2. Reduktor putaran                       | 9. Motor <i>axial blower heat exchanger</i>     |
| 3. Motor vibrasi                          | 10. Kompor semawar                              |
| 4. Motor <i>exhauster</i> udara pengering | 11. <i>Corong</i> pengeluaran pelet             |
| 5. <i>Drum</i> pengering                  | 12. Cerobong asap                               |
| 6. Plat <i>shower</i>                     | 13. <i>Corong</i> pengeluaran udara pengeringan |
| 7. Bantalan <i>drum</i>                   | 14. Katup pemasukan udara                       |
|   | 15. <i>Corong</i> pemasukan pelet               |
|   | 16. Poros penggerak <i>drum</i>                 |



Gambar 2. Skema sistem penggerak *drum* mesin pengering

Beberapa parameter utama mesin *rotary*

Beban motor penggerak mesin *rotary* : berat total massa *drum* silinder (M) ditambah dengan beban perencanaan produk pelet (m) dengan putaran *drum* 42 rpm.

Pendekatan daya diperlukan motor penggerak *drum* :

$$P = \frac{1}{2} \frac{(M + m)R^2}{\eta_m} \omega^2 \quad (1)$$

Suplai energi panas :

$$Q = \frac{E_B}{t_{dr}} \quad (2)$$

Jumlah massa air yang diuapkan :

$$m_w = m_s (X_i - X_f) \quad (3)$$

Beban produk :

$$m_B = m' \cdot t_{dr} \quad (4)$$

$$MER = \frac{\text{Jumlah..kandungan..air..diuapkan}}{\text{Lama..proses..pengeringan}} = \frac{m_s (X_i - X_f)}{t_{dr}} \quad (5)$$

$$SMER = \frac{\text{Jumlah..kandungan..air..diuapkan}}{\text{Jumlah..energi..disuplai}} = \frac{m_s (X_i - X_f)}{Q} \quad (6)$$

Bidang pemanas (heating surface), F dari *heat exchanger* :

Luasan bidang pemanas diperlukan dapat didekati dengan hubungan persamaan berikut,

$$Q = C.F \left[ \left( \frac{T_{fire}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{pipe}}{100} \right)^4 \right] \quad (7)$$

Dimana , C : konstanta Stephan-Boltzmann = 16,75 kJ/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>  
 T<sub>fire</sub> : temperatur ruang bakar, °C  
 T<sub>pipe</sub> : temperatur pipa C, dengan asumsi perbedaan temperatur antara gas asap di dalam pipa dengan dinding pipa adalah 100 - 200 °C.

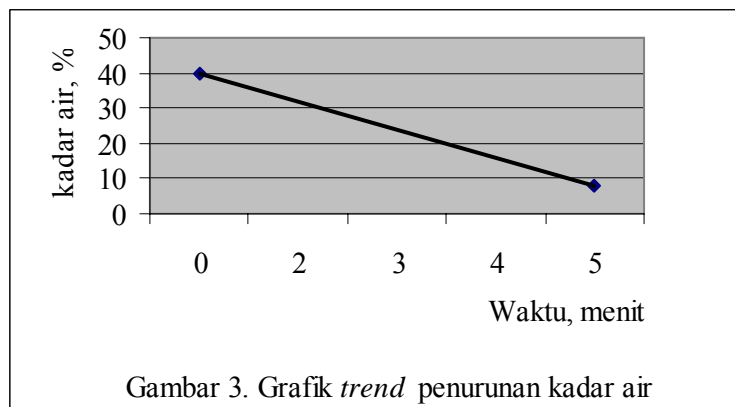
### Hasil dan Pembahasan

Data hasil percobaan (*trial and error*) pada table I sebagai berikut :

Tabel I. Data hasil uji coba pengeringan

No.	Parameter uji coba	Besaran
1	Kapasitas pengeringan, kg/jam	120 - 150
2	Kadar air awal pellet, %	40
3	Kadar air akhir, %	8 - 10
4	Suplai energi pemanasan, kJ/jam	250.000
5	Temperatur udara pengeringan, °C	60 - 70
6	Temperature ruang pembakaran, °C	600 - 650
7	Temperature gas asap pada cerobong, °C	370 - 395
8	Berat <i>drum</i> pengeringan, kg	150
9	MER, kg/jam	48
10	SMER, kg/kWh	0,8

Diagram *trend* penurunan kadar air proses pengeringan pelet ikan sebagai berikut (gambar 3),



Hasil percobaan *try and error rotary dryer* diperoleh kapasitas pengeringan kurang lebih 150 kg/jam. Dan diagram penurunan kadar air pelet ikan seperti pada gambar 3, pada laju pelet 10 – 15 kg/menit., diperoleh angka MER : 48 kg/jam dan diperoleh estimasi angka SMER : 0,8 kg/kWh. Apabila terminologi efisiensi digunakan yaitu rasio jumlah energi panas riil dibutuhkan terhadap suplai energi panas bahan bakar minyak tanah, dengan asumsi efisiensi perpindahan panas pada *heat exchanger* 80 %, maka angka efisiensi,  $\eta_t$  kurang lebih 46 %. Efisiensi energi pengeringan jenis konvensional ini umumnya relatif rendah dibawah 50 %, bahkan dapat mencapai 10 – 20 % (Energy Group, New Zealand, 2001) dan untuk *rotary dryer*, efisiensi energi 40 – 70 % (Mujumdar, 1995). Sedangkan angka SMER untuk jenis pengeringan konvensional 0,25 – 2,0 kg/kWh.

