

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pelepasan kelembaban air pada produk akibat transfer panas dan massa antara produk dan udara pengeringan atau dengan kata lain dapat dikatakan sebagai proses evaporasi. Umumnya kondisi ini disebabkan oleh suhu dan gaya konveksi udara. Tujuan utama penurunan kadar air produk hingga mencapai kadar air yang diinginkan adalah untuk mendapatkan produk yang berkualitas yang dapat disimpan dalam waktu yang panjang (Gazor, H. R., & Mohsenimanesh, A. 2010)

2.2 Teori Dasar Pengeringan

Pengeringan merupakan proses perpindahan panas melalui uap air dari suatu bahan secara simultan yang memerlukan energi untuk menguapkan kandungan air dari bahan yang dikeringkan oleh media pengering, yang biasanya berupa panas. Dan pengering pada dasarnya (Ardianto, 2019) merupakan proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan atau kadar air tertentu agar tidak terjadi perusakan pada bahan tersebut dan tahan dalam kurun waktu tertentu.

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi 2 (dua) proses yaitu :

1. Proses perpindahan panas, yaitu proses panas dari media pengering ke media yang dikeringkan baik secara konduksi, konveksi ataupun radiasi.
2. Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan ke udara sekitar.

2.2.1 Prinsip-Prinsip Pengeringan

Banyaknya bahan yang dikeringkan di dalam peralatan komersial dan banyaknya jenis peralatan yang di gunakan banyak orang, maka tidak satu teori pun mengenai pengeringan yang dapat meliputi semua jenis bahan dan peralatan yang ada. Variasi bentuk dan ukuran bahan, keseimbangan kelembaban (*moisture*) mekanisme aliran bahan pembasah itu, serta metode pemberian kalor yang di perlukan untuk penguapan.

Prinsip – prinsip yang sangat di perhatikan dalam pembuatan alat pengering antara lain adalah :

- a. Pola suhu di dalam pengering.
- b. Perpindahan kalor di dalam pengering.
- c. Perhitungan beban kalor.
- d. Satuan perpindahan kalor.
- e. Perpindahan massa didalam pengering.

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan Pengeringan

Terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi pengeringan adalah panas, RH (kelembaban relatif) dan sirkulasi udara. Diantaranya sebagai berikut :

- Panas

Merupakan energi yang diperlukan oleh molekul air untuk melepaskan diri dari ikatan antara molekul pada air bebas dalam rongga sel atau melepaskan diri dari ikatan dengan tangan hidroksil pada air terikat. Pada suhu tinggi, udara cenderung menghisap kelembaban atau uap air di bandingkan dengan udara bersuhu rendah. Panas thermal udara sangat berpengaruh terhadap nilai kelembababan

udara. Tetapi nilai kelembababan udara tidak akan berubah walaupun dipanaskan atau didinginkan.

- Kelembaban Relatif (*air humidity*)

Menentukan kapasitas pengeringan udara. Udara yang lebih kering (kelembaban relatif rendah) memiliki kapasitas pengeringan yang lebih tinggi dan dapat menahan uap air lebih banyak. Kapasitas pengeringan dipengaruhi oleh temperatur karena udara yang panas memiliki kapasitas pengeringan yang lebih tinggi.

- Sirkulasi udara

Berfungsi sebagai pengantar panas ke kayu lapis yang digunakan untuk menguapkan air dari dalam kayu lapis dan memindahkan uap air dari permukaan kayu lapis ke udara sekitar. Sirkulasi udara yang baik akan mempercepat perambatan gelombang panas pada udara sehingga mempercepat pengeringan.

2.3 Teori Dasar Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk mengetahui bentuk energi yang dapat di pindahkan dari satu tempat ke tempat lain, tetapi tidak dapat diciptakan atau di musnahkan sama sekali. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur

pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.4 Oven Kayu

Oven merupakan seperangkat mesin pengering sebagai pengganti sinar matahari dalam pengeringan suatu produk. Sistem kerja mesin oven pengering ini adalah mengeringkan produk pada suhu yang dikehendaki (suhu bisa diatur secara konstant) (Suparman dan Sukiyadi , 2015). Oven pengering kayu ini adalah model oven konvensional di mana panas yang dihasilkan dari ruang *heater* listrik dialirkan menuju ruang pengering dengan menggunakan blower. Dari ruang pengering kayu, terdapat juga *infrared heater* yang dimana sebagai sumber panas aliran ini kemudian diarahkan menuju saluran hisap yang kemudian dialirkan kembali ke ruang pengering kayu. Aliran ini terjadi terus menerus sampai tercapainya kekeringan kayu yang diharapkan. Mesin oven kayu dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Oven Kayu Pemanas *infrared* dan *heater* listrik.

