

## ANALISA SALURAN PENGERING PAKAN TERNAK DENGAN BENTUK BALOK PADA SISTEM POMPA KALOR DENGAN DAYA 1 PK

Jupiter Sirait<sup>1</sup>, Tekad Sitepu<sup>2</sup>, Andianto P.<sup>3</sup>, Mahadi<sup>4</sup>, Farida Ariani<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
E-mail : jupitersirait2@gmail.com

### ABSTRAK

Analisa ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang sering di hadapi para produsen pakan ternak untuk mengeringkan pakan ternak yang sudah dicacah dalam keadaan lembab menjadi kering agar tahan lebih lama. Oleh sebab itu dilakukan perancangan ulang saluran pengering dari yang sebelumnya yaitu suatu saluran pengering bentuk balok dengan ukuran tinggi 100 cm, tinggi kaki 104 cm, luas penampang 40 x 40 cm, ukuran pipa masuk saluran udara 3 inc, dengan kapasitas 1kg. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui laju perpindahan panas pada saluran pengering, mengetahui laju pengeringan pakan ternak, untuk mengetahui laju ekstraksi air spesifik, untuk mengetahui konsumsi energi spesifik dan mengetahui biaya yang dibutuhkan dalam proses pengeringan pakan ternak per kilogram. Adapun parameter-parameter yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah luas permukaan, kecepatan udara, kelembapan udara dan waktu. Nilai laju perpindahan panas pada saluran pengering pakan ternak berbentuk balok dengan tinggi 100cm dengan luas penampang 40x40 cm adalah 9,286 w, nilai laju pengeringan pakan ternak adalah 0,1145 kg/jam sedangkan penurunan kadar air pada pakan ternak 25,9%. Nilai laju air spesifik (*Specific Moisture Extraction Rate*) adalah 0,108671 kg/kwh, nilai konsumsi energi spesifik (*Specific Energi Consumption*) adalah 9,202059 kwh/kg. Biaya yang dibutuhkan untuk proses pengeringan pakan ternak dengan pengering sistem pompa kalor daya 1PK selama 1,6 jam adalah Rp 10481 –per kilogram.

Kata kunci: Saluran pengering, *Ratio Humidity Specific Energi Consumption*, *Specific Moisture Extraction Rate*.

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pakan ternak di Indonesia sangat tinggi mengingat komoditas peternakan sangat banyak di Indonesia. Banyaknya peternakan sangat berpengaruh terhadap kebutuhan akan pakan yang akan siap untuk di makan oleh ternak, sedangkan pakan ternak yang diproduksi industri masih bersifat basah atau lembab. Untuk itu industri harus mengeringkan hasil produksinya menggunakan sinar matahari ataupun mesin pengering.

Pakan ternak merupakan pengganti makanan ternak dari alam. Pakan ternak di produksi dari industri rumahan (*home industry*) ataupun di produksi secara massal. Dalam setiap produksi, produsen pakan ternak biasanya mengeringkan hasil produksinya menggunakan sinar matahari. Jika menggunakan cahaya matahari saja hasil produksi tidak mencukupi permintaan atas pakan ternak di Indonesia. Untuk itu kebutuhan mesin pengering sangat dibutuhkan guna menunjang hasil produksi pakan ternak.

Mesin yang sering di jumpai di pasaran menggunakan alat pemanas (*heater*) dan alat ini menggunakan tenaga arus listrik yang sangat besar. Untuk itu penulis mencoba menggunakan alat yang tidak lajim digunakan di mesin pengering yaitu AC. Panas yang didapat untuk mengeringkan didapat dari kondensor, udara kering di keluarkan oleh evaporator AC tersebut.

AC yang digunakan adalah jenis AC yang biasa di temukan di pasaran yaitu AC Polytron dengan daya 1 PK.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Proses Pengeringan**

Pengeringan adalah proses perpindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Proses pengeringan berlaku apabila bahan yang dikeringkan kehilangan sebahagian atau keseluruhan air yang dikandungnya. Proses utama yang terjadi pada proses pengeringan adalah penguapan. Penguapan terjadi apabila air yang dikandung oleh suatu bahan teruap, yaitu apabila panas diberikan kepada bahan tersebut.