Diketahui dari konsumsi bahan bakar bahwa kapasitas suplai pemanasan adalah 250.000 kJ/jam. Estimasi berat *drum* dimana terdiri dari pelat *stainless steel* tebal 2 mm dengan ukuran kurang lebih 3,59 x 0,785 m<sup>2</sup> dimana berat pelat per m<sup>2</sup> adalah 15,72 kg ditambah landasan *rol* dari *drum* dan sirip

*shower*, maka berat total *drum* 150 kg dan ditambahkan dengan beban pelet menjadi 300 kg. Teoritis daya dibutuhkan sebagai penggerak *drum* apabila dimasukkan pada persamaan (1) dengan mempertimbangkan gesekan pada 4 buah landasan roller diatas adalah 1,25 HP, sedangkan diketahui bahwa penggerak *drum* yang digunakan adalah 1HP, maka karena itu kapasitas beban pengeringan adalah harus kurang dari 150 kg/jam dan oleh karena itu pada kondisi sekarang ini operasi mesin pengering yang sebenarnya adalah 100 – 120 kg/jam. Untuk meningkatkan beban pengeringan, maka motor listrik penggerak *drum* harus ditingkatkan dan sekaligus masih dapat meningkatkan efisiensi termal, MER dan SMER pada kondisi laju dan temperatur udara pengeringan tetap.

Temperatur gas asap keluar cerobong dari hasil pengukuran antara 370 - 395 °C dan temperatur di ruang pembakaran 600 - 650 °C sedangkan temperatur udara pengeringan dihasilkan 65 – 70 °C. Temperatur gas asap pada cerobong masih terlalu tinggi, penyerapan energi panas pada *heat exchanger* belum optimal, maka asumsi efisiensi penyerapan pada perhitungan diatas masih terlalu tinggi dan karena itu efisiensi termal yang sebenarnya akan lebih rendah. Oleh karena itu komponen unit *heat exchanger* jenis *shell and tube* masih dapat dimodifikasi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi termal. Atau perlu dilakukan kajian optimasi antara beberapa parameter kinerja pengeringan seperti laju suplai energi panas, beban pengeringan dan parameter unit *heat exchanger*.



Gambar 4. Foto konstruksi mesin pengering jenis *rotary*

### Kesimpulan

Telah dilakukan studi kinerja dari mesin pengeringan jenis *rotary*, dan dari hasil pengujian yang dilakukan, bahwa kapasitas operasi beban pengeringan sebenarnya pada kondisi desain mesin adalah kurang lebih 100 kg/jam. Kinerja mesin pengering masih relatif rendah, dan masih dapat ditingkatkan dengan melakukan optimasi parameter proses pengeringan dengan parameter desain konstruksi mesin.

### Notasi

P	Daya motor listrik	[HP]
M	Berat massa <i>drum</i> berputar	[kg]
m	Berat beban pelet	[kg]
R	Radius <i>drum</i>	[m]
$\omega$	Kecepatan sudut <i>drum</i>	[rad/detik]
$\eta_m$	Efisiensi mekanis	[-]
Q	Laju energi panas	[kJ/jam]
$E_B$	Energi panas bahan bakar	[kJ]
$t_{dr}$	Lama pengeringan	[jam]
$m_w$	Massa air yang diuapkan	[kg/jam]
$m_s$	Massa padat pelet	[kg/jam]

$X_i$	Kadar air awal	[%]
$X_f$	Kadar air akhir	[%]
$m_B$	Massa pelet yang dikeringkan	[kg/jam, kg/menit]
$m'$	Laju pengeringan ( <i>solid basis</i> )	[kg/jam]

### Daftra Pustaka

1. Arbeitsgemeinschaft für Entwicklungsplanung (AE), (.....), *Devices for Food Drying*, deutsches Zentrum für Entwicklungs-technologien - GATE.
2. Avallone E.A., Theodore Baumeister III, 1997, Marks' *Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Mc. Graw Hill, Tenth Edition, International Edition, New York.
3. Djokosetyardjo, M.J. Ir., *Ketel Uap*, Jilid I dan II, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta 1999.
4. Energy Group Ltd, 2001, [http://www.eqlnet.com/energy\\_research/heat\\_pump\\_programme.html](http://www.eqlnet.com/energy_research/heat_pump_programme.html), New Zealand.
5. Fellows P.J., 1990, *Food Processing Technology*, Ellis Horwood, New York.
6. McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriott, P., (1993), *Unit Operations of Chemical Engineering*, Mc. Graw Hill International Edition, Fifth Edition, New York, p767 – 809.
7. Mikheyev, M., (.....), *Fundamentals of Heat Transfer*, Peace Publishers, Moscow.
8. Mujumdar A.S., (Editor), 1995, *Handbook of Industrial Drying*, 2<sup>nd</sup> Edition, Marcel Dekker, New York.
9. Siregar, H.P., Triyono, A., Sukirno, (1997), Rancangan dan Uji Coba Pengering Ikan Asin untuk Industri Rumah Tangga, *Prosiding Seminar Nasional Fisika Terapan dan Lingkungan*, Puslitbang Fisika Terapan -LIPI, Puspiptek, Serpong.
10. Siregar, H.P., Salim T., Abbas A., 2000, Rancangan Alat Pengering Daun Nilam, *Prosiding Seminar Nasional II Teknologi Tepat Guna*, Universitas Pajajaran - UPT-Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna –LIPI dan Perteta Cabang Bandung, Bandung.
11. Siregar, H.P., Salim T., 2002, Uji Coba Pengeringan Daun Nilam, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna, Perteta -*, Jakarta.