

PERENCANAAN ALAT PENGERING PADI KAPASITAS 1000 KG/JAM DENGAN MENGGUNAKAN PEMANAS SEKAM PADI

I Nyoman Gede, Nita C.V. Monintja, Hengky Luntungan

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Salah satu cara pengolahan hasil pertanian adalah: Proses pengeringan. Proses pengeringan adalah suatu proses pengurangan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat menghambat laju kerusakan hasil pertanian (padi) akibat aktivitas biologis dan kimia. Pengeringan merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi, dan hasil pengeringan biasanya siap untuk digunakan.

Dari hasil perencanaan dan perhitungan, bahwa perencanaan pengering padi dengan system *tray dryer* merupakan aplikasi dari pengeringan konvensional. Pada temperature pengeringan 40 °c, kecepatan udara 4 m/det dan laju aliran udara panas 26733,615 m³/jam serta kelembaban udara pengering 0,0379 kg air/kg udara sudah cukup untuk mengeringkan padi 1000 kg selama 6,1 jam

Kata kunci : *Tray dryer*, Pengering, Padi.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia ini cuaca tidak menentu seringkali terjadi perubahan yang tidak diketahui setiap saat. Musim hujan menyulitkan para petani untuk mengeringkan hasil panen mereka. Oleh karena itu perlu dibuat alat pengering untuk mengamankan hasil panen mereka.

Pengeringan adalah suatu proses penurunan kadar air pada produk panen, kalau masih mengandung kadar air bisa saja produk akan membusuk. Kadar air bahan hasil pertanian biasanya dinyatakan dalam persentase basis basah dan persentase basis kering.

Pengeringan biasanya terbagi menjadi dua bagian yaitu *sun drying* dan *artificial drying*. *Sun drying* memerlukan sinar matahari sebagai sumber energi, sumber panas dan sinar ultraviolet. Pengeringan ini dilakukan secara terbuka, kadang adanya hembusan angin yang besar dari udara sehingga pengeringan berlangsung lambat dan juga rawan kontaminasi dari udara, dan debu dari lingkungan sekitar. Selain itu, pengeringan ini dilakukan hanya jika cuaca memungkinkan. Jika tidak, bisa juga menggunakan *artificial drying*. Pengeringan buatan (*artificial drying*) menggunakan bahan bakar. Prinsip kerjanya adalah pemanasan secara konduksi (pengantaran panas) atau konveksi (pengaliran panas) yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan pangan.

Setelah pengeringan padi selesai, maka dilakukan proses penggilingan. Proses ini akan menghasilkan komponen seperti, beras dan sekam, sedangkan sekam padi selama ini dibuang begitu saja dan membutuhkan lokasi pembuangan yang luas.

Dari uraian tersebut di atas penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian untuk membuat alat pengering kapasitas satu ton (1000 kg/jam) dengan menggunakan pemanas sekam Padi.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Prinsip Dasar Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pemindahan substansi yang mudah menguap (kandungan air) dari

padatan. Tujuan umum dari pengeringan adalah mengurangi kadar air pada produk yang dikeringkan. Proses yang dilakukan adalah dengan cara menaikkan tekanan parsial uap air pada bahan dengan memberikan panas dan menaikkan kelembaban relatif udara pengering. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar apabila perbedaan tekanan parsial uap air pada udara pengering dengan bahan yang dikeringkan semakin besar.

Pada dasarnya proses pengeringan dilakukan dengan dua cara, adalah sebagai berikut:

- 1 Pengeringan Alami
- 2 Pengeringan Buatan

2.2 Konsep Dasar Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah salah satu dari disiplin ilmu teknik termal yang mempelajari cara menghasilkan panas, menggunakan panas, mengubah panas, dan menukarkan panas di antara sistem fisik. Bentuk-bentuk dasar perpindahan panas adalah:

- Konduksi atau difusi
- Konveksi
- Radiasi

2.3 *Tray Dryer*/Pengering Talem (Rak)

Sebuah contoh pengering talem (rak) dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Pengering ini terdiri dari

Sebuah ruangan yang terdiri dari sebuah ruang yang berisi rak pengering. Setiap rak mempunyai sejumlah talem dangkal dengan ketebalan 10 -100 mm yang penuh dengan bahan yang akan dikeringkan. Udara panas yang disirkulasikan mempunyai kecepatan antara 7 -15 ft/s diantara talem dengan bantuan kipas dan motor, mengalir melalui pemanas. Sekat berfungsi mengarahkan aliran udara secara seragam di atas susunan talem. Sebagian udara basah diventilasikan melalui pemasok Rak-rak tersebut disusun di atas rak yang pada bagian bawahnya dipasangkan roda sehingga pada akhir siklus pengeringan, rak tersebut dapat ditarik keluar dari ruang pengeringan.