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian yaitu panas yang diberikan pada bahan dan air harus dikeluarkan dari bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa ke luar. Yang dimaksud dengan pindah panas adalah peristiwa perpindahan energi dari udara ke dalam bahan yang dapat menyebabkan berpindahnya sejumlah massa (kandungan air) karena gaya dorong untuk keluar dari bahan (pindah massa).

### **Pengeringan Buatan**

Pengeringan dengan menggunakan alat pengering dimana, suhu, kelembapan udara, kecepatan udara dan waktu dapat diatur dan di awasi.

Keuntungan Pengering Buatan:

- Tidak tergantung cuaca
- Kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan
- Tidak memerlukan tempat yang luas
- Kondisi pengeringan dapat dikontrol
- Pekerjaan lebih mudah.

### **Jenis - Jenis Pengeringan Buatan**

Berdasarkan media panasnya,

- Pengeringan adiabatik ; pengeringan dimana panas dibawa ke alat pengering oleh udara panas, fungsi udara memberi panas dan membawa air.
- Pengeringan isotermik; bahan yang dikeringkan berhubungan langsung dengan alat atau plat logam yang panas.

### **Proses pengeringan:**

- Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air
- Dengan cara menurunkan RH dengan mengalirkan udara panas disekeliling bahan
- Proses perpindahan panas; proses pemanasan dan terjadi panas sensible dari medium pemanas ke bahan, dari permukaan bahan ke pusat bahan.
- Proses perpindahan massa ; proses pengeringan (penguapan), terjadi panas laten, dari permukaan bahan ke udara
- Panas sensible ; panas yang dibutuhkan /dilepaskan untuk menaikkan /menurunkan suhu suatu benda
- Panas laten ; panas yang diperlukan untuk mengubah wujud zat dari padat ke cair, cair ke gas, dst, tanpa mengubah suhu benda tersebut.

### Faktor faktor yang mempengaruhi pengeringan.

Pada pengeringan selalu di inginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha- usaha untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa (pindah massa dalam hal ini adalah perpindahan air keluar dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan tersebut).

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu :

- (a) Luas permukaan
- (b) Suhu
- (c) Kecepatan udara
- (d) Kelembaban udara
- (e) Tekanan
- (f) Waktu.

### Psikometrik

Psikometrik adalah salah satu sub bidang *engineering* yang khusus mempelajari sifat-sifat thermofisik campuran udara dan uap air untuk selanjutnya akan disebut “udara”. Pada psikometrik udara “ hanya dibedakan atas udara kering dan uap air. Meskipun udara kering masih dapat dibedakan lagi menjadi komponen gas yang terdiri dari Nitrogen, Oksigen, Karbon dioksida dan yang lainnya, tetapi pada psikometrik semuanya diperlakukan sebagai satu unit udara kering.

Ada dua cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat thermodinamik udara, yaitu dengan menggunakan persamaan-persamaan dan dengan menggunakan grafik yang menggambarkan sifat-sifat thermodinamik udara, yang biasa disebut *psikometric chart*. Dengan menggunakan grafik ini, proses-proses seperti pendinginan udara, *dehumidification*, dan perlakuan udara kering dapat dijelaskan dengan lebih muda. Parameter-parameter dan istilah yang digunakan untuk menggambarkan sifat-sifat thermodinamik udara antara lain : *Humidity ratio, relatif humidity, dry-bulb* dan *wet-bulb, temperatur, dew-point temperatur, sensibel end laten heat, desity, moist volume*, dan entalpi [1]

