

REKAYASA PENGERING KAYU SISTEM DEHUMIDIFIER KAPASITAS 1 M³ DENGAN PEMANFAATAN PANAS KONDENSOR

Murni, Rahmat
 Program Diploma III Teknik Mesin
 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

Murni, Rahmat, in paper timber drier engineering with 1 m³ capacity dehumidifier sistem with exploiting of condenser temperature explain that to make machine dryer of wood made in requiring costly investment, so that it's out of reach expense for home industry. To overcome this matter requires to be made by an dryer of wood with expense of cheap investment. From result of research and attempt can be made by machine dryer of system of dehumidifier capacities 1 m³ with exploiting of liquefier heat with expense of cheap investment and from result of attempt can dry wood of sengon thickly 25mm rate and irrigate 58 % becoming 10 % only during 4 day and result him goodness.

Key word : Pengering, Kayu, Dekumudifier

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu zat padat yang didalamnya mengandung fraksi air sebagai air terikat, agar kayu dapat diproses menjadi barang jadi dengan kualitas baik, maka kadar air kayu harus dikeluarkan lebih dahulu sehingga kadar air kayu kurang 12 % untuk itu kayu perlu dikeringkan.

Untuk mengeringkan kayu dapat dilakukan bermacam-macam cara, baik dengan cara alami dengan memanfaatkan sinar matahari maupun dengan membuat mesin pengering kayu buatan.

Untuk membuat mesin pengering buatan dibutuhkan biaya investasi mahal sehingga biayanya tidak terjangkau untuk kalangan industri kecil (home industri).

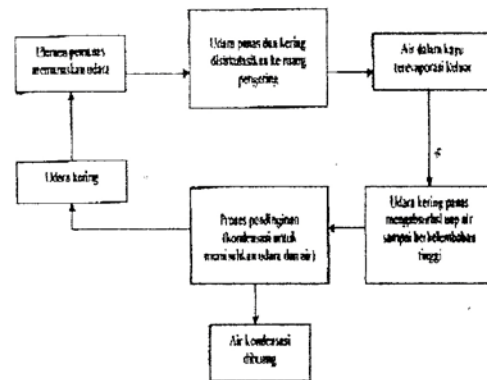
Untuk itu perlu adanya alternatif lain yaitu membuat pengering kayu dengan biaya murah dan hasilnya dapat dipertanggung jawabkan. Berdasarkan itulah penulis membuat rekayasa pengering kayu sistem dehumidifier dengan pemanfaatan panas kondensor dengan ukuran panjang 1900 mm, lebar 1500 mm dan tinggi 1100 mm dapat untuk mengeringkan kayu sengon tebal 25 mm dengan kadar air 58 % menjadi kayu kering dengan kadar air 10 % selama 96 jam atau 4 hari dan hasil kayu baik (memenuhi standar)

TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Kerja Pengering Kayu Sistem Dekumidifier

Prinsip sistem ini adalah pemanasan udara agar kandungan air dalam kayu terevaporasi keluar. Air yang keluar terserap oleh udara di sekitarnya sehingga udara ini menjadi lembab oleh uap air yang terserap dari kayu. Udara lembab tersebut diserap ke dalam mesin pendingin dan penurunan kelembaban (dehumidifier unit). Air kondensasi akan dibuang keluar dan udara kering dimasukkan kembali ke ruang pengering setelah sebelumnya melalui elemen pemanas (heater). Udara panas dan kering masuk ke

dalam ruang pengering untuk menyerap uap air lagi, begitu seterusnya.