2.5 Jenis - Jenis Oven Kayu

Menurut Murni (2007) di dalam alat pengeringan kayu terdapat beberapa jenis jenis sistem pengeringan oven kayu yang biasa digunakan, yaitu:

1. Sistem Kondensasi

Prinsip sistem ini adalah udara dipanaskan oleh elemen pemanas kemudian dimasukkan ke dalam ruang oven, setelah udara lembab oleh uap air dari kayu dihisap masuk ke dalam mesin pendingin udara. Air kondensasi dibuang keluar sedangkan udara keringnya disalurkan masuk kembali ke ruang oven melalui elemen pemanas.

2. Sistem Konvensional

Sistem ini menggunakan elemen pemanas dalam ruang oven yang menyebabkan udara dalam ruang terinduksi panas, kemudian udara panas disirkulasikan oleh kipas sirkulasi dan diarahkan dengan menggunakan plafon. Bila udara panas ini sudah jenuh dengan uap air yang dievaporasi dari kayu, maka udara itu akan dibuang melalui cerobong pembuang damper dan pada saat yang sama dimasukkan udara bersih ke dalam ruang kembali.

2.6 Elemen Pemanas

Electrical Heating Element (elemen panas listrik) sering kali digunakan pada kehidupan sehari-hari, baik di dalam rumah tangga maupun peralatan dan juga digunakan di dunia industri. Ada banyak bentuk dan tipe dari *electrical heating element* ini sesuai dengan fungsinya, tempat pemasangannya dan juga media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini berasal dari kawat atau pita yang bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang dipakai adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan juga dikelilingi dengan isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik

sehingga sangat aman saat digunakan (S D Ariffudin, D Wulandari. 2014). Elemen pemanas infrared berbahan keramik, pemanas tipe ini digunakan sebagai sumber panas dan memancarkan panas secara radiasi, dimana permukaan keramik pelapisnya berfungsi sebagai *reflector* gelombang *infrared* yang menghasilkan panjang gelombang 2-10 mikron, elemen pemanas infrared sangat efisien karena dapat menghasilkan panas 300°C hingga 700°C dengan menggunakan daya listrik yang lebih kecil dari elemen pemanas lainnya. Elemen pemanas infrared hanya membutuhkan waktu sekitar 30 detik untuk mencapai suhu operasi penuh dan oleh karena itu pemanas ini jauh lebih efisien dalam memanaskan ruang daripada pemanas-pemanas ruang lain yang konvensional

