

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGERING (DRYER) PRODUK PERKEBUNAN DAN PERTANIAN

Muhammad Razy .A
Jurusan Teknik Mesin, Polyteknik Negeri Lhookseumawe
Email: Razi_ahazy@yahoo.com

Pengering produk pertanian dan perkebunan sistem konveksi paksa adalah salah satu teknologi tepat guna yang berfungsi untuk mengeringkan produk-produk pertanian dan perkebunan dengan menggunakan sistem konveksi paksa. Alat pengering ini merupakan solusi untuk mendapatkan hasil dari produk yang lebih baik bila dibandingkan dengan pengeringan secara tradisional (dijemur dibawah sinar matahari langsung). Alat pengering sistem konveksi paksa terbagi dalam 3 (tiga) bagian, yaitu: Ruang Bakar yang terbuat dari pelat galvanis ketebalan 5 mm yang dilintasi oleh pipa pemanas yang berfungsi sebagai tempat untuk memanaskan udara, Ruang Pengereng sebagai tempat untuk menaruh produk yang akan dikeringkan, dan Blower yang berfungsi untuk meniup udara ke dalam pipa pemanas. Didalam ruang Pengereng terdapat 5 (lima) rak pengering yang berfungsi sebagai tempat untuk menaruh produk yang akan dikeringkan, dan di dalam Ruang Pengereng terdapat sirip-sirip yang berfungsi untuk mengalirkan udara panas sehingga terdistribusi ke setiap rak pengering. Hasil pengujian kelayakan alat pengering ini didapat suhu rata-rata sebesar 53,94 °C dengan menggunakan 30 kg bahan bakar dalam waktu 2,5 jam.

Kata Kunci :Tanur, Ruang Pengereng, Distribusi, Sistem Konveksi Paksa,Tray, Galvanis, Aluminium voil.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian dan perkebunan merupakan motor penggerak perekonomian masyarakat Aceh. Potensi pertanian di Aceh sangat besar. Luas panen dan produksi padinya terus meningkat dari 295.212 ha pada 2001 menjadi 337.893 ha (14,46%) pada 2005 dengan produksi sebanyak 1.246.612 ton pada 2001, meningkat menjadi 1.411.649 ton atau naik 13,24% pada 2005. Produksi kacang tanah, jagung/ kedele dan ubi kayu/ ubi jalar juga meningkat. Luas panen dan produksi kacang tanah mengalami penurunan dari 14.239 ha dan 16.887 ton pada 2003 menjadi 12.984 ha dan 15.598 ton pada 2005, sementara untuk jagung dari 25.188 ha dan 67.386 ton pada 2003 meningkat jadi 29.517 ha dan 94.246 ton. Ada pun luas lahan dan produksi ubi kayu mencapai 6.098 ha dan 75.286 ton pada 2003 meningkat menjadi 4.316 ha dan 53.424 ton pada 2005. Sedangkan kedelei dengan luas panen 14.519 ha dan produksi 18.697 ton mengalami peningkatan luas panen 24.186 ha dan produksi 31.167 ton tahun 2005.

Dari berbagai produk pertanian dan perkebunan yang dihasilkan oleh provinsi Aceh , masyarakat umumnya mengalami masalah dalam hal penjualan terhadap produk – produk perkebunan

dan pertanian, hal ini dikarenakan masih tingginya kandungan kadar air dalam berbagai produk pertanian dan perkebunan yang dihasilkan masyarakat , oleh karena itu perlu dipikirkan suatu metode pengeringan produk yang lebih efektif dan mudah dioperasikan untuk membantu petani – petani dalam meningkatkan kualitas produksinya, sehingga bisa meningkatkan taraf hidup mereka.

TEORI DASAR

Proses Pengeringan

Pengeringan didefinisikan sebagai sebuah operasi pemisahan liquid/ solid yang dikerjakan dengan memberikan pemanasan, pemisahan dihasilkan dengan menguapkan liquid. Meskipun dalam sebagian besar kasus, air merupakan liquid yang dipindahkan, pengeringan didefinisikan secara luas termasuk juga pengeringan terhadap produk makanan, garam dan pemindahan kelompok hydroxyl dari molekul organik.

