

DESAIN DAN UJI EXPERIMENTAL PENGERING KAKAO SISTIM KONTINYU

Suryanto¹⁾, Abdul Rahman²⁾ dan Andarias Pangkung³⁾
^{1,2,3)}Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri ujung Pandang

ABSTRACT

The objective of this research is to design and test a prototype of continuous dryer system, which uses a combination of tray and screw type. Combining the two types in a dryer system is intended to use energy more efficiently and produce more homogeneous drying quality. The study includes the design, and experimental testing of the continuous drying machine. Standard drying results are designed to meet the specifications of the Indonesian National Standard (SNI) for the needs of export cocoa beans that is a percentage of water content ranges from 7 to 9 percent with the levels of fungi (2 to 4) percent and the impurities entrained maximum of 2 percent. Capacity products designed machine can produce 60 kg/hour. The analysis has been carried out at the design stage which includes dimension, model, engine components and materials related to the production capacity, energy efficiency and quality parameters cocoa products as required. Design of the dryer must be able to work continuously and reliably to produce products that meet the specifications for export. The system for the distribution of raw materials and hot gases need to be controlled on an ongoing basis. Parameters monitored and controlled are the temperature of the hot gas, medium temperature drying chamber and mass flow rate as well as the water content of the cocoa bean. Required controller that can respond and give feedback more quickly and accurately to ensure the system is working according to design plans. Test experiments showed that the capacity of the machine is in conformity with design (60 kg/hr), but the target dryness level of cocoa beans produced around 12%, still above the export standards. The percentage contents of fungi after the drying process meet the export standards 2 to 4%.

Keywords: experimental testing, cocoa beans, continuous system dryer, tray dryer, screw dryer, water content

PENDAHULUAN

Secara khusus tujuan penelitian ini adalah merancang bangun dan menguji suatu prototype pengering sistim kontinyu gabungan tipe tray dan screw. Kapasitas desain mesin direncanakan 60 kg/jam yang dapat diterapkan untuk pengering coklat untuk memenuhi standard ekspor (tingkat kekeringan, kadar jamur dan kotoran) dengan tingkat penggunaan energi yang efisien.

Kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini akan berdampak pada peningkatan kualitas produksi coklat paska panen yakni pengeringan yang memenuhi standard ekspor sehingga akan meningkatkan nilai jual yang lebih baik. Hal ini akan meningkatkan pendapatan para petani dan pengusaha dibidang coklat dan pada akhirnya akan meningkatkan perekonomian daerah khususnya dan nasional secara umum. Selain itu diharapkan dari penelitian ini diperoleh hak patent untuk mesin pengering sistim kontinyu hasil berupa biji-bijian hasil perkebunan dan atau pertanian.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian dan Peralatan Pendukung