Pengering ini dapat digunakan untuk bermacam-macam bahan. Kadang-kadang digunakan sirkulasi tembus untuk penghematan energi, selain itu pengering talam dapat beroperasi secara vakum.

2.4 Pengeringan Padi.

Tumbuhan padi adalah tumbuhan yang tergolong tanam air. Sebagai tanaman air bukanlah berarti bahwa tanaman padi itu hanya bisa tumbuh di atas tanah yang terus menerus digenangi air. Tanaman padi juga dapat tumbuh ditanah daratan atau tanah kering, asalkan curah hujan mencukupi untuk kebutuhan tanaman akan air.

Panen merupakan kegiatan yang harus dilakukan pada saat yang tepat, karena tingkat kematangan biji berpengaruh terhadap randemen, mutu dan kehilangan hasil. Saat yang tepat untuk memanen padi adalah berumur 33 -36 hari setelah padi berbunga merata. Sedangkan panen dilakukan sebelum matang, hasil matang akan terjadi penyusutan hasil, begitu juga sebaliknya kalau dipanen terlambat maka hasil akan berkurang (hasil padi akan menjadi retak-retak).

Proses pengeringan terjadi karena adanya penguapan air ke udara, hal ini disebabkan terdapatnya perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang akan dikeringkan. Cara ini dilakukan dengan cara menurunkan kelembaban udara dengan cara mengalirkan panas disekeliling bahan. Adapun tujuan dari pengeringan gabah ini adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi kadar air gabah sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti atau untuk mempertahankan viabilitas gabah tersebut.
2. Agar gabah dapat disimpan lebih lama.

2.5 Prestasi/Unjuk Kerja Pengeringan.

2.5.1 Kadar Air

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya air persatuan berat bahan. Dalam menentukan kadar air dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Penentuan kadar air berdasarkan bobot basah.

$$Xa = \frac{Wa}{Wb} \cdot 100\%$$

Dimana: Xa = kadar air bobot basah (%)

Wa = bobot air bahan (kg)

Wb = bobot bahan dasar (kg)

2. Penentuan kadar air berdasar bobot kering

$$Xb = \frac{Wa}{Wk} \cdot 100\%$$

Dimana: Xb = kadar air bobot kering (%)

Wa = bobot air bahan (kg)

Wk = bobot bahan kering

(kg)

2.5.2, Keseimbangan Material

Yang dimaksud dengan kesetimbangan material yaitu kesetimbangan antara berat gabah masuk dengan penjumlahan berat hasil gabah yang dikeringkan dengan air yang diuapkan. Untuk menghitung kesetimbangan material harus diketahui terlebih dahulu:

1. Berat air dalam gabah masuk

$$Wa = Wb \cdot Xb \quad (\text{kg})$$

2. Berat kering gabah keluar

$$Wk = Wb \cdot (100\% - Xb) \quad (\text{kg})$$

3. Berat air yang diuapkan

$$W = Wa - Wk \quad (\text{kg})$$

Sehingga kesetimbangan material;

Berat gabah basah masuk = berat hasil gabah basah + berat air yang diuapkan.

A, Menentukan Temperatur Udara Keluar dari Pengering

Dalam menentukan temperature udara keluar pengering ada beberapa hal yang perlu diketahui terlebih dahulu,yaitu:

1. Volume udara yang diperlukan dalam pengeringan.

$$V = F \cdot v \cdot 3600 \quad (\text{m}^3/\text{jam})$$

Dimana: F = Luas bidang pengeringan

L = Panjang penampang

T = Tinggi pengering

v = Kecepatan udara dalam pengering

2. Kesetimbangan Energi udara pengering dengan Gabah.

Q udara = Q gabah

$$m_{ud} cp_{ud} \cdot (T_{hi} - T_{ha}) = m_g cp_g \cdot (T_{gm} - T_{gk})$$

Dimana:

m_{ud} = masa udara pengering (kg)

m_g = masa bagah (kg)

cp_{ud} = panas jenis udara (KJ/kg K)

cp_g = Panas jenis gabah (KJ/kg K)

T_{hi} = Temperatur udara pengering masuk (K)

T_{ha} = Temperatur udara pengering keluar (K)

T_{gm} = Temperatur gabah masuk (K)