Dalam proses pengeringan diperlukan proses pemanasan, perpindahan panas didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah kedaerah lainnya sebagai akibat perbendaan suhu antara satu daerah dengan daerah lainnya, aliran panas merupakan kombinasi dari berbagai hukum



fisika yang tidak saling bergantung [4]. Pada dasarnya ada tiga mekanisme perpindahan panas yang umumnya dikenal, yaitu secara konduksi, konveksi dan secara radiasi, adapun ketiga mekanisme perpindahan panas dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam satu medium (padat, cair atau gas). Dalam aliran panas konduksi , perpindahan energi terjadi karena hubungan molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Menurut teori kinetic, suhu elemen suatu zat sebanding dengan energi kinetic rata-rata molekul-molekul yang membentuk elemen tersebut. Hubungan dasar untuk perpindahan panas secara konduksi dikemukakan oleh J.B.J Fourier, pada tahun 1882 [4]. hubungan ini menyatakan bahwa q_k , laju aliran panas secara konduksi dalam suatu bahan, sama dengan hasil kali dari tiga buah besaran yang dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \tag{1.1}$$

Dimana q_k dinyatakan sebagai laju aliran panas (Btu / h), Luas A dalam ft^2 dan gradient suhu dT / dx dalam F/ft . konduktivitas termal adalah sifat bahan dan menunjukkan jumlah panas yang mengalir melintasi satu satuan luas jika gradient suhunya satu.

2. Konveksi

Konveksi merupakan proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cair atau gas.

Laju perpindahan secara konveksi antara suatu permukaan dan suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan .

$$q_c = \bar{h} A \Delta T \tag{1.2}$$

Dimana q_c = laju perpindahan panas dengan cara konveksi , Btu / h

A = Luas Perpindahan panas , ft^2

ΔT = Beda antara suhu permukaan T_s dan suhu fluida T_∞ dilokasi yang ditentukan , F

\bar{h}_c = Permukaan perpindahan panas atau koefesien perpindahan panas konveksi , Btu / $h ft^2 F$.

Koefesien perpindahan panas dibedakan menjadi dua jenis yaitu koefesien perpindahan panas konveksi local dan rata-rata. Koefesien local h_c didefinisikan dengan

$$dq_c = h_c dA (T_s - T_\infty) \tag{1.3}$$

Sedangkan koefesien rata – rata \bar{h}_c dapat didefinisikan sebagai fungsi dari harga local dengan persamaan.

$$\bar{h}_c = \frac{1}{A} \iint h_c dA \tag{1.4}$$

3. Radiasi

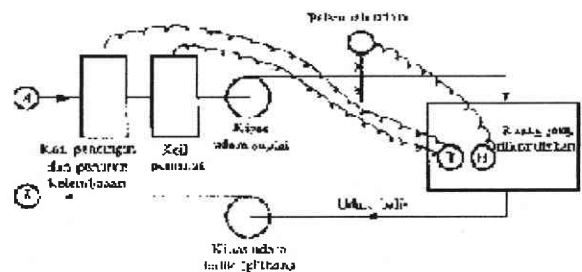
Laju perpindahan panas secara radiasi diberikan dengan persamaan berikut ini

$$q_r = \sigma A_1 (T_1^4 - T_2^4) \tag{1.5}$$

Dimana q_r , laju perpindahan panas secara radiasi dalam Btu / h, A_1 luas permukaan ft^2 , T_1 suhu permukaan dalam derajat Rankine (R) dan σ konstanta Stefan – Boltzman sebesar $0,1714 \times 10^{-8}$ Btu / $h ft^2 R^4$.

Sistem Pengkondisian Udara

Sistem pengkondisian udara dipilih sistem zona tunggal klasik, sistem ini didasarkan dimana elemen sistem pengkondisian udara dengan pemanasan (dan juga pelembaban udara) di tunjukkan pada gambar (1) sistem ini mengatur laju aliran udara ventilasi dari luar ruangan (udara mengalir dari alam bebas) melalui blower / kipas yang dipasang pada dapur pemanas (heater) , koil pemanas dan pelembab udara menuju ke ruang yang dikondisikan.