Ada 2 macam jenis utama elemen panas listrik ini yaitu

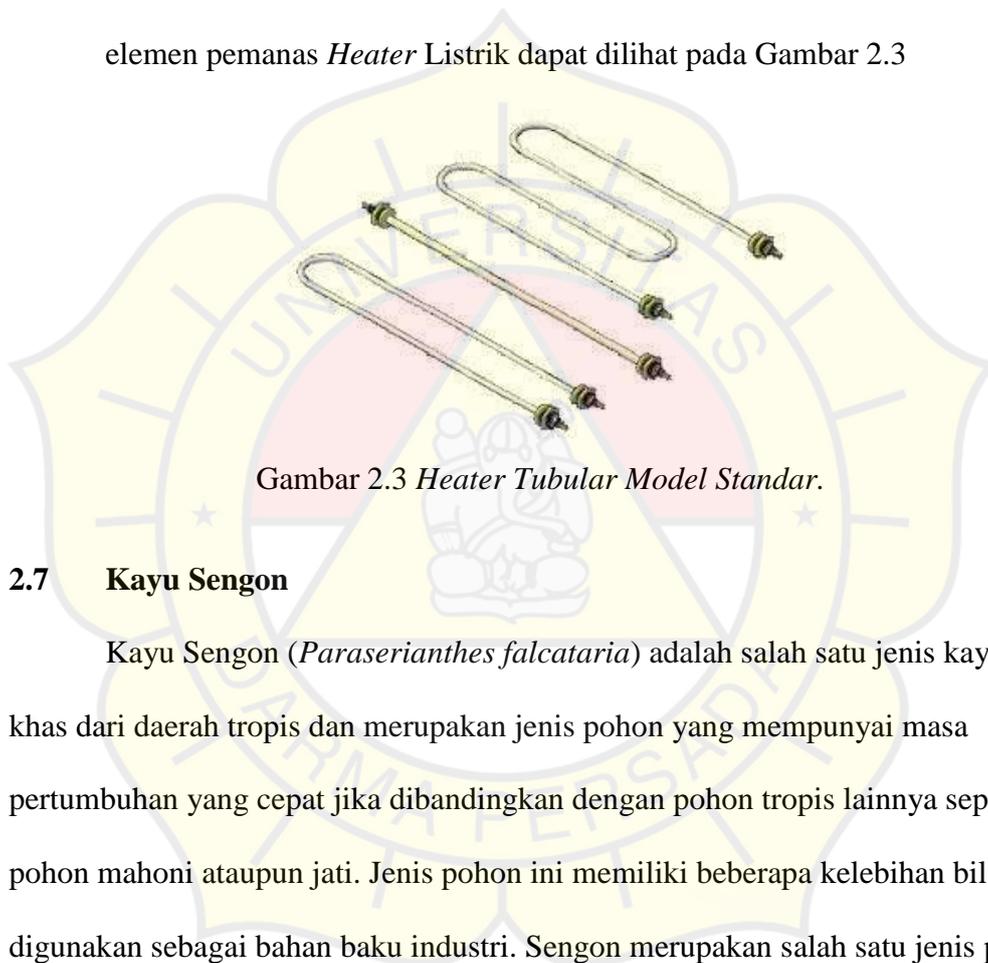
1. Elemen Pemanas Listrik bentuk Dasar yaitu elemen pemanas yang *Resistance Wire* nya dilapisi dengan isolator listrik saja, ada berbagai macam elemen pemanas yaitu *Ceramic Heater*, *Silica dan Quartz Heater*, *Bank Channel Heater*, *Black Body Ceramic Heater*, *Infrared Heater*.

Berikut contoh elemen pemanas *Heater Infrared* dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 *Heater Infrared*.

2. Elemen Pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *mild stell*, *stainless stell*, tembaga dan *kuningan*. *Heater* yang termasuk dalam jenis ini adalah *tubular heater*, *catridge heater*, *band*, *nozzle* dan *stripe heater*. Berikut contoh elemen pemanas *Heater* Listrik dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 *Heater Tubular Model Standar*.

2.7 Kayu Sengon

Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) adalah salah satu jenis kayu khas dari daerah tropis dan merupakan jenis pohon yang mempunyai masa pertumbuhan yang cepat jika dibandingkan dengan pohon tropis lainnya seperti pohon mahoni ataupun jati. Jenis pohon ini memiliki beberapa kelebihan bila digunakan sebagai bahan baku industri. Sengon merupakan salah satu jenis pohon yang memiliki pertumbuhan cepat bila dibandingkan dengan jenis pohon yang satu famili. Kayu sengon memiliki berat jenis sebesar 0.41 gr/cm^3 dan termasuk dalam kelas IV-V. Nilai MOE dan MOR kayu solidnya masing masing sebesar 5700Mpa dan 39,33Mpa.

2.8 Kayu Pinus

Kayu jati belanda merupakan jenis kayu yang banyak digunakan oleh perusahaan eksport-import barang dari luar negeri seperti perusahaan otomotif, perusahaan elektronik, dll (Kurniawan, n.d). Biasanya barang tersebut di packing dengan peti/pallet kayu. Kayu palet/jati belanda yang biasa disebut sesungguhnya adalah berasal dari kayu pinus eropa. Kayu pinus eropa memiliki lebih dari 20 jenis dengan nama *species* yang berbeda. Namun pada prinsipnya ada 2 (dua) jenis kayu pinus yang sering digunakan dan secara umum dikenal memiliki kualitas yang baik, yaitu Pinus Radiata dan Pinus Merkusii.