T_{gk} = Temperatur gabah keluar

3. Menentukan temperature penguapan.

$$Nt = \frac{T_{hi} - T_{h0}}{\Delta T}$$

4. Menentukan jumlah udara pemanas atau kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan gabah.

$$\frac{q}{ms} = cp_g(T_{gk} - T_{gm}) + Xa \cdot Cpa(T_w - T_{gm}) + (Xa - Xb) \lambda + Xb Cpa(T_{gk} - T_w) + Cpu(Xa - Xb)(T_{h0} - T_w)$$

Dimana: Cp_g = Panas jenis gabah (KJ/kg K)

Cpa = Panas Jenis air (KJ/kg K)

Cpu = Panas jenis uap (KJ/kg K)

T_{gk} = Temperatur gabah keluar (K)

T_{gm} = Temperatur penguapan (K)

Xa = Kadar air gabah masuk

Xb = Kadar air gabah keluar
 λ = Kalor penguapan (KJ/kg K)

5. Menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari gabah:

Ql = massa air . λ

Dimana λ = Kalor penguapan

6. Kerugian panas yang hilang

- a. Panas yang diserap oleh dinding pengering

$$qd = \frac{Thi - T\infty}{\frac{1}{hi} + \frac{Lb}{kb.A} + \frac{Lp}{kp.A} + \frac{1}{ho}}$$

Dimana: Thi = temperature udara masuk (K)

$T\infty$ = temperature udara luar (K)

hi = koefisien perpindahan panas masuk pengering

ho = koefisien perpindahan panas luar pengering

Lb = lebar bata (m)

Lp = Lebar plester (m)

kb = konduktivitas termal bata

kp = konduktivitas termal plester

- b. Panas yang diserap rak

$Qr = Un . A . (Th - T\infty)$

$$Ur = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{zr}{kr.A}}$$

Dimana: zr = ketebalan rak (m)

kr = konduktivitas termal

rak

A = luas rak (m²)

- c. Panas yang diserap nampan

$Qn = Un . A . (Thi - T\infty)$

$$Un = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{zr}{kr.A}}$$

Dimana: kr = konduktivitas termal nampan

A = luas nampan (m²)

Zr = ketebalan nampan (m)

B. Kelembaban Udara Pengering

Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap pemindahan cairan dalam gabah ke luar gabah. Bila perbedaan tekanan uap di luar gabah kecil, maka pemindahan aliran cairan juga kecil.

2.5.4. Laju Perpindahan Massa

Proses perpindahan massa pada proses pengeringan yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan gabah ke uap panas kering dihitu dengan persamaan berikut:

$$Mv = m_s . (H_a - H_b)$$

Dimana: m_s = massa gabah yang dikeringkan (kg/jam)

H_a = kelembaban mutlak pada T udara masuk pengering

H_b = kelembaban umtlak pada T udara keluar pengering

2.5.5. Kecepatan aliran Massa Udara Kering.

Kecepatan aliran panas kering yaitu jumlah udara panas kering yang diperlukan dalam proses

pengeringan pada *tray drayer* tiap satuan waktu. Kecepatan aliran udara panas kering Gp dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Gp = \frac{Q \text{ total}}{Cpu . (Thi - Tho)}$$

Dimana : Q total = kalor total pengering (KJ)

Cpu = panas jenis uap (KJ/kg. K)

Thi = temperatur udara panas masuk pengering (K)

Tho = temperatur udara panas keluar pengering (K)

2.5.6. Laju aliran Udara

Kebutuhan aliran udara kering untuk membebaskan uap air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = \frac{w}{(Ha - Hb)} . Vs$$

Dimana: w = laju perpindahan uap air (kg/jam)

Ha = kelembaban mutlak pada temperature udara masuk.

Hb = kelembaban mutlak pada temperature udara keluar.

Vs = volume spesifik udara (m³/kg)

2.5.7. Waktu Pengeringan.

Dalam perencanaan alat pengering, waktu pengeringan merupakan hal yang sangat menentukan dari suatu proses pengeringan. Selain itu waktu pengeringan juga menentukan kecepatan dari proses pengeringan. Pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$T = \frac{mw}{Rc . A} \text{ memit}$$

Dimana:

mw = jumlah air yang diuapkan (kg)

A = luas permukaan gabah.

2.6. Ruang Pembakaran.

Ruang pembara pada alat pengering berfungsi untuk memanaskan udara sebelum masuk pengering. Panas pada ruang pembakaran diawali dengan penyalaan sekam padi. Udara yang melalui ruang pembakar kemudian dialirkan ke ruang pengering melalui pipa-pipa dengan bantuan blower pengisap.