Gambar 1. Suatu system daerah tunggal

Dalam jalur udara balik seringkali dipasang sebuah kipas untuk menghindari tekanan udara luar berlebihan didalam ruangan yang dikondisikan relative dengan tekanan udara luar. Pengaturan suhu dilakukan oleh sebuah thermostat yang mengendalikan koil pemanas,

kelembaban udara diatur oleh sebuah *humidistat* yang mengendalikan pelembab udara (*humidifier*). Gambar (2) menunjukkan proses pemanasan dan pelembaban udara pada titik A yang bersuhu rendah di panaskan dalam koil pemanas dan dilembabkan dengan cara mengalirkan udara kering dari alam bebas melalui pipa yang dipanaskan dengan koil pemanas dan udara kering tersebut di pindahkan oleh blower.

Penyimpanan Air dalam produk Pertanian dan perkebunan

Wujud penyimpanan air

Salah satu sifat terpenting bahan biologis adalah kandungan air (lengas) , yang sangat mempengaruhi sifat-sifat fisik-mekaniknya. Kemampuan simpan (*storeability*) beberapa produk tertentu sangat dipengaruhi oleh kadar airnya. Agar tidak terjadi kerusakan maka lengas yang berlebih harus dikeluarkan, secara alami atau dengan pengeringan, terlebih dahulu sebelum penyimpanan. Kadar air biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase kandungan air relatif terhadap basis basah atau basis kering. Air disimpan oleh bahan biologis dengan dua cara: oleh molekul dan oleh adsorpsi kapiler. Selama adsorpsi molekuler, molekul-molekul air diadsorpsi sangat dekat pada dinding-dinding sel, dan menempel dengan suatu gaya tarik pada permukaan-permukaan molekul. Gaya tarik yang bekerja pada lapis pertama molekul-molekul air adalah yang terbesar, dan semakin menurun terhadap pertambahan lapisan. Medan gaya-gaya molekuler memegang molekul-molekul air dengan suatu tekanan yang besarnya proporsional dengan gaya tarik, dengan jalan mana kerapatan air meningkat dan tekanan akan terbentuk atau muncul dalam sistem. Selanjutnya volume produk meningkat (membengkak) oleh adsorpsi air , tetapi dengan suatu nilai yang sedikit lebih kecil dari jumlah volume air ditambah volume mutlak bahan karena pengaruh gaya tarik terhadap air. Adsorpsi molekuler diikuti oleh timbulnya panas, dengan nilai antara 840-1680 kJ kg⁻¹ air (240-400 kcal kg⁻¹). Sifat-sifat air yang diikat oleh adsorpsi molekul sedikit menyimpang dari sifat air bebas.

Salah satu penyimpangan misalnya adalah bahwa air yang terserap secara molekuler praktis tidak mempunyai tenaga (*power of solution*). Berat spesifiknya melebihi berat spesifik air bebas^[23]; misal pada tanah hitam dengan kadar lengas 1.64%, $\gamma=1.74 \text{ g cm}^{-3}$; untuk kadar lengas 13.8%, $\gamma=1.13 \text{ g cm}^{-3}$. air yang terikat dengan adsorpsi molekuler juga membeku pada suhu yang lebih rendah dari 0°C.

Fan dan Saluran Udara

1. Saluran Udara

Sistem saluran udara yang dipilih kedalam ruangan yang dikondisikan menggunakan sistem penurunan tekanan di dalam saluran lurus, persamaan dasar untuk menghitung penurunan tekanan fluida yang mengalir melalui saluran udara lurus dan berpenampang bundar adalah [5]

$$\Delta p = f \frac{Lv^2}{Dx} \rho \quad (3.1)$$

Dimana Δp = Penurunan tekanan , Pa

f = factor gesekan, tak berdimensi

L = Panjang saluran , m

D = diameter dalam (DD) saluran, m

V = kecepatan , m/det

P = massa jenis fluida , kg/ m³

Factor gesekan f adalah suatu fungsi dari bilangan Reynolds dan kekasaran relative permukaan pipa (ϵ / D), dengan ϵ adalah kekasaran absolute, bersatuan meter. Rumusan secara grafik dan persamaan yang mengemukakan factor gesekan dapat ditemukan, persamaan (3.2) yang diturunkan dari kerja Colebrook adalah [9].