Gambar 1. Skema Pengeringan

Perpindahan Massa

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan adalah proses perpindahan panas yang mengakibatkan menguapnya air dari dalam kayu dan proses perpindahan massa dimana sejumlah uap air dari dalam kayu ke udara. Besarnya massa kayu kering dengan kadar tertentu dapat dicari rumus sebagai berikut :

$$Mtk = \gamma \times K$$

Keterangan :

- Mtk = Massa kayu kering (Kg)
- γ = Berat jenis kayu kering (Kg/m³)
- K = Volume kayu (m³)

Banyaknya massa uap air yang berpindah tergantung pada kadar air kayu, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$EMC = \frac{(Mtb - Mtk)}{Mtk} \times 100\%$$

Keterangan :

EMC = Equilibrium Moisture Content (kadar air akhir kayu) (%)

Mtb = berat kayu basah

Mtk = berat kayu kering

Mw = Massa awal kayu - Massa akhir kayu
Massa air yang diuapkan dari bahan (M_w)

$$Mw = \frac{100 (m_1 - m_2)}{(100 - m_1) (100 - m_2)} \times Mtk$$

Keterangan:

Mw = Massa air yang diuapkan (kg)

m₁ = Kadar air awal kayu (%)

m₂ = Kadar air akhir kayu (%)

M_{TK} = Massa akhir kayu (kg)

Energi Pengeringan

Kalor sensibel adalah kalor yang berguna untuk menaikkan temperatur awal kayu menjadi temperatur akhir kayu pada proses pengeringan tanpa terjadi perubahan fase. Besarnya kalor sensibel dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_s = \frac{m_{tb} \times C_{pt} \times \Delta T}{t}$$

Keterangan :

Q_s = Energi kalor yang berguna untuk menaikkan temperature kayu (kJ)

C_{pt} = Kalor jenis kayu (kJ/kg °C)

ΔT = Selisih temperatur sebelum dan sesudah pengeringan (°C)

t = Waktu proses pengeringan (s)

Kalor laten merupakan energi yang digunakan untuk menguapkan air dalam kayu. Untuk mengetahui besarnya energi untuk proses penguapan digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_L = \frac{Mw}{t} \times L_H$$

Keterangan :

Q_L = Energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam kayu (Watt)

M_w = Massa air yang diuapkan (kg)

t = Waktu pengeringan (s)

L_H = Kalor laten (kJ/kg)

Panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan dalam proses pengeringan adalah :

$$Q_{pengeringan} = h_2 - h_1 \quad (m)$$

Keterangan :

Q = energi pengeringan (kW)

h₂ = entalpi udara keluar (kJ/kg)

h₁ = entalpi udara masuk (Kj/kg)

m = laju aliran massa (kg/detik)

Laju aliran massa dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$m = \rho \times V$$

Keterangan :

ρ = berat jenis (kg/m³)

V = kapasitas aliran (m³/detik)

Harga entalpi dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$h = (C_{pu} \times T)_{udara\ kering} + (\varphi \times h_{fg})_{uap\ air}$$

Keterangan :

C_{pu} = Panas spesifik udara kering (J/kg °K)

T = Temperatur udara kering (°K)

ω = Kelembaban absolute (kg_{uap air}/kg_{udara kering})

h_{fg} = Enthalpi uap jenuh (kJ/kg)

Kelembaban absolute / rasio kelembaban (humidity ratio) adalah berat massa air yang terkandung dalam setiap kilogram udara kering.

$$\varphi = 0,622 \frac{P_v}{P_{atm} - P_v}$$

$$RH = \frac{P_v}{P_{sat}} \quad (12)$$

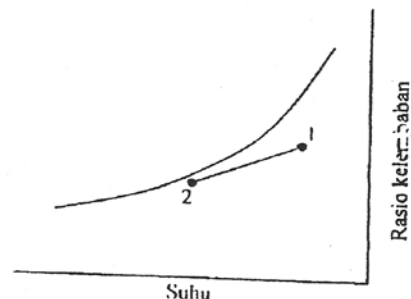
Keterangan :

P_v = tekanan parsial (kPa)

P_{atm} = tekanan atmosfer (kPa) = 101,3 kPa

Pendinginan dan Pengurangan Kelembaban (Dehumidifier)

Proses pendinginan dan pengurangan kelembaban akan menurunkan suhu bola kering dan rasio kelembaban (humidity ratio)



Gambar .2. Proses pendinginan dan pengurangan kelembaban

Kapasitas refrigerasi selama proses pendinginan dan penurunan kelembaban dinyatakan dengan :

$$Q = m (h_1 - h_2)$$

Keterangan :