Diharapkan udara panas masuk ke ruang pengering dengan temperature 40 – 45 °c dalam ruang pembakaran terdiri dari bagian-bagian penunjang, antar lain:

1. Bahan Bakar
2. Blower

2.7. Pipa Pemanas

Dalam alat pengering, pipa memegang peranan penting. Di dalam pipa mengalir fluida dengan temperature tinggi, bertekanan dan memiliki viskositas. Untuk itu pipa yang digunakan harus mampu memindahkan panas atau memiliki daya tahan

panas yang baik. Kemampuan melepas atau menerima panas juga dipengaruhi oleh besarnya luas permukaan yang tergantung dari panjang, diameter dan jumlah pipa yang digunakan.

Untuk kerja pengering dalam kondisi pengoperasian seringkali tidak dapat diperkirakan dari analisis termal saja. Selain beroperasi akan terbentuk suatu lapisan kotoran pada permukaan perpipaan panas. Hal ini disebut efek pengotoran yang akan meningkatkan tahanan termal.

2.9, Dimensi Pengering.

2.9.1. Luas Pengering.

Laju aliran udara pemanas maksimal yang diijinkan tiap satuan luas penampang *dryer* G ($\text{kg}/\text{jam}.\text{m}^2$) merupakan batas dimana pada kecepatan ini jumlah bahan yang mengalami *dusting* pada aliran udara masih pada batas yang diijinkan. Laju aliran udara pemanas yang diijinkan berkisar antara 200 – 10.000 $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$. Dari kesetimbangan material dan pemanas serta kondisi telah diketahui harga laju aliran udara pemanas (G_p). Sehingga bias dicari harga luas penampang, dimana luas penampang efektif dari *dryer* adalah 0.85 dari luas penampang *dryer*, sehingga didapat persamaan:

$$A = \frac{G_p}{0,85.G} \quad (\text{m}^2)$$

2.9.2, Volume Pengering.

Volume dari *tray dryer* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = \frac{Q_{total}}{h_a \Delta T} \quad (\text{m}^3)$$

Dimana:

h_a = koefisien perpindahan panas volumetric

$$= \frac{k \cdot G_s^n}{L} = \frac{G}{A} \quad (\text{kg}/\text{jam}.\text{m}^2)$$

2.9.3, Dimensi Rak Pengering

Tray dryer memiliki beberapa macam *flight* yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya. Jenis *flight* ditentukan dengan pertimbangan gas yang merata dan bahan berdasarkan ukuran bahan.

Pada perencanaan pengering gabah ini menggunakan media pengering berbentuk plat rak.

2.9.4, Kerangka/Frame

Dalam merencanakan suatu konstruksi yang perlu diperhatikan adalah kekuatan dan keamanan, dalam arti kerangka tersebut harus mampu menahan beban yang ada.

Selain itu juga dipertimbangkan nilai ekonomis pemilihan bahan sehingga dapat menekan biaya. Dan untuk mengetahui kekuatan suatu bahan perlu diketahui karakteristik dari bahan tersebut.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Desa Mopugad Selatan Kec. Dumoga Utara Kab. Bolaang Mongondow, waktu bulan Maret 2020 s/d Oktober 2020

3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini. Adalah sebagai berikut:

- Ruang Berukuran (2 x 2 x 2,5 m)
- Ruang Bakar berukuran (1 x 1 x 1 m)
- Pipa Galvanis (2 inchi)
- Termometer sebagai pengukur suhu
- Stopwatch.
- Meteran

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan struktur pelaksanaannya dengan prosedur penelitian seperti pada gambar 4.1. Penjelasan prosedur penelitian, sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini merupakan suatu proses untuk mempelajari referensi-referensi yang berhubungan dengan penelitian ini.