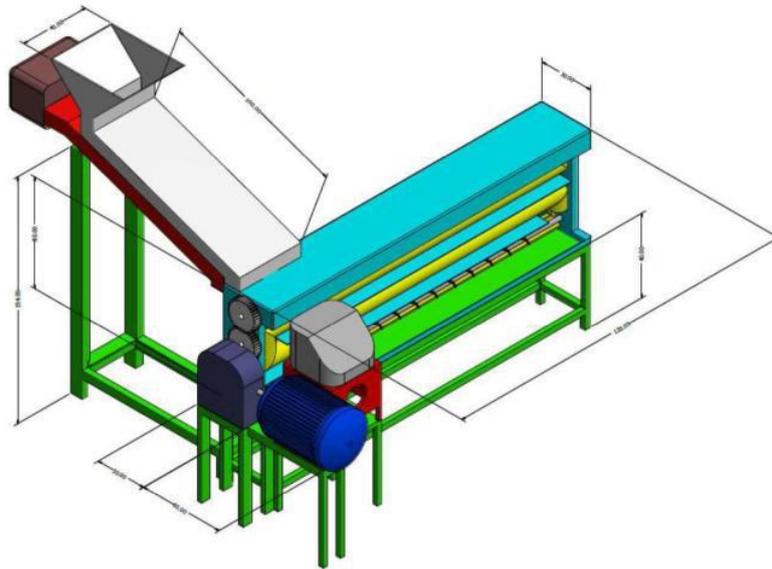
Lokasi penelitian untuk proses desain dan manufaktur serta uji eksperimental mesin dilakukan di Politeknik Negeri Ujung khususnya di bengkel Jurusan Teknik Mesin dan Laboratorium Teknik Kimia dan Energi. Bahan yang akan dikeringkan yakni biji coklat yang masih mengandung air diatas 10 sampai dengan 30 persen dapat diperoleh dari beberapa kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Untuk kegiatan perancangan dan drafting digunakan software AUTOCAD. Sedang untuk proses manufacturing komponen mesin dan assembly menggunakan peralatan standar permesinan. Peralatan ukur untuk mengukur temperature menggunakan sistim data akusisi dan untuk mengukur kadar air digunakan jenis Grain moisture meter MC-7828G. Rencana penelitian berlanjut 2 tahun, dimana untuk kegiatan tahap pertama (tahun 1), dimulai sejak Maret 2016 dan direncanakan akan selesai pada November 2016. Tahapan kedua kegiatan penelitian akan dilakukan pada tahun 2017.

B. Tahapan penelitian

Kegiatan penelitian meliputi; *design engineering, manufacturing, assembly*, pengujian kinerja alat, pengujian kualitas produk dan analisis hasil. Dasar desain engineering mengacu pada target yang ingin dicapai yakni kapasitas produksi pengering 60 kg/jam dan dapat menurunkan kadar air biji coklat yang masih mengandung air diatas 20 % ketinggian yang memenuhi standar ekspor (kadar air antara 7,0 – 9,0 %).

Karena mesin pengering yang dibangun adalah sistim kontinyu, maka perlu dilakukan pengaturan kecepatan putaran *screw* pembawa material, kontrol *feeding* material yang masuk ke dalam tray dan silinder *screw* serta kontrol suplai sumber panas (*heating resource*). Diperlukan beberapa sensor seperti sensor

temperature dan sensor putaran yang akan dipasang pada tempat sesuai fungsinya. Sinyal sensor akan dikirim ke suatu mikroprocessor sebagai *feedback* untuk mengatur aktuator seperti motor penggerak, *burner*, fan (induced draft fan), *throttle* untuk pengatur flow gas panas dan *throttle* pengatur *feeder* bahan baku.