- Q = kapasitas refrigrasi (kW)
- h_1 = entalpi udara memasuki mesin pendingin (kJ/kg)
- h_2 = entalpi udara keluar mesin pendingin (kJ/kg)

Pelepasan kandungan air. Laju pelepasan kandungan air dari udara per satuan waktu (kg/detik) dapat dicari dengan :

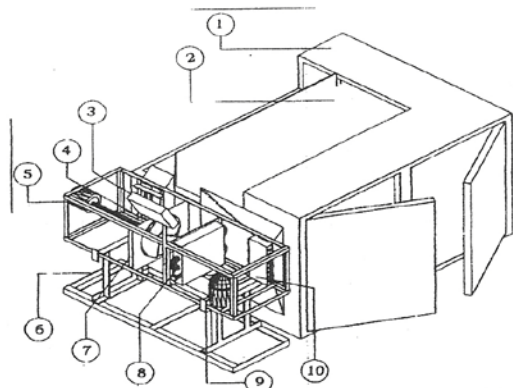
$$\text{laju pelepasan air} = m (\omega_1 - \omega_2)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi eksperimen di laboratorium digunakan untuk mengolah data penelitian yaitu rekayasa membuat pengering kayu sistem dehumidifier dengan memanfaatkan panas kondensor.

Adapun data mesinnya adalah sebagai berikut :

- Panjang mesin : 1900 mm
- Lebar mesin : 1500 mm
- Tinggi mesin : 1100 mm
- Heater : 600 watt
- Kompresor : 0,75 pk
- Motor fan utama : 0,43 pk dengan putaran 600 rpm
- Motor fan efaporator : 0,14 pk dengan putaran 1200 rpm
- Kapasitas ruang : 2,299 m³



Gambar 3 Pengering kayu sistem dehumidifier

Keterangan Gambar :

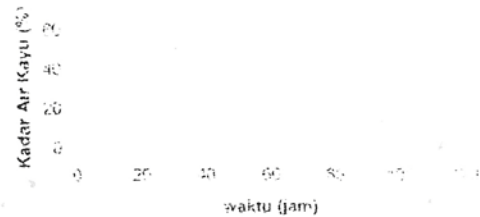
- 1. Box
- 2. Kayu sengon
- 3. Heater
- 4. Panel control
- 5. Motor fan
- 6. Engine Stand
- 7. Fan
- 8. Kondensor
- 9. Kompresor
- 10. Evaporator

Bahan

Bahan yang akan diuji (dikeringkan) adalah papan kayu sengon dengan ukuran : panjang = 1000 mm, lebar : 250 mm, tebal : 25 mm, jumlah : 144 buah dan kadar airnya 58 %. Adapun ganjal yang digunakan mempunyai tebal 16 mm.

Prosedur Penelitian

Bahan kayu sengon yang akan dikeringkan dites dulu kadar airnya dan dicatat, kemudian dimasukkan dalam ruang pengering dengan susunan melintang dan disusun dengan diberi ganjal, tiap-tiap tumpukan kayu harus memperhatikan arah sirkulasi udara dalam ruangan pengering agar sirkulasi udara dapat merata. Setelah ruang pengering penuh, pintu pengering ditutup kemudian mesin dihidupkan. Pengamatan harus dilakukan terus menerus dan pencatatan data dilakukan setiap 8 jam. Adapun data yang dicatat dimasukkan dalam tabel 1.