$$f = \left\{ \frac{1}{1,14 + 2 \log \frac{D}{\epsilon} - 2 \log \left[1 + \frac{9.3}{\text{Re}(\epsilon/D)\sqrt{f}} \right]} \right\}^2 \quad (3.2)$$

Persamaan ini mempunyai nilai relative f yang belum jelas, jadi dihitung dengan cara coba-coba, dengan memasukkan harga f berulang kali sehingga didekati harga f yang sebenarnya. Devinisi dari bilangan Reynold adalah

$$\text{Re} = VD\rho / \mu \quad (3.3)$$

Dengan μ = viskositas , bersatuan pascal-detik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan mengunjungi daerah – daerah penghasil produk perkebunan dan pertanian yang terdapat di Aceh utara dan sekitarnya yang dilakukan pada bulan Januari 2008, dan melihat metode pengeringan yang selama ini dilakukan oleh masyarakat Aceh khususnya. Berdasarkan hasil survey kelapangan dan melakukan wawancara dengan masyarakat (wilayah Langkahan, Simpang Ulim, dan Tanah jambo Aye) di peroleh informasi kurang baiknya kualitas produk hasil perkebunan dan pertanian petani Aceh disebabkan masih tingginya kadar air dalam produk yang dihasilkan, berdasarkan masalah ini peneliti merancang sebuah mesin pengering yang mampu menjawab permasalahan masyarakat selama ini. Adapun kandungan kadar air dalam beberapa produk pertanian dan perkebunan dapat dilihat pada tabel (1).

Tabel 1. kandungan kadar air beberapa produk pertanian dan perkebunan.

No	Nama Produk	Kadar air sesudah Panen	Kadar air Normal	Kadar air Yang diharapkan	Temperatur yang di izinkan untuk pengeringan
1	Kakao	50 - 60 %	22 %	6 - 7 %	50 - 60 °C
2	Kopi	58 %	44 %	11 %	45 - 58 °C
3	Pinang	60 %	20 %	12 %	50 - 60 °C
4	kedelai	48 %	15 %	5 - 7 %	40 - 50 °C

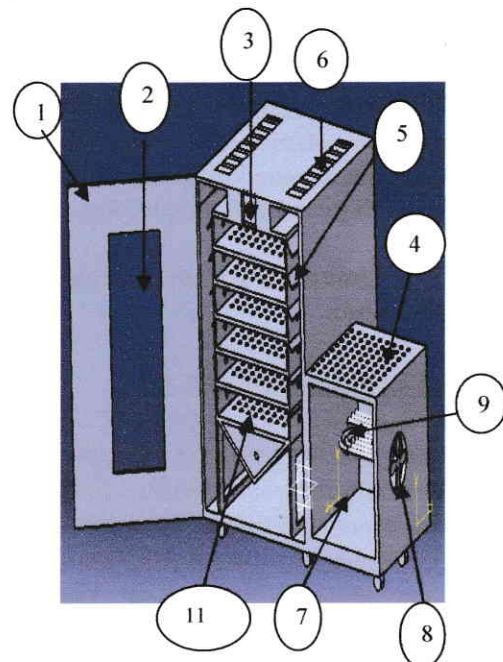
Sumber : Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kab Aceh Utara dan Departemen Perindustrian Indonesia. [2]

Data-data kandungan kadar air pada produk pertanian dan perkebunan dan suhu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air produk-produk tersebut diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Peneliti Institute Pertanian Bogor bekerjasama dengan Departemen perindustrian Indonesia. Energi yang diperlukan untuk mengeringkan 1 kg air sekitar 500 Kkall.

PerencanaanMesinPengering

Peralatan ini direncanakan dibuat terdiri dari beberapa bagian, dimana masing – masing bagian mempunyai fungsi tertentu dan saling berkaitan antara bagian yang satu dengan bagian lainnya,

untuk lebih jelasnya bentuk dan bagian dari mesin ini dapat dilihat pada gambar (2)



Gambar 2. Mesin Pengering (Dryer) produk pertanian dan perkebunan

Keterangan Gambar :

1. Pintu
2. Kaca transparan
3. Pengatur suhu
4. Lubang pembuang panas yang berlebihan
5. Sirip Penghantar panas ke Tray
6. Lubang pembuang panas pada dapur heater
7. Blower
8. Ruang pembakaran
9. Pipa penghantar panas
10. Lubang penghantar udara kering dari ruang sumber udara kering ke produk pertanian atau perkebunan.
11. Rak (Tray) penampung produk.