### Rasio humiditas (*hummidity ratio*)

Karena udara adalah gabungan udara kering dan uap air yang terkandung pada udara, maka *humidity ratio* adalah perbandingan masah uap air ( $m_w$ ) dan massa udara ( $m_a$ ) yang dirumuskan:

$$w = \frac{m_w}{m_a}$$

Satuan dari parameter ini adalah kg uap air/kg udara atau gram uap air/kg udara. Dengan menggunakan persamaan gas ideal dan hukum Dalton, yang merumuskan hubungan antara kandungan gas dengan tekanan persial gas, maka rasio humiditas juga dinyatakan dengan:

$$w = 0,62198 \frac{p_w}{p_{atm} - p_w}$$

Dimana  $p_w$  adalah tekanan parsial uap air dan  $p_{atm}$  adalah tekanan atmosfer. Persamaan di atas menunjukkan bahwa hanya dengan mengetahui tekanan parsial uap air pada temperatur tertentu, kita dapat menentukan kandungan uap air di udara.[2]

**Humiditas Relatif ( *relatif humidity*, atau RH)**

Parameter ini adalah perbandingan fraksi mol uap air pada udara tersebut mengalami saturasi. Berdasarkan definisi ini, persamaan yang digunakan untuk menghitung RH adalah:

$$RH = \frac{mol_{uap}}{mol_{uap,sat}}$$

Sebagai catatan, pada saat saturasi fraksi mol uap air yang terkandung didalam udara adalah fraksi mol maksimum. Setelah itu uap air akan mulai mengembun, atau berubah fasa menjadi cair. Berdasarkan fakta ini, pada saat terjadi saturasi, nilai relative humidity adalah 100% jadi diingat saat terjadi saturasi RH=100%

Dengan mengurangi definisi fraksi mol dan persamaan gas ideal, RH dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$RH = \frac{P_w}{P_{ws}}$$

$P_{ws}$  adalah tekanan uap saat terjadi saturasi dan merupakan fungsi dari temperatur. Persamaan yang disusul ASHER dapat digunakan untuk menghitung  $P_{ws}$  (Pa):[3]

$$\ln(p_{ws}) = C_1/T + C_2 + C_3T$$

+ $C_4T^2 + C_5T^3 + C_6 \ln T$  Dimana T adalah temperatur mutlak dalam K. Konstanta  $C_1$  sampai dengan  $C_6$  dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Temperatur mutlak

$C_1 = - 5,8002206 \times 10^3$	$C_4 = 4,1764768 \times 10^{-5}$
$C_2 = 1,3914993 \times$	$C_5 = -1,4452093 \times 10^{-8}$
$C_3 = - 4,8640239 \times 10^{-2}$	$C_6 = 6,5459673$

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

**Alat**

Alat pengering

Spesifikasi alat pengering:

- Panjang = 202 cm
- Lebar = 63 cm
- Tinggi = 87 cm
- Tinggi kaki = 24 cm

- Daya 1 Pk

Spesifikasi saluran pengering

- Tinggi = 100 cm
- Tinggi Kaki = 110 cm
- luas penampang = 40x40cm
- Diameter saluran masuk udara = 3 inc
- Diameter saluran keluar udara = 2 inc

## **Bahan**

### **Pakan Ternak**

Bahan yang menjadi objek pengeringan pada penelitian ini adalah pakan ternak. Pakan ternak yang akan dikeringkan merupakan pakan yang dibuat dari daun kelapa sawit yang sudah di cacah sampai halus

### **Prosedur percobaan**

Pertama-tama sebelum melakukan percobaan priksa seluru pralatan dalam benar-benar keadaan baik.

1. hidupkan mesin pengering ,lalu biarkan sampai kurang lebih setengah jam hingga menghasilkan panas maksimal dari kondensor
2. seting alat RH meter pada waktu yang telah ditentukan dan ditempatkan pada ujung saluran masuk dan keluar
3. timbang pakan ternak sebanyak 1 kg untuk dilakukan pengeringan
4. setelah dalam keadaan siap maka dilakukan proses pengeringan dengan memasukkan bahan pakan ternak kedalam saluran pengering
5. maka ditutup saluran pengering dengan rapat dan mulai hidupkan stopwatc seiring dihipukannya blower dan selama 5 menit maka blower dimatikan,dan pakan ternak diambil lalu ditimbang, maka dicatat sebagai data penelitian.
- 6.setelah itu catat kecepatan udarah dan temperatur dengan menggunakan anemometer pada saluran masuk dan keluar, maka seperti itu seterusnya dilakukan selama 10 kali percobaan.