Gambar 4 kadar air kayu berdasarkan waktu pengeringan

PEMBAHASAN

Dari hasil uji coba alat di dapat bahwa waktu pengeringan hanya 96 jam (4 hari) dengan melihat data tadi bahwa penurunan kadar air kayu saat mulai start sampai dengan 40 jam menunjukkan penurunan yang tajam dan selanjutnya makin lama akan makin mendatar hingga batas air 10 % (saat mesin dimatikan)

KESIMPULAN

Mesin pengering kayu sistem dehumidifier dengan pemanfaatan panas kondensor dapat digunakan untuk kalangan industri rumah tangga (home industry) karena dari hasil uji coba waktu pengeringan hanya 96 jam (4 hari) dan kayu yang dihasilkan baik (memenuhi standar) yang dibutuhkan yaitu kadar air 10 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budianto, A Dodong. 1996. **Sistem Pengeringan Kayu**. Kanisius. Yogyakarta.
2. Cengel, Yunus A. 2002. **Thermodynamics And Engeneering Approach**. Mc. Graw Hill. Boston.
3. Holman, JP. 1997. **Perpindahan Kalor**. Erlangga. Jakarta.
4. Internet. 2007. **Modul Pengeringan (Panduan Pelaksanaan Lab Instruksional)**. Dept. Teknik Kimia ITB : Bandung.
5. Reynold, William C & Henry C Perkins. 1996. **Termodinamika Teknik**. Erlangga : Jakarta.
6. Stoecker, W.F & J.W. Jone. 1996. **Refrigerasi dan Pengkondisian Udara**. Erlangga : Jakarta.

Tabel 1. laju pengeringan selama 96 jam dan kadar air kayu

No	Jam Ke	Sebelum Evaporator							Setelah Evaporator							m V/v ₁ (Kg/s)	m (8 jam m x t (Kg)	Air Yang Dibuang (Kg)	Kadar Kaya (%)
		SBK (°C)	SBB (oC)	RH (%)	Psat (kPa)	Pv (kPa)	ω_1	v ₁ (m ³ /Kg)	SBK (°C)	SBB (oC)	RH (%)	Psat (kPa)	Pv (kPa)	ω_1	v ₂ (m ³ /Kg)				
1	8	45	43	85	9,593	8,154	0,05445	0,9798	47	40	67	10,695	7,166	0,047348	0,9756	2,548.10 ⁻⁴	7,338	7,338	54,71
2	16	46	41	73	10,144	7,405	0,049055	0,975	49	37	45	11,798	5,309	0,034402	0,9627	5,325.10 ⁻⁴	15,337	22,675	47,60
3	24	46	42	75	10,144	7,608	0,050508	0,9772	47	36	48	10,695	5,134	0,033204	0,955	6,342.10 ⁻⁴	18,264	40,939	39,14
4	32	46	39	65	10,144	6,594	0,043305	0,9667	47	33	40	10,695	4,278	0,027426	0,9466	5,871.10 ⁻⁴	16,908	57,847	31,31
5	40	46	40	69	10,144	6,999	0,046167	0,9709	48	35	43	11,247	4,836	0,031184	0,955	5,491.10 ⁻⁴	15,814	73,661	23,98
6	48	46	39	65	10,144	6,594	0,043305	0,9667	48	37	49	11,247	5,511	0,035786	0,9618	2,736.10 ⁻⁴	7,88	81,541	20,33
7	56	43	39	78	8,709	6,793	0,044708	0,9596	45	38	64	9,593	6,139	0,04013	0,9591	1,167.10 ⁻⁴	4,812	86,353	18,10
8	64	45	38	64	9,593	6,139	0,040130	0,9591	46	38	54	10,244	5,478	0,035557	0,9554	1,675.10 ⁻⁴	4,825	91,178	15,87
9	72	40	37	80	7,38	5,904	0,038495	0,9417	44	36	58	9,151	5,308	0,034391	0,9478	1,516.10 ⁻⁴	4,365	95,543	13,84
10	80	42	37	74	8,268	6,118	0,039982	0,9498	44	37	61	9,151	5,582	0,036274	0,9505	1,365.10 ⁻⁴	3,932	99,475	12,02
11	88	42	36	69	8,268	5,704	0,03712	0,9457	45	37	56	9,593	5,372	0,034833	0,9514	0,841.10 ⁻⁴	2,423	101,898	10,89
12	96	45	38	65	9,593	6,234	0,040797	0,96	47	37	56	10,695	5,989	0,039086	0,9636	0,622.10 ⁻⁴	1,789	103,687	10,07