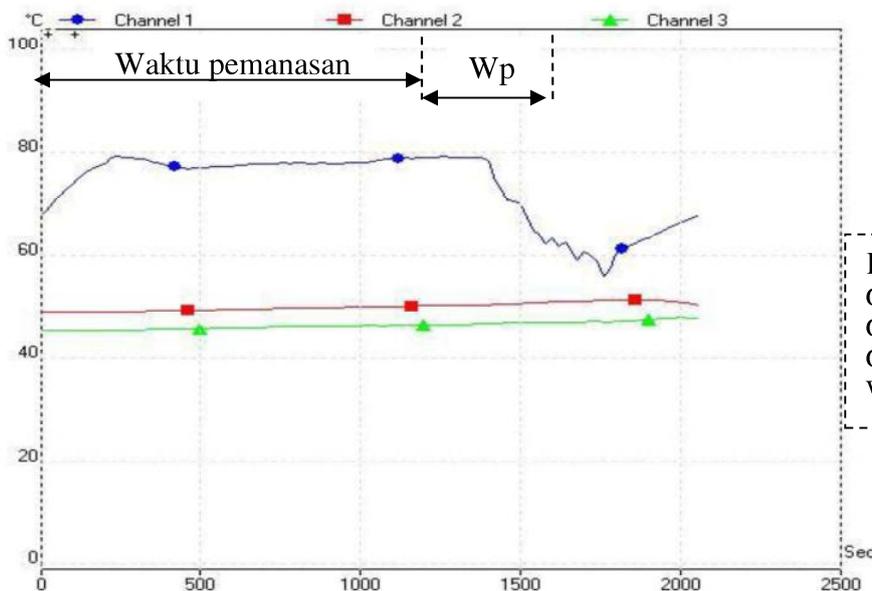


Gambar 1. Prototipe mesin pengering sistim kontinyu gabungan tipe tray dan screw

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Data Pengujian

No.	Massa (Kg)		Waktu (min)	Kadar Air (%)		Putaran (rpm)	Massa bahanbakar rata – rata	
	Sebelum	Sesudah	Feeding	Sebelum	Sesudah		Sebelum	Sesudah
1	5,0	4,6	5,0	24,95	12	14,5	21,40	21,18
2	5,0	4,74	5,1	25,4	13,3		21,18	21,04
3	5,0	4,58	5,1	25,4	11,9		21,04	20,88
4	5,0	4,52	5,0	25,1	11,2		20,88	20,76
5	5,0	4,50	5,1	25,2	12,2		20,76	20,50



Keterangan:
 Channel 1, Temperatur silinder screw 1
 Channel 2, Temperatur silinder screw 2
 Channel 3, Temperatur silinder screw 3
 Wp = Waktu pengujian untuk sample 1

Gambar 2. Distribusi Panas di dalam Silinder Poros Screw

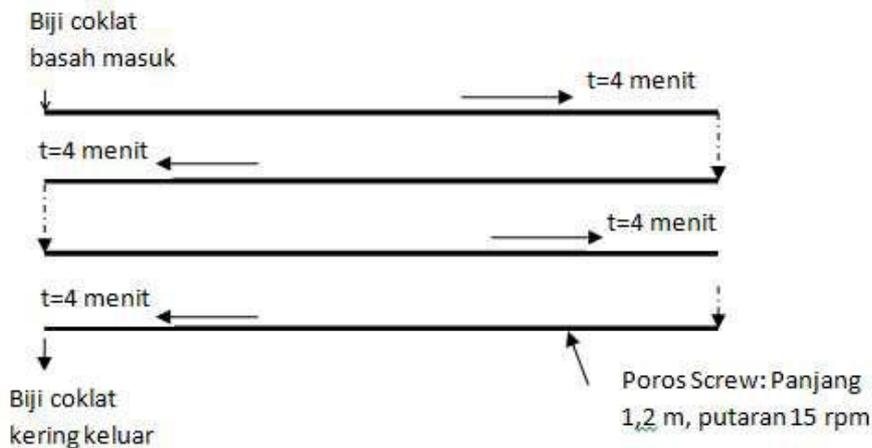


Gambar 3. Biji Coklat (kakao) sebelum dan sesudah dikeringkan dengan menggunakan mesin pengering sistim kontinyu.

Pembahasan hasil pengujian

a. Analisis awal untuk mengetahui karakteristik coklat pada saat dikeringkan. Tahapan ini dilakukan untuk melihat laju penguapan air yang terkandung dalam biji coklat yang masih mengandung air sampai dengan 25 %. Proses pengeringan biji coklat dilakukan pada suatu oven pemanas yang temperaturnya disetting pada kondisi max 80 °C. Dikondisikan biji coklat mendapat pemanasan dari arah tiga dimensi, baik dari samping atas maupun dari bawa. Pada setiap 10 menit dilakukan pengukuran penurunan kadar air biji coklat. Dari proses pengujian ini didapatkan hasil sebagai berikut. Untuk setiap penurunan kadar air 1 % dalam biji coklat dibutuhkan waktu rata-rata 1 menit. Jadi untuk menurunkan kadar air biji coklat dari 25 % ke angka 8 % dibutuhkan waktu pengeringan kurang lebih 17 menit (=17% x 1 menit/1%). Data ini digunakan untuk mendesain panjang keseluruhan poros screw yang diperlukan dan besarnya putaran poros screw. Pada sistim pengeringan gabungan *type tray* dan *type screw*, maka pemanasan awal dilakukan pada *type tray*, kemudian dilanjutkan pada *type screw*. Pemanasan awal pada tray diasumsikan hanya akan menurunkan kadar air maksimal 10 % dari total. Atau hanya akan mengurangi kurang lebih 1,7 menit dari total waktu pengeringan. Sisanya waktu 15 menit pengeringan akan dilakukan dalam silinder screw. Jadi material coklat harus bergerak dalam silinder screw selama 15 menit untuk menjamin pengeringan berlanjut secara kontinyu. Untuk menjaga struktur biji coklat tidak banyak berubah, maka temperatur pengering disetting maksimal 80 °C. Jika silinder screw dibuat 4 buah, maka untuk setiap silinder screw biji coklat akan bergerak didalamnya selama 4,0 menit (16 menit/4).