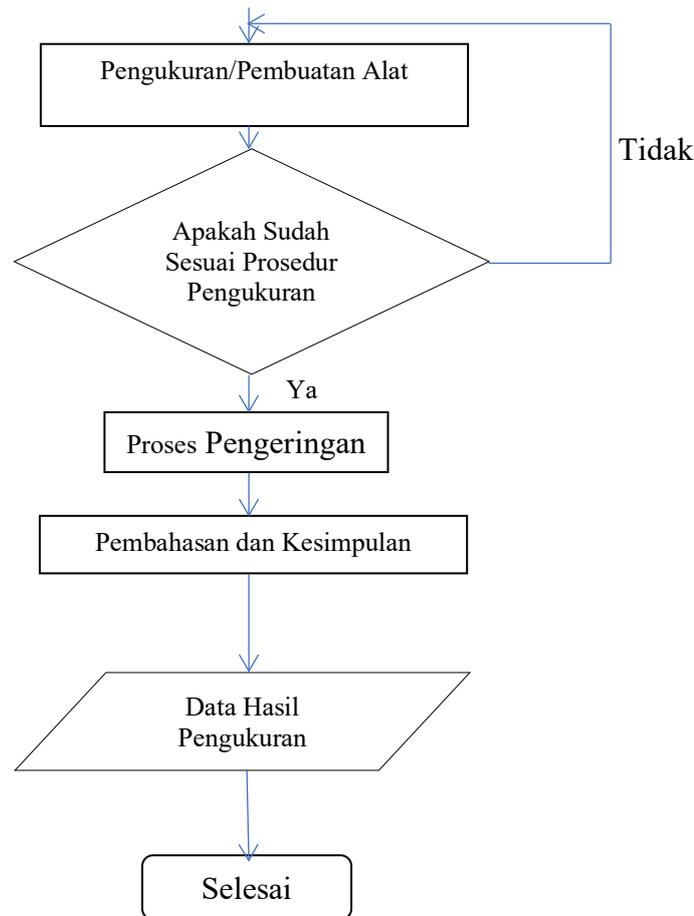
2. Pembuatan Alat pengering

Dalam tahap ini dilakukan proses pembuatan alat pengering kapasitas 1000 kg/jam selama kurang lebih 3 bulan

3. Prosedur Pengukuran

Pengeringan hanya dapat dilakukan jika temperatur adalah 40°C . Perhitungan hasil penelitian dengan menggunakan rumus-rumus dari dasar teori yang ada. Seperti menghitung kecepatan aliran udara panas





Gambar 4.1 Prosedur pelatihan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1, Data Perencanaan

Untuk merencanakan suatu pengering rak, terlebih dahulu harus diketahui data-data mengenai gabah yang akan dikeringkan yaitu sebagai berikut:

Massa gabah	: 1000 kg
Densitas	: 266.65 kg/m ³
Kadar air gabah masuk	: 22 %
Kadar air gabah keluar	: 14 %
Temperatur pengeringan	: 40° c
Temperatur gabah masuk	: 25° c = 298 K
Temperatur gabah keluar	: 30° c = 303 K
Cp gabah	: 0,8 KJ/kg K
Cp udara	: 1,0057 KJ/kg K
Densitas udara	: 1,1774 kg/m ³
Konduktivitas termal dinding	: 0,65 W/m ² K
Konduktivitas termal	: 202,527 W/m ² K
Konduktivitas	: 16,27 W/m ² K
Kecepatan aliran udara	: 4 m/s
Kalor penguapan	: 2,43308 KJ/kg K

4.1.2, Menentukan Volume Gabah

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$= \frac{1000 \text{ kg}}{266,65 \text{ kg/m}^3} = 3,75 \text{ m}^3$$

4.1.3, Menentukan Dimensi Rak

Jumlah rak = 3, terdiri dari 8 tingkat, tiap tingkat terdiri dari sebuah nampan dengan ukuran:

$$P = 2 \text{ m } L = 1 \text{ m } t = 0.1 \text{ m}$$

$$V = (2 \times 1 \times 0.1) = 0,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah nampan} = \frac{3,75}{0,2} = 18,75 \approx 20 \text{ buah}$$

Jarak tiap tingkat 15 cm, sehingga:

$$\text{Tinggi rak} = (0.1 \times 10) + (0.06 \times 10) = 1,6 \text{ m}$$

4.1.4, Keseimbangan Material

Yang dimaksud dengan keseimbangan material yaitu keseimbangan antara massa gabah masuk dengan penjumlahan berat kering gabah dengan berat air yang diuapkan.

- Berat air dalam gabah
 $W_{mb} = m_b \cdot X_b = 1000 \times 22\% = 220 \text{ kg}$
- Berat kering gabah
 $W_{mk} = m_b (100\% - X_b) = 1000 \cdot (100\% - 22\%) = 780 \text{ kg}$
- Berat air dalam gabah kering
 $W_{ak} = W_k \cdot X_a = 780 \cdot 0,14 = 109,2 \text{ kg}$
- Berat air yang menguap
 $M_w = W_{mb} - W_{ak} = 220 - 109,2 = 110,8 \text{ kg}$

- Berat gabah kering

$$W_k = W_{mk} + W_{ak} = 780 + 109,2 = 889,2 \text{ kg}$$

Sehingga diperoleh kesetimbangan material sebagai berikut:

Kesetimbangan material = berat gabah kering + berat air penguapan

$$= 889,2 + 110,8 \\ = 1000 \text{ kg}$$

4.1.5. Laju Perpindahan Panas

- Menentukan volume udara yang diperlukan dalam pengeringan.