Prosedur penelitian / Pembuatan Alat

Pembuatan Mesin terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

- a. Tahapan Perancangan , tahapan ini meliputi: Udara yang dibutuhkan dalam proses pengeringan

Kebutuhan udara dalam proses pengeringan dipengaruhi oleh: jumlah air yang diuapkan pada produk, *humadity* jenuh, *humadity* udara masuk pengering, dan efisiensi dari pengering itu sendiri.

Untuk itu maka dapat dihitung hal-hal yang mempengaruhi kebutuhan udara yang diperlukan

oleh suatu pengering, dalam hal ini didapat data sebagai berikut:

A. Kondisi temperatur udara rata-rata berdasarkan pengukuran adalah sebagai berikut:

- Temperatur bola basah udara : 28 °C
- Temperatur bola kering udara : 31 °C

Sehingga didapat harga Humadity dari grafik *humadity chart*, yaitu:

- *Humadity* (H) : 0,0058 kg air/kg udara kering
- *Relatif humadity* (% H): 80 %

Dengan menggunakan grafik *humadity* maka didapat:

- *Humadity* jenuh (H): 0,0032 kg air/kg udara kering
- *Relatif Humadity* (% H): 38 %

B. Kandungan air yang dikeringkan
Direnanakan kapasitas pengering adalah 500 kg produk basah.

- Kadar air pada kakao basah : 50 - 60 %
- Kadar air yang tersisa dalam produk kering : 10 - 7 % (untuk kondisi udara di Indonesia).

C. Kondisi produk yang dikeringkan

- Kondisi kakao masuk ke dalam pengering Untuk menghitung berapa berapa besar kandungan air yang terdapat dalam kakao kering adalah:

Jumlah air = berat kakao basah x kandungan air pada kakao
= 500 kg x 0,55
= 275 kg

Berat padatan kering = berat kakao basah – berat air
= 500 kg – 275 kg
= 225 kg

Jadi jumlah total kandungan air pada kakao basah adalah 275 kg dan produk keringnya adalah 225 kg.

- Kondisi kakao keluar dari pengering Untuk mengetahui jumlah kandungan air pada kakao yang sudah melalui proses pengeringan yaitu:

$$\text{Jumlah air} = \frac{\text{Kandungan air yang tersisa pada produk}}{1 - \text{Kandungan air yang tersisa}} \times \text{berat kakao kering}$$

$$= \frac{0,10}{1 - 0,10} \times 225 \text{ kg}$$

$$= 25 \text{ kg}$$

Jadi jumlah kandungan air pada kakao setelah proses pengeringan (kakao kering) adalah 25 kg. Untuk menghitung jumlah kandungan air pada kakao yang akan dikeringkan melalui proses pengeringan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang akan diuapkan} &= \text{Jumlah air produk basah} - \text{jumlah air produk kering.} \\ &= 225 \text{ kg} - 25 \text{ kg} \\ &= 200 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung jumlah udara yang dibutuhkan dalam proses pengeringan, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah udara kering} (m_{\text{udara}}) &= \frac{\text{Jumlah air yang diuapkan}}{(H_{\text{jenuh}} - H_{\text{masuk pengering}})} \\ &= \frac{200 \text{ kg / jam}}{(0,0058 - 0,0032) \text{ kg air / kg udara kering}} \\ &= 76323 \text{ kg / jam udara kering} \end{aligned}$$

4.1.1 Kebutuhan Panas

Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan udara pada media pengeringan, berlangsung pada *ruang bakar*.