### **Data Penelitian**

Adapun data yang direncanakan akan dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan analisis dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

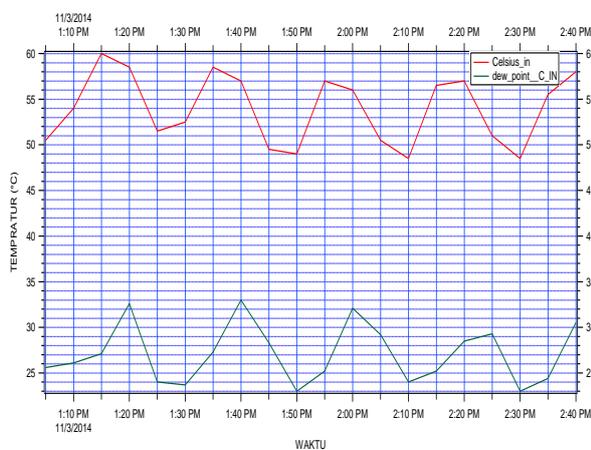
1. Massa Pakan Ternak (M)  
Massa dari pakan di ukur pada saat keadaan basah ( $M_b$ ) dan pada saat keadaan kering ( $M_k$ ).
2. Waktu pengeringan (t)  
Waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakan yaitu lima menit sekali pada sekali percobaan pada saat basah sampai pada saat keadaan kering (berat basah sampai berat kering).
3. Temperatur (T)  
Temperatur yang di ukur adalah temperatur udara pada saat masuk ke evaporator ( $T_{in}$ ), keluar evaporator ( $T_{out}$ ), saluran masuk pengering ( $T_{in}$ ) dan saluran keluar pengering ( $T_{out}$ ).
4. Kelembaban udara (Rh)  
Kelembaban udara yang diukur pada titik saat masuk ke evaporator ( $Rh_1$ ), keluar evaporator ( $Rh_2$ ), saluran masuk pengering( $Rh_3$ ) dan saluran luar pengering ( $Rh_4$ ).

5. Kecepatan aliran udara (v)  
Udara yang keluar dari mesin pengering dan diukur kecepatannya.
6. Kuat arus ( I )
7. Tegangan ( V )

#### 4. HASIL PENGUJIAN

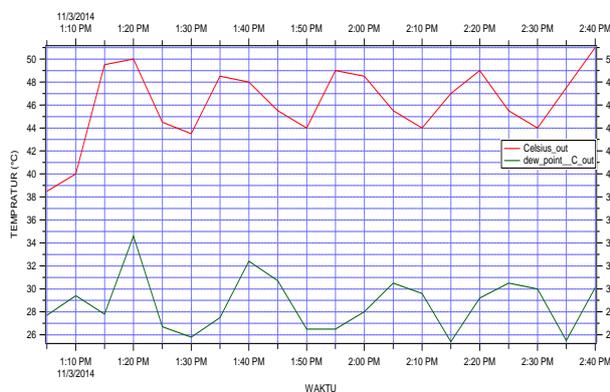
##### Grafik Hasil Pengujian

Dari pengujian didapat grafik suhu masuk, suhu keluar, humiditas rasio masuk dan humiditas rasio keluar dan dwe-point masuk dan dew-point keluar pada saluran pengering .Adapun grafik tersebut seperti dibawah ini :



Gambar :4.1.Grafik Temperatur,Dwe-point vs Waktu pada saluran masuk (in)