Data tersebut digunakan untuk mendesain jumlah screw pada poros dan besarnya putaran poros screw. Putaran poros screw akan dikontrol pada putaran rendah untuk menjamin biji coklat bergerak perlahan sehingga proses pengeringan dapat berlangsung selama 16 menit. Dari dasar kondisi tersebut maka, putaran poros screw 15 putaran permenit (rpm), desain panjang poros screw 1,2 meter dan jarak antar screw yang terpasang pada poros adalah 2 cm. Jumlah screw pada setiap poros 60 buah. Jadi untuk setiap poros screw biji coklat akan mengalami pemanasan selama kurang lebih 4 menit. Poros screw ada 4 buah maka total waktu yang dibutuhkan material yang dikeringkan (misalnya biji coklat) untuk menjalani ke empat poros screw tersebut adalah 16 menit. Diagram alir material biji coklat pada mesin dapat diilustrasikan seperti pada Gambar berikut.



Gambar 4. Waktu tinggal (*resident time*) biji coklat dalam mesin pengering fungsi dari panjang poros screw, jumlah screw dan besarnya putaran poros.

b. Kapasitas Pengeringan

Kapasitas mesin dihitung sebagai berikut:

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1, kapasitas dihitung dengan persamaan $Q = \text{Massa/waktu feeding}$. Jadi $Q = 5 \text{ kg}/5,0 \text{ menit}$, atau $Q = 60 \text{ kg/jam}$.

Nilai ini sesuai dengan kapasitas rencana yakni 60 kg/jam.

c. Kadar air

Kadar air yang dapat diturunkan masih di atas desain yakni masih sekitar 12 % Tabel 1, sementara target sekitar 7-9 %. Untuk mencapai tersebut maka mesin perlu modifikasi yakni dan memperpanjang poros screw sehingga resident time (waktu pengeringan bertambah). Cara yang mudah adalah memperlambat putaran screw dari angka 15 rpm menjadi 7,5 rpm namun dampaknya akan menurunkan kapasitas pengeringan.

d. Perhitungan konsumsi bahan bakar rata-rata

Massa bahan bakar gas tersebut adalah 21,52 kg masuk tabung, massa sesudah adalah 21,40 Kg, dan waktu feeding rata – rata adalah 5,0 menit (300 detik). Laju aliran bahan bakar (\dot{m}) dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\dot{m} = \frac{\text{selisih pengurangan massa bahan bakar}}{\text{waktu feeding rata-rata}}$$

Selisih pengurangan massa bahan bakar = 21,52 Kg – 21,40 Kg, => 0,12 kg

Waktu rata-rata feeding, 460 detik.

$$= 0,12 \text{ kg}/300 \text{ det} \Rightarrow 0,00026 \text{ Kg/det}$$

e. Distribusi panas di dalam Silinder Poros Screw

Gambar 2 menunjukkan distribusi panas yang terjadi di dalam silinder 1, 2 dan 3 (silinder 4 tidak terdapat sensor temperature). Pada silinder 1 merupakan silinder pada row atas yang pertama dikenai oleh aliran gas panas. Adapun silinder 2,3 dan 4 adalah silinder yang dialiri gas panas berikutnya sebelum dialirkan ke tray kemudian dibuang kecerobong. Terdapat perbedaan temperatur yang masih cukup besar antara temperature di dalam silinder 1 dengan silinder 2 atau silinder 3. Hal tersebut kemungkinan disebabkan aliran gas panas yang belum optimal yang mengalir aliran ruang gas panas karena kapasitas design induced fan yang rendah. Selain itu beberapa kerugian panas terjadi pada bagian casing walaupun sudah disolasi.