Untuk menentukan volume udara yang diperlukan dalam pengeringan dapat dihitung dengan persamaan:

$$V = F \cdot v \cdot 3600 \text{ (m/s)}$$

$$L = 2,5 \cdot 3,5 = 7,5 \text{ m}$$

$$T = 3 \text{ m}$$

$$X = (3 \cdot 0,5) + (0,5 \cdot 3,5) = 2,75 \text{ m}^2$$

$$F = 7,5 \cdot 3 + 2,75 = 25,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Sehingga } V = 25,25 \cdot 4 = 101 \text{ m}^3$$

$$\text{Masa udara } = \rho \cdot V = 1,1774 \text{ kg/m}^3 \cdot 101 \text{ m}^3$$

$$= 118,917 \text{ kg}$$

- Kesetimbangan energy gabah dengan udara.

Dari kesetimbangan energi antara gabah dan udara pengering diperoleh:

$$Q_{udara} = Q_{gabah}$$

$$m_{ud} c_{pud} \cdot (T_{hi} - T_{ho}) = m_{gb} c_{p_{gb}} \cdot (T_{gbk} - T_{gbm})$$

$$268556,4156 (313 - T_{ho}) = 4000 \text{ J}$$

$$T_{ho} = 311,98 \text{ K} = 312 \text{ K} = 39^\circ \text{ c}$$

,- Penentuan Selisih temperature rata-rata (LMTD)

$$\Delta T / \text{LMTD} = \frac{(T_{hi} - T_{ci}) - (T_{ho} - T_{co})}{\ln \left(\frac{T_{hi} - T_{ci}}{T_{ho} - T_{co}} \right)} \\ = \frac{(313 - 290) - (312 - 303)}{\ln \left(\frac{313 - 290}{312 - 303} \right)} \\ = 11,75$$

,- Menentukan temperature penguapan.

$$\Delta T = \frac{T_{hi} - T_{ho}}{Nt} \quad Nt = \frac{T_{hi} - T_{ho}}{\Delta T} = \\ \frac{313 - 312}{11,75} = 0,0851$$

$$Nt = \ln \frac{T_{hi} - T_w}{T_{ho} - T_w} e^{Nt} = \frac{T_{hi} - T_w}{T_{ho} - T_w} \quad T_w \\ = \frac{(e^{Nt} - T_{ho}) - T_{hi}}{e^{Nt} - 1} = \frac{(e^{0,0851} - 312) - 313}{e^{0,0851} - 1} = 301 \\ K = 27,85^\circ \text{ c}$$

,- Penentuan kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan gabah.

$$\frac{q}{m} = C_{pg} \cdot (T_{gk} - T_{gm}) + X_a \cdot C_{pa} (T_w - T_{gm}) + (X_a - X_b) \eta + (T_{gk} - T_w) + C_{pu} \cdot (X_a - X_b) \cdot (T_{ho} - T_w) \\ = 0,8 (303 - 298) + 0,22 \cdot 1 \cdot (301 - 298) + (0,22 - 0,14) \cdot 2,43308 + 0,14 \cdot 1 \cdot (303 - 301) + 1,0057 \cdot (0,22 - 0,14) \cdot (312 - 301) \\ = 6,02 \text{ KJ/Jam}$$

$$q_t = 6,02 \text{ KJ/jam} \cdot 780 \text{ kg} = 4695,6 \text{ KJ/jam kg}$$

4.1.6. Kerugian Panas Yang Hilang.

1. Kalor yang diserap dinding pengerig.

$$Q_d = h \cdot A \cdot (T_{hi} - T_{h\infty}) \\ = \frac{T_{hi} - T_{h\infty}}{\frac{1}{hi} - \frac{Ld}{kd \cdot A} + \frac{1}{ho}}$$

Dari table diketahui: $kd = 0,65$

$W/m^2 \text{ K}$

$$\rho = 1.1774$$

$$\mu = 1,983 \cdot 10^{-5}$$

Untuk menghitung hi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Dimana; } Re = \frac{L \cdot V \cdot \rho}{\mu} = \frac{3,5 \cdot 4 \cdot 1,1774}{1,983 \cdot 10^{-5}} = 4,3125 \cdot 10^5$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{k} = \frac{1,0057 \cdot 1,983 \cdot 10^{-5}}{0,02624} = 0,00076$$