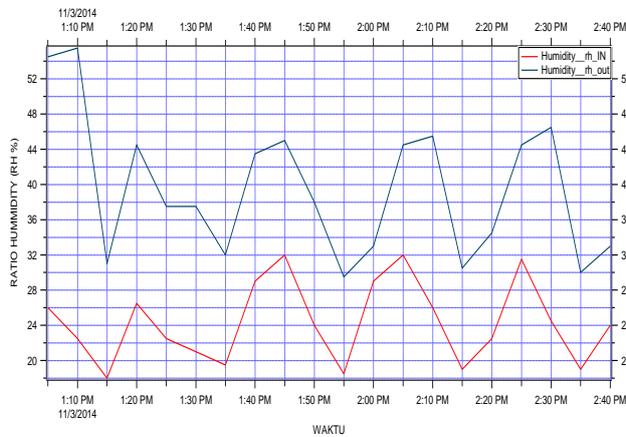
Gambar 4.1 dapat dilihat temperatur maksimum pada saluran masuk (in) adalah 60 °C pada waktu 13:15, sedangkan temperatur minimum adalah 48,5 °C pada waktu 14:10 dan pada waktu 14:30. Pada temperatur Dwe-point maksimum adalah 32,6 °C pada waktu 13:20, sedangkan temperatur Dwe-point minimum adalah 23 °C pada waktu 13:50 dan pada waktu 14:30.



Gambar :4.2.Grafik Temperatur,Dwe-point vs Waktu pada saluran keluar (out)

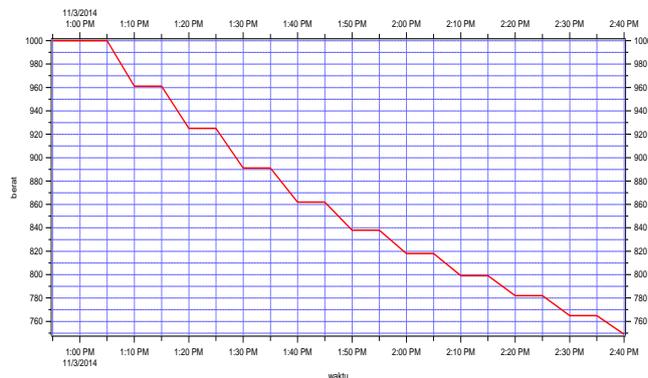
Gambar 4.2 dapat dilihat temperatur maksimum pada saluran keluar (out) adalah 51 °C pada waktu 14:20, sedangkan temperatur minimum adalah 38,5 °C pada waktu 13:05. Pada

temperatur Dwe-point maksimum adalah 34,6 °C pada waktu 13:20, sedangkan temperatur Dwe-point minimum adalah 25,4 °C pada waktu 14:15.



Gambar :4.3.Grafik kelembapan udara(Ratio hummidity)RH (%) vs Waktu

Gambar 4.3. dapat dilihat % kelembapan udara(ratio hummidity) maksimum pada saluran masuk (in) adalah 32 % pada waktu 13:45 dan 14:05,Sedangkan kelembapan udara minimum adalah 18 % pada waktu 13:15 .Sedangkan pada saluran keluar (out) kelembapan udara maksimum adalah 55,5 % pada waktu 13:10 sedangkan kelembapan udara minimum adalah 29,5 % pada waktu 13:55



Gambar :4.4.Grafik penurunan berat pakan ternak vs Waktu

Gambar 4.4. dapat dilihat penurunan berat pakan ternak berbanding lurus terhadap waktu.Penurunan berat maksimum adalah 38 gram pada waktu 13:10 sedangkan penurunan berat minimum adalah 20 gram pada waktu 14:40

### Perhitungan Hasil Pengujian

Perhitungan Sifat-sifat Thermodinamik Udara Pada Saluran Masuk(in).

Tekanan uap saturasi masuk saluran pengering dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\ln(p_{ws})_{in} = C_1/T_{in} + C_2 + C_3T_{in} + C_4T_{in}^2 + C_5T_{in}^3 + C_6 \ln T_{in}$$