f. Perhitungan efisiensi mesin pengering

Berdasarkan data pada hasil analisa diketahui bahwa besar penurunan massa adalah 0,6 kg, selisih pengurangan bahan bakar adalah 0,12 kg, waktu *feeding* adalah 300 detik (5,0 menit). dan diketahui pula nilai kalor bahan bakar gas (NKbb) adalah 46.100 kJ/kg, nilai C_p air adalah 4,2 kJ/kg dan temperatur rata – rata pada material sebelum dikeringkan adalah 30 °C, maka efisiensi pengering dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{in} &= \text{Selisih pengurangan bahan bakar} \times \text{NKbb} \\ &= 0,12 \text{ Kg} \times 46100 \text{ kJ/kg} \\ &= 720 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Dari tabel grafik temperature diperoleh temperatur rata-rata dalam silinder adalah 60 °C, sementara temperature material masuk adalah 30 °C, atau $dT = (70 - 30) \text{ }^\circ\text{C}$. Jadi $dT = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Jumlah kalor yang diserap untuk pengering biji coklat dihitung dengan persamaan,

$$\begin{aligned} Q_{out} &= \dot{m}_{air} \times C_p \times dT \\ &= 0,6 \text{ kg} \times 4,2 \text{ kJ/kg }^\circ\text{C} \times 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 100,8 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Efisiensi sistim (η) adalah:

$$\begin{aligned} (\eta) &= \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100 \% \\ &= (100,8/720) \times 100 \% , = 14 \% \end{aligned}$$

Efisiensi relative kecil, sehingga perlu perbaikan pada sistim saluran gas panas dan sistim isolasi.

KESIMPULAN

Setelah uji eksperimen dilakukan sebagai usaha validasi terhadap desain, maka disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Desain prototipe mesin pengering sistim kontinyu masih perlu modifikasi dalam hal desain, terutama dalam hal pencapaian target pengeringan sesuai standar. Perlu dilakukan modifikasi terutama untuk menambah resident time dengan cara menambah panjang poros screw dan jumlah screw serta menurunkan putaran poros screw. Selain itu control feeding masih perlu penyempurnaan untuk meningkatkan laju bahan baku berjalan pada kondisi optimal.

- Sumber panas diperoleh dari gas pada pengujian diperoleh efisiensi sistim masih rendah, dimungkinkan untuk merubah desain saluran gas panas dan isolasi. Untuk menyesuaikan dengan kondisi dilapangan modifikasi burner perlu dilakukan untuk penggunaan bahan bakar biomassa yang relative lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. 2008. *Kualitas Kakao*, Askindo Provinsi Lampung.
- Dumadi S. R. 2011. *The Moisture Content Increase of Dried Cocoa Beans During Storage at Room Temperature*, Journal JITE Vol. 1 No. 12 Edisi Februari: 45-54.
- Keey, R.B.1978. *Introduction to Industrial Drying Operations*,1st ed., Pergamon Press(chap 2). New York, USA
- Kessler, H.G.1981. *Food Engineering and Dairy Technology*. Kessler. Corp.(chaps.8–10) Germany.
- Mujamdar Arun. 2006. *The Handbook of Industrial Drying*.Taylor & Francis Group.USA
- Williams-Gardner.1971. A., *Industrial Drying*, Leonard Hill (chaps. 2–4). London, UK.
- Weast, R.C.1973. *CRC Handbook of Physics and Chemistry*. CRC Press (Section D, 53th. ed) .Cleveland, USA.