Untuk $Pr < 0,1$ maka $Nu = 1,17(Re, Pr)^{0,5}$

$$\text{Sehingga } hi = \frac{1,1774 \cdot (413250)(0,00076)^{0,5}}{3,5}$$

$$= 6,091 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Untuk menghitung ho juga diperoleh dengan cara yang sama dengan hi. Pada

$Re = 1557,82$ dan $Pr = 0,00067$ diasumsikan kecepatan udara luar maksimum

8 m/s, sehingga ho dapat dihitung:

$$ho = \frac{1,1774 \cdot (1557,82)(0,00067)^{0,5}}{3,5} = 0,02227$$

$$= 1,086 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Sehingga kalor yang diserap dinding adalah sebesar:

$$Q_d = \frac{313 - 3000}{\frac{1}{6,091} + \frac{0,17}{0,69 \cdot 19,5} + \frac{1}{1,086}} = 4,1185 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2. Kalor yang diserap naman

$$Q_n = Un \cdot An (Thi - Tdn)$$

$$Un = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{Zm}{km}}$$

$$Un = \frac{1}{\frac{1}{2,76} + \frac{0,002}{202,527}} = 3,1496 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Untuk menghitung temperature di atas dinding naman bila dipengaruhi

Kipas dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Cp (T_1 - T_2) = \frac{V^2}{2 \cdot gc}$$

$$1005,7 (313 - T_2) = \frac{4^2}{2 \cdot 1}$$

$$1005,7 \cdot T_2 = 341776,1$$

$$T_2 = 312,89 \text{ K} = 39,89^\circ \text{ c}$$

Sehingga kalor yang diserap oleh dinding naman:

$$Q_n = 2,760 \cdot 104 \cdot (313 - 312,89) = 32,42 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

3. Kalor yang diserap rak.

$$Q_r = Uk \cdot A \cdot (T_{hi} - T_2) \\ = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{Zr}{kr}} \cdot A \cdot (T_{hi} - T_2)$$

$$q_r = \frac{1}{\frac{1}{3,149} + \frac{0,003}{16,27}} \cdot 25,4 \cdot (313 - 312,89)$$

$$= 8,79 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Sehingga jumlah kerugian kalor yang diserap selama pengeringan adalah:

$$q_{\text{loss}} = q_d + q_n + q_r$$

$$= 4,1185 + 32,42 + 8,79$$

$$= 44,98 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$= 8,37 \text{ KJ/m}^2 \text{ K}$$

4. Beban Pemanasan total

$$Q_{\text{total}} = Q_p + Q_{\text{loss}}$$

$$= 4695,6 + 8,37 = 4703,97 \text{ KJ/jam}$$

4.1.7. Waktu Pengeringan

Untuk memperediksi laju penguapan, koefisien perpindahan panas harus diketahui. Untuk kasus dimana udara aliran parallel menuju permukaan bahan menjadi *turbulent*, persamaan di bawah ini bias digunakan pada temperature 45 – 105°C dan kecepatan aliran massa udara kering G antara 2.450 – 29.300 kg/m² jam.

$$H = 0,0204 G^{0,8}$$

$$= 0,0204 \cdot (15901,92)^{0,8}$$

$$= 46,8586 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Laju penguapan air bahan dapat dihitung dengan persamaan:

$$Rc \text{ H}_2\text{O/h m}^2 = \frac{h}{\lambda_u \cdot 1000} (T_{hi} - T_w) \cdot 3600$$

$$= \frac{46,8586}{2433,08 \cdot 1000} (40 - 27,85) \cdot 3600$$

$$= 0,45 \text{ kg H}_2\text{O/h m}^2$$

Total penguapan rata-rata permukaan bahan: Karena pengeringan berlangsung dari kedua permukaan, maka luas permukaan menjadi:

$$A = (2 \cdot 1) \cdot 20 \text{ nampan}$$

$$= 40 \text{ m}^2$$

$$mv = Rc \cdot A$$

$$= 0,45 \cdot 40 = 18 \text{ kg/jam}$$

Sehingga waktu yang diperlukan selama pengeringan yaitu:

$$T = \frac{\text{Jumlah air gabah yang diuapkan}}{mv}$$

$$= \frac{110,8}{18} = 6,1 \text{ jam}$$

4.1.8 Perencanaan Tungku

Tungku/ruang pembakaran berukuran dengan tinggi 1 meter, lebar 1 meter dan panjang 1 meter