Dimana nilai  $T_{in} = 50,5+273 = 323,5 \text{ K}$

$$\begin{aligned} \ln(p_{ws})_{in} &= -5,8002206 \times 10^3/323,5 + 1,3914993 + -4,8640239 \times 10^{-2} \times 323,5 + \\ & 4,1764768 \times 10^{-5} \times 323,5 + -1,4452093 \times 10^{-8} \times 323,5 + 6,5459673 \times \\ & 323,5 \times \ln(323,5) \\ \ln(p_{ws})_{in} &= 9.438747151 \text{ Pa} \\ p_{ws(in)} &= \exp(9.438747151) \text{ Pa} \\ &= 12565.96379 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Tekanan uap air masuk saluran pengering pada udara dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} p_{w(in)} &= RH_{in} \times p_{ws(in)} \\ RH &= \%RH_{in} \times 0,01 \\ &= 26 \times 0,01 \\ &= 0,26 \\ p_{w(in)} &= 0,26 \times 12565.96379 \text{ Pa} \\ &= 3267,150585 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Rasio humiditas masuk saluran pengering dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} w_{in} &= 0,62198 \frac{p_{w(in)}}{p_{atm} - p_{w(in)}} \\ &= 0,62198 \frac{3267,150585}{101325 - 3267,150585} \\ &= 0,02072350488 \text{ kg uap / kg udara} \\ &= 2072350488 \text{ g/kg} \end{aligned}$$

Volume spesifik udara masuk saluran pengering dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} v &= \frac{287,055(T_{in} + 273) \times (1 + 1,6078 \times w_{in})}{p_{atm}} \\ &= \frac{287,055(323,5) \times (1 + 1,6078 \times 0,02072350488)}{101325} \end{aligned}$$

$$= 0.947016 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Maka density ( $\rho$ ) :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{v} \\ &= \frac{1}{0.947016} \\ &= 1,055948387 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Temperatur dew poin masuk saluran pengering dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} T_{d(in)} &= \frac{4030(T_{in} + 235)}{4030 - (T_{in} + 235)\ln(RH_{in})} - 235 \\ &= \frac{4030(50,5+235)}{4030 - (50,5+235)\ln(0,26)} - 235 \\ &= 25,6 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

### Menghitung laju Perpindahan Panas yang terjadi pada Saluran Pengering

Dimana: saluran pengering yang digunakan berbentuk balok dengan

$$\begin{aligned} \text{Panjang } 100 \text{ cm} &= 1 \text{ m,} \\ \text{Lebar } 40 \text{ cm} &= 0,4 \text{ m} \\ \text{Tebal plat seng} &= 0,5\text{mm} = 0,0005 \text{ m} \\ \text{Dilapisi glasswool setebal } 2,5\text{cm} &= 0,025 \text{ m} \end{aligned}$$

K untuk plat seng = 166 w/m.k

K untuk glasswool = 0,046 w/m.k

Pada perhitungan ini diambil nilai rata-rata  $T_{in}$  dan  $T_{out}$  yaitu :sebesar 323.K.  
Diasumsikan Nilai udarah sekitar  $T_o = 304,86$  K

$$V = 24,78 \text{ m/s}$$

$$D_h = \frac{4 \times \text{luas}}{\text{keliling}} = \frac{4.A}{K}$$

$$= \frac{4.a.b}{2(a+b)}$$

$$D_h = \frac{2ab}{a+b} = \frac{2(0,4 \times 1)}{0,4+1} = 0,5714 \text{ m}$$

Suhu 304,86 K diperoleh :

$$\mu = 3,324 \times 10^5 \text{ kg/m.s}$$

$$Pr = 0,7791$$

$$K = 0,0507 \text{ w/mk}$$

$$\rho = \frac{P}{R.T} = \frac{1,0132 \times 10^5}{287(323)} = 1,09297 \text{ kg/m}^3$$

$$Re = \frac{P.V.D}{\mu} = \frac{1,09297 \times 24,78 \times 0,5714}{3,324 \times 10^5}$$

$$= 463343,7$$

Maka  $Re = 463343,7$  (aliran Turbulen)