Menurut Syamsir A. Muin (1988: 47) panas yang terjadi didalam dapur adalah sebagai berikut:

$$Q_{\text{udara}} = m_{\text{udara}} \times \Delta i$$

Dimana:

Q_f = Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan udara (kcal/jam)

m_{udara} = udara kering yang dibutuhkan untuk pengeringan (kg/jam)

Δi = selisih entalpi (Kcal/kg)

Jadi:

$$\begin{aligned} Q_{\text{udara}} &= m_{\text{udara}} \times \Delta i \\ &= 76323 \text{ kg / jam} \left(33 \text{ kcal / kg} - 25,2 \text{ kcal / kg} \right) \\ &= 5353194 \text{ Kcal / jam} \end{aligned}$$

Jumlah Bahan Bakar yang Dibutuhkan

Menurut Syamsir. A. Muin (1988: 161) jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan:

$$B = \frac{Q_{udara}}{LHV}$$

Dimana:

B = Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan (Kcal)
 Q_{udara} = Besarnya panas yang dibutuhkan untuk pengeringan (Kcal)
 LHV = Nilai pembakaran terendah (Kcal/kg)

Menurut M. J. Djokosetyadirjo(1987: 39) 18842 kj/kg

$$= 18842 \frac{Kj}{kg} \times \frac{1}{4,187} \frac{Kcal}{kg}$$

Jadi :

$$B = \frac{Q_{udara}}{LHV} = \frac{5353194 \frac{Kcal}{jam}}{4500,12 \frac{Kcal}{kg}} = 132,23 \frac{kg}{jam}$$

Jadi bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran dalam waktu **1 jam** adalah **132,23 kg bahan bakar untuk 500 kg kakao basah.**

Temperatur Nyala Api pada Saat Proses Pembakaran.

Menurut Syamsir A. Muin (1988: 49), temperatur nyala api pada awal pembakaran dapat dihitung dengan persamaan:

$$T_f = \sqrt[4]{T_t^2 \cdot T_g}$$

Dimana:

T_f = Temperatur nyala api ($^{\circ}C$)
 T_t = Temperatur teoritis pembakaran ($^{\circ}C$)
 T_g = Temperatur gas asap meninggalkan dapur ($^{\circ}C$)

Sedangkan temperatur teoritis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T_t = \frac{(LHV) \cdot \eta_f}{V_g \cdot C_p}$$

Dimana:

T_t = Temperatur teoritis ($^{\circ}C$)
 η_f = Efisiensi dapur (%)
 (Menurut Syamsir A. Muin Hal 47 adalah 95 %)
 V_g = Volume gas asap

$$V_{(N_2 + O_2)} = 1,66 (C) + 0,6 (S) \text{ kg} = 1,66 (48,5) + 0,6 (0) \text{ kg} = 80,51 \text{ kg}$$

C_p = Panas jenis gas asap

$$= 1,0048 \text{ Kj/Kg (dianggap sama dengan udara)} \\ = 1,0048 \text{ Kj/Kg} \times 0,23884 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}C = 0,24$$

Kcal/Kg $^{\circ}C$

(menurut Syamsir A. Muin hal. 228)

Jadi temperatur teoritis adalah:

$$T_t = \frac{(LHV) \cdot \eta_f}{V_g \cdot C_p}$$

$$= \frac{4500,12 \frac{Kcal}{kg} (0,95)}{80,51 (0,24)} = 221,25 \text{ }^{\circ}C$$

- Temperatur gas asap pada awal pembakaran adalah sebagai berikut:

$$T_g = \frac{Q_{udara}}{B \cdot W_g \cdot C_p \cdot \eta_f}$$

$$= \frac{5353194 \frac{Kcal}{jam}}{132,23 \frac{kg}{jam} \cdot 99,63 \text{ kg} \cdot 0,24 \frac{Kcal}{kg \cdot ^{\circ}C} \cdot 0,95} = 174,28 \text{ }^{\circ}C$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Alat

1 Ruang Pengering

Untuk pembuatan Ruang Pengering menggunakan bahan pelat galvanis dengan ketebalan 3 mm, yang dilapisi dengan aluminium foil yang berfungsi meningkatkan performance mesin serta bagian tegahnya dibuta ruang penampung material yang teridir dari tray-tray yang dibuat dari aluminium

Untuk Ruang pengering mempunyai volume:

$$V = p \cdot l \cdot t \\ = 120 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \\ = 1.200.000 \text{ cm}^2$$