4.1.9 Blower

Dari laju aliran udara panas yang diperlukan (untuk pemilihan blower) diketahui $v = 26733,615 \text{ m}^3/\text{jam} = 445,5602 \text{ m}^3/\text{jam}$, dari table maka diilih blower dengan ukuran kipas 222 dimensi diameter 23^{5/8} in, diameter luar 23^{5/8} in, diameter wheel 22^{1/4} in putaran sudut 222 dan daya blower 45,5 HP

4.1.10 Pipa Pemanas

Udara dipanaskan dari 25 °c sampai menjadi 40° c mengalir dalam pipa. Gas melewati berkas pipa dengan temperature 739,64° c. Digunakan pipa galvanis dengan diameter luar 2 inch, diasumsikan temperature permukaan luar pipa sama dengan temperature uap 739,64 °c jumlah pipa sebanyak 30 buah

Dari hasil perhitungan perencanaan alat pengering *tray drayer* ini terdapat dua hasil pokok perhitungan yaitu:

1. Prestasi pengeringan.

Pada proses pengeringan terdapat factor-faktor yang berpengaruh terhadap pengeringan yaitu:

- Temperatur penguapan air gabah adalah 27,85 °c
- Jumlah kalor yang dibutuhkan dalam prses pengeringan 4703,97 KJ/jam
- Kelembaban udara dalam ruang pengering 0,0379 kg air/kg udara
- Massa udara pengering 4426,22 kg/jam
- Waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan 6,1 jam
- Kebutuhan bahan bakar selama proses pengeringan 76,60 kg bahan bakar.

2. Dimensi dan Ukuran Pengering

Dari uraian tersebut di atas maka didapat dimensi dan ukurang pengering seperti tabel 5.1 di bawah ini

Tabel 5.1 Ukuran ukuran dasar pengering gabah kapasitas 1000 kg

No	Komponen Pengering	Ukuran				
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Diameter (in)	Jumlah
1	Ruang Pengering	2,5	2,5	3	-	1
2	Nanpan	2	1	0.1	-	20
3	Rak Pengering	2,1	1,1	1,6	-	2
4	Pipa Galvanis	1	-	-	2	30

4.2. Luaran Yang dicapai

Luaran yang dicapai dalam penelitian RDUU (Riset Dasar Unggulan Unsrat) ini yaitu untuk publikasi secara ilmiah atau artikel dalam Jurnal International (*submitted*). Sedangkan rencana kegiatan dari pelaksanaan penelitian dan luarannya, seperti diperlihatkan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Kegiatan pelaksanaan penelitian dan luarannya

Periode	Langkah Penilitia	Pelaksanaan	Metode	Luaran
---------	-------------------	-------------	--------	--------

	n	Penelitian		
Semester I	1	Tahap Persiapan	Korelasi	Pemahaman dan penguasaan
	2	Pembuatan Alat	Eksperimen	Alat Pengereng
	3	Pengujian alat		
Semester II	4	Data Pengerengan padi	Pengumpulan Data	
	5	Perhitungan	Analisis Data	Hasil

Dengan temperature 40 °c kecepatan udara 4 m/det dan laju aliran udara panas 26733, 615 m³/jam serta kelembaban udara pengeringan 0,0379 kg air/kg udara sudah cukup untuk mengeringkan padi 1000 kg selama ± 6.1 jam

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam proses pengeringan sebaiknya kapasitas gabah yang ditampung pengering masuk tidak melebihi kapasitas
2. Temperatur Pengeringan agar dapat dipertahankan pada temperature 40⁰ c.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil uraian tersebut di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. AAK. Budi daya Tanaman Padi, cetakan ke 13, 2006, Kanesusius
2. Benhard D. Wood , Sulkifli Harahap, Penerapan Termodnamika, edisi ke dua 1998, Erlangga
3. Djoksetyardjo, Ketel Uap, cetakan keempat 1999, pradya Paramita

Daftar Pustaka

1. Geankopolis, Cristie. J, Taransport Processes and Unit Operation, edisi ketiga 1993, Erlangga.
2. Holman, JP. Prinsip Perpindahan Kalor, 1995, Erlangga
3. Krrreith, Frank, Priyono Arki, Prinsip-prinsip Perpindahan Panas, edisi ketiga, 9991, Erlangga
4. Michael M. Howard N, Thermodinamika Teknik I , edisi keempat 2004, Erlangga