$$Nu = 0,023 Re^{0.8} Pr^{1/3}$$

$$= 0,023 (463343,7)^{0.8} (0,70294)^{1/3}$$

$$= 185,48$$

$$h = \frac{NuK}{D} = \frac{185,48 \times 0,0507}{0,5714}$$

$$h = 16,458 \text{ w/m}^2\text{k}$$

$$h_i = 16,458 \text{ w/m}^2\text{k}$$

$$T_f = \frac{T_s + T_r}{2}$$

$$= \frac{35,86 + 31,86}{2} = 33,86 \text{ } ^\circ\text{C} = 306,86 \text{ K}$$

Suhu 306,86 K diperoleh :

$$K = 0,02512 \text{ w/mk}$$

$$Pr = 0,70951$$

$$V = 16,3856 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{/s)}$$

$$\beta = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{306,86}$$

$$= 0,00326$$

$$Gr = \frac{G.\beta(T_s - T_r)(Dh)^3(Pr)}{V}$$

$$= \frac{9,8.0,00326(35,86 - 31,86)(Dh)^3(Pr)}{16,3856 \times 10^6}$$

$$= \frac{0,001692}{16,3856 \times 10^6}$$

$$= 1032,59$$

$$Nu = 0,53 (Gr)^{1/4}$$

$$Nu = 0,53.258,15$$

$$H = Nu \frac{k}{Dh}$$

$$= 136,81 \frac{0,02512}{0,5714}$$

$$Ho = 6,0148 \text{ w/m}^2\text{k}$$

Tahanan termal masing-masing adalah :

$$R_1 = \frac{1}{hiA} = \frac{1}{16,458 \times 0,4 \times 1}$$

$$= \frac{1}{6,5832}$$

$$= 0,152$$

$$R_2 = \frac{l}{kA} = \frac{0,0005}{166 \times 0,4 \times 1}$$

$$= \frac{0,0005}{66,4}$$

$$= 7,5301 \times 10^{-6}$$

$$R_3 = \frac{l}{kA} = \frac{0,0255}{0,046 \times 0,4 \times 1}$$

$$= \frac{0,0255}{0,0184}$$

$$= 1,385$$

$$R_4 = \frac{1}{h0A} = \frac{1}{6,0148 \times 0,4 \times 1}$$

$$= \frac{1}{2,40592}$$

$$= 0,4157$$

Tahanan termal total adalah :

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$= 0,152 + 7,5301 \times 10^{-6} + 1,385 + 0,4157$$

$$= 1,9536$$

Maka perpindahan panas total

$$Q_{total} = \frac{T_i - T_0}{R_{total}}$$

$$= \frac{323 - 304,86}{1,9536}$$

$$= 9,286 \text{ W}$$

### Laju Pengeringan

Laju pengeringan (*drying rate*) adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. [4]

Laju pengeringan dapat di hitung dengan rumus :

$$m_d = \frac{W_o - W_f}{t}$$

$$= \frac{1\text{kg} - 0,741\text{kg}}{1,4 \text{ jam}} = 0,185 \text{ kg/jam}$$

Dari hasil pengujian mesin pengering pakan ternak dengan beban 1 kg pakan ternak

$$\begin{aligned} T_{out} &= 28,5 + 273 \\ &= 301,5 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\rho = 1,171718$$

maka massa jenis udara ( $\rho$ ) udara pada temperature 28,5 °C adalah 1,171718

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{T_{in} + T_{out}}{2} \\ &= \frac{30,9 + 28,5}{2} = 29,74 + 273 \\ &= 302,74 \text{ K} \end{aligned}$$

$$C_p = 1,00586$$

maka panas jenis ( $C_p$ ) udara pada temperatur 29,74 °C adalah 1,00586

### Nilai Laju Ekstraksi Air Spesifik (*Specific Moisture Extraction Rate*)

Nilai laju ekstraksi air spesifik atau *specific moisture extraction rate* (SMER) merupakan perbandingan jumlah air yang dapat diuapkan dari bahan, dengan energi listrik yang digunakan tiap jam atau energi yang dibutuhkan untuk menghilangkan kadar air pada 1 kg pakan ternak. Dinyatakan dalam kg/kWh.