Pada bagian tengah ruang pengering direncanakan untuk tempat penyaluran fluida buangan (*exhaust*) dengan ukuran:

- Panjang = 100 cm = 1.0 m
- Lebar = 100 cm = 1.0 m
- Tinggi = 120 cm = 1,2 m

Jadi volumenya adalah:

$$V = p \cdot l \cdot t \\ = 200 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \times 450 \text{ cm} \\ = 18.000.000 \text{ cm}^3$$

Jadi volume ruang pengering yang tersisa adalah:

$$V = V_{\text{ruang pengering seluruhnya}} - V_{\text{exhaust}} \\ = 31.250.000 - 18.000.000 \text{ cm}^2 \\ = 13250000 \text{ cm}^2$$

Maka volume sisa tersebut dibagi menjadi 2 (dua) bagian, sehingga untuk setiap ruang pengering mempunyai volume: 13250000 cm^2

Uji Peformance Alat

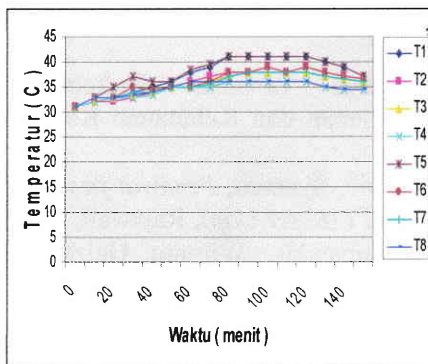
Pengujian I.

Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban

Jumlah Bahan Bakar : 20 Kg

Kapasitas Udara yang diberikan kipas : $85 \text{ m}^3/\text{menit}$

Temperatur Gas Asap pada awal pembakaran : 120°C



Gambar 3. Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban Dengan Jumlah Bahan Bakar 20 Kg.

Berdasarkan hasil pengujian performance alat 1, dengan menggunakan bahan bakar sekam yang dicampur serbuk kayu yang sudah mengalami proses pemampatan dihasilkan kalor ruang pengering sebesar 48°C dengan pengkondisian waktu selama 60 menit, dengan menggunakan persamaan energi kalor dari proses perpindahan panas secara konduksi dan konveksi di dapatkan kalor sebesar 600 Kkal.

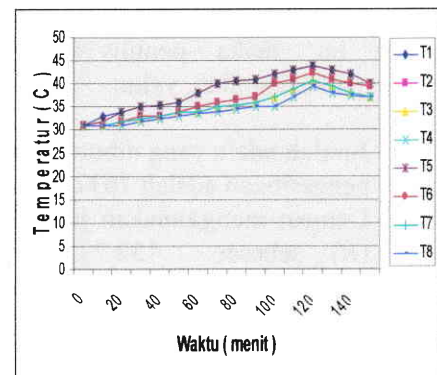
Pengujian II.

Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban

Jumlah Bahan Bakar : 25 Kg

Kapasitas Udara yang diberikan kipas udara : $85 \text{ m}^3/\text{menit}$

Temperatur Gas Asap pada awal pembakaran : 195°C



Gambar 4. Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban.

Dengan Jumlah Bahan Bakar 25 Kg.

Gambar (4) menunjukkan hasil pengujian alat dimana temperatur tertinggi 45°C di hasilkan pada saat pembakaran sudah berlangsung selama 120 menit dan menghasilkan kalor sebesar 580 Kkal. Dengan menggunakan bahan bakar biomassa.

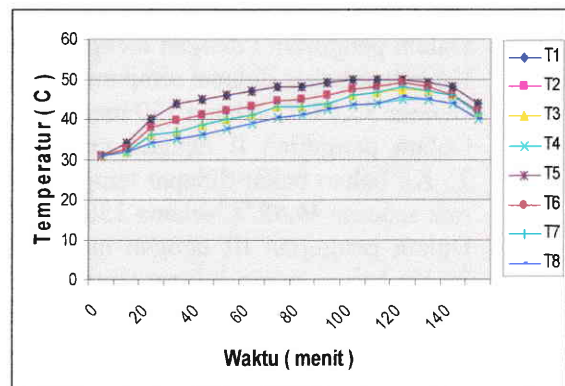
Pengujian III.

Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban

Jumlah Bahan Bakar : 30 Kg

Kapasitas Udara yang diberikan kipas udara : $85 \text{ m}^3/\text{menit}$

Temperatur Gas Asap pada awal pembakaran : 200°C



Gambar 5. Kondisi Temperatur Udara di Ruang Pengering Tanpa Beban

Dengan Jumlah Bahan Bakar 30 Kg.

KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan perhitungan, analisa, dan pengujian kelayakan pada alat pengering produk pertanian/perkebunan sistem konveksi

paksa ini, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Jumlah udara yang dibutuhkan dalam proses pengeringan adalah 76323 kg udara segar.
2. Dengan menggunakan jumlah bahan bakar (B) sebesar 132,23 kg/jam, didapat temperatur teoritis pembakaran (T_T) sebesar 221,25 °C, temperatur gas asap yang terjadi pada awal pembakaran (T_g) adalah 198,11 °C, dan temperatur nyala api pada awal pembakaran (T_f) adalah 209,359 °C.
3. Sehingga panas yang terjadi didalam dapur pada saat proses pengeringan adalah 5353194 Kcal/jam.
4. Perpindahan panas spesifik (q) adalah 2219,01 Kcal.
5. Perpindahan panas total pada pipa pemanas (Q) adalah 1678,19 Kcal, sehingga temperatur pipa pemanas (T_{pipa}) adalah 190,87 °C.
6. Temperatur udara yang mengalir ke ruang pengering (T_B) sebesar 48,01 °C.
7. Dari hasil analisa pemilihan kipas udara maka didapat: rugi tekanan fluida akibat belokan, kekasaran dan panjang pipa adalah 23,197 m/menit, tekanan yang diberikan kipas udara (P_t) adalah 0,05691 Kg/m³, kecepatan rata-rata udara (V) adalah 278,94 m/menit, volume aliran udara (Q) adalah 105,85 m³/menit, daya yang dibutuhkan kipas udara (P_u) adalah 0,00098 KW.
8. Dalam pengujian I dengan menggunakan 20 Kg bahan bakar didapat temperatur rata-rata sebesar 35,93 °C selama 150 menit.
9. Dalam pengujian II dengan menggunakan 25 Kg bahan bakar didapat temperatur rata-rata sebesar 36,09 °C selama 150 menit.
10. Dalam pengujian III dengan menggunakan 30 Kg bahan bakar didapat temperatur rata-rata sebesar 42,22 °C selama 150 menit.

11. Faktor keamanan yang harus diperhatikan adalah temperatur maksimal untuk proses pengeringan kakao berkisar antara 40 – 60 °C. Hal tersebut dipengaruhi oleh kadar air yang harus terkandung pada kakao kering sebesar (12 %) dari jumlah air yang terkandung pada kakao basah sebanyak (60 %).

DAFTAR PUSTAKA

1. ASM Hand Book, *Material Selection and Design*. Vol 20, ASM International, USA 1985.
2. Budidaya Tanaman Perkebunan, Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Aceh Utara.
A. Muin, Syamsir, *Pesawat-pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)*, Rajawali, Jakarta. 1988.
3. Arismunandar, .Wiranto, Heizo Saito, 1981. *Penyegaran Udara*, P.T. Pradya Paramitha, Jakarta.
4. Frank, K & Prijono. 1985, *Prinsip – prinsip dasar perpindahan panas*, Mc.Graw Hill, Erlangga, Jakarta. 1985.
5. Pedoman efisiensi untuk industri di Asia, < www.energyefficiencyasia.org > dilihat 10 April 2008.
6. Bureau of Energy Efficiency (BEE), Government of India. *Energy Efficiency Guide Book*, chapter 5, p 93-112. 2004
7. Canadian Blower. *Industrial Fans and Blowers*, http//, dilihat 20 Februari 2008.
8. FanAir Company, *product presentation*. http // www.fanair.com/products.pdf, dilihat 20 February 2008.
9. Ganasean, Indian Institute of Technology. *Fans, Pumps and Compressors*.
10. Northern Industrial Supply Company (NISCO), *Products – Fans and Blowers*, New York Blowers. www.nisco.net/nyb.html