Untuk menghitung nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) 5 menit pertama pengeringan diperoleh dengan rumus :

❖ Pada 5 menit pertama :

$$SMER = \frac{X}{m_{udara} \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) + W_c}$$

$$\begin{aligned} m_{udara} &= v \cdot A \cdot \rho \\ &= 1,072 \text{ m/s} \times 0,01 \text{ m}^2 \times 1,1702 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,01252 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_c &= V \times I \\ &= 220 \text{ Volt} \times 4,5 \text{ A} \\ &= 990 \text{ Watt} = 0,99 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_b &= 220 \text{ volt} \times 2 \text{ A} \\ &= 440 \text{ Watt} = 0,44 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Maka,

$$SMER = \frac{X}{\frac{m_{udara} \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) + W_c + B_c}{0,05}} = 0.034243 \text{ kg/kWh}$$

$$0,01252 \times 1,00408 (30,9 - 28,5) + 0,99 + 0,44$$

❖ Pada 5 menit kedua :

$$SMER = \frac{X}{m_{udara} \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) + W_c + W_b}$$

$$\begin{aligned} m_{udara} &= v \cdot A \cdot \rho \\ &= 1,072 \text{ m/s} \times 0,01 \text{ m}^2 \times 1,166036 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,012419 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_c &= V \times I \\ &= 220 \text{ Volt} \times 4,5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 990 \text{ watt} = 0,99 \text{ kW} \\
 \text{Wb} &= 220 \text{ volt} \times 2 \text{ A} \\
 &= 440 \text{ Watt} = 0,44 \text{ Kwh} \\
 \text{SMER} &= \frac{X}{\frac{m_{\text{udara}} \times Cp \times (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) + Wc + Wb}{0,1}} = 0.069386 \text{ kg/kWh} \\
 &= \frac{0,012419 \times 1,00363 (30,9 - 30) + 0,99 + 0,44}{0,1}
 \end{aligned}$$

### Biaya Pokok Produksi

Dalam menentukan biaya produksi diperoleh dengan menggunakan persamaan energi yang dikonsumsi spesifik atau *specific energy consumption* (SEC) yang dinyatakan dalam kWh/kg dikali dengan tarif dasar listrik. Untuk harga tarif dasar listrik dibebankan sebesar Rp 1139 per kWh. Sumber :

[<http://bisnis.liputan6.com/read/2100185/ini-daftar-tarif-listrik-terbaru-usai-naik-per-1-september>]

❖ Pada 5 menit pertama:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Pokok Produksi} &= \text{SEC} \times \text{Tarif dasar listrik} \\
 &= 29.20342 \text{ kWh/kg} \times \text{Rp } 1139,- \\
 &= \text{Rp } 33,262
 \end{aligned}$$

❖ Pada 5 menit ke dua :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Pokok Produksi} &= \text{SEC} \times \text{Tarif dasar listrik} \\
 &= 14.41217 \text{ kWh/kg} \times \text{Rp } 1139,- \\
 &= \text{Rp } 16,415
 \end{aligned}$$

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rasio humiditas (*humidity ratio*) yang tertinggi adalah = 32,22496698 (g/kg) dan nilai yang terendah adalah = 17,58850609 (g/kg)
2. nilai laju ekstraksi air spesifik (*Specific Moisture Extraction Rate*) adalah 0.034243 kg/kWh
3. Konsumsi energi spesifik (*Specific Energi Consumption*) dengan daya 1 PK adalah 1.451253 kWh/kg.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal berikut:

1. Perlu adanya penambahan sejenis alat pengaduk di saluran pengering agar proses pengeringan merata sehingga pengeringan akan menjadi lebih maksimal dan efektif.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai standart kadar air yang harus terdapat dalam pakan ternak dari daun sawit sehingga proses pengeringan pakan ternak dapat diatur sesuai pengeringan yang dibutuhkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambarita,Himsar "Teknik Pendingin dan Pngkondisian udara" Medan 2012
- [2] Ambarita,Himsar "Perpindahan Panas" Medan 2012
- [3] Cengel,A,Yunus "Heat Transfer" Second Edition,2003
- [4] Holman ,JP, "Perpindahan Kalor",Sixth Edition, penerbit Erlangga, 1986