Kayu pinus berwarna coklat kekuning-kuningan muda dengan berat jenis rata-rata 0,55 dan termasuk kelas kuat III serta kelas awet. Pada umumnya batang kayu pinus berbentuk bulat dan lurus dengan warna kulit berwarna coklat tua, kasar, berakar dalam dan menyerpih dalam kepingan panjang. Menurut (Iswanto, 2008) kayu pinus memiliki densitas kayu bias mencapai 565-750 kg/m³ pada MC 12%, serat kayu bercorak lurus dan sama rata antara kayu gubal dan teras.

2.9 Kadar Air Kayu

Kadar air kayu merupakan banyaknya air yang terdapat dalam kayu, dinyatakan dalam persentase terhadap berat kering tanurnya. Menurut (Bowyer et al., 2003) kayu bersifat higroskopis yaitu mampu untuk menyerap dan melepaskan air baik dalam bentuk cairan atau uap air. Kadar air kayu akan berubah dengan berubahnya kondisi udara sekitarnya. Perubahan kadar air kayu akan berpengaruh terhadap dimensi dan sifat-sifat kayu. Kadar air kayu dalam pohon dapat mencapai 40% - 200% dari berat kayu kering tanur (Frick Heiz,dkk. 1999). Kayu merupakan

bahan yang dapat menyerap air dan melepaskannya sesuai kandungan air didalamnya. Menurut (Frick Heinz,dkk. 1999) kayu akan melepaskan atau menyerap air di sekelilingnya sampai banyak air di dalam kayu setimbang dengan kadar air di udara sekelilingnya. Kadar air kayu pada keadaan setimbang dengan kadar air udara tersebut dinamakan kadar air kesetimbangan. Dan besarnya dinyatakan dalam % terhadap berat kayu kering tanur. Kadar air kayu yang selalu berhubungan dengan perubahan udara cenderung berubah kearah titik kesetimbangan.

Air yang dikandung oleh kayu dibedakan dalam dua macam yaitu:

1. Air bebas yang terdapat dalam rongga rongga sel dan ruang antar sel.
2. Air yang terikat secara kapiler dalam dinding sel.

Apabila semua air bebas telah dilepaskan menguap dan hanya tertinggal air yang terikat saja, maka dikatakan kayu telah mencapai titik jenuh serat (fibre saturation point), yang besarnya kira kira pada keadaan kadar air 30%.

Berdasarkan keterangan di atas di perlukan perhitungan untuk mengetahui berapa persentasi kandungan air yang di uap kan kayu selama proses pengeringan, dalam perhitungan ini berlaku rumus persamaan 2.1

$$\text{Penyusutan } \%_{KA} = 100 - \left(\frac{100 - K_a \text{ Awal}}{100 - K_a \text{ Akhir}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : $K_a \text{ Awal}$ = Kadar air awal (%)

$K_a \text{ Akhir}$ = Kadar air akhir (%)

2.10 Laju Pengeringan Dalam Kayu

Menurut Mc. Cabe (2002) dalam proses pengeringan mempunyai 2 periode utama yakni, periode pengeringan dengan laju tetap dan periode pengeringan

dengan laju menurun. Dari kedua periode tersebut yang membatasinya adalah kadar air kritis (critical moisture content). Pada periode pengeringan laju tetap ini cukup banyak mengandung air pada bahan, pada saat proses pengeringan berlangsung permukaan bahan menguap dan lajunya dapat disamakan dengan laju penguapan pada permukaan air bebas. Dari laju penguapan tersebut besarnya di lihat dari keadaan sekeliling bahan. Sedangkan pengaruh dari bahannya tersebut cukup kecil. Saat proses pengeringan laju pengeringan akan terus menurun dengan kadar air. Kandungan air yang terikat akan semakin berkurang. Perubahan dari laju pengeringan tetap menjadi laju pengeringan menurun untuk bahan yang berbeda akan terjadi pada kadar air yang berbeda juga. Perhitungan laju pengeringan dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan 2.2

$$L (\%) = \frac{KA.a - KA.i}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana : L = Laju pengerigan (%)
 KA.a = Kadar air awal (%)
 KA.i = Kadar air akhir (%)
 T = Waktu/lama pengeringan

2.11 Penyusutan Dimensi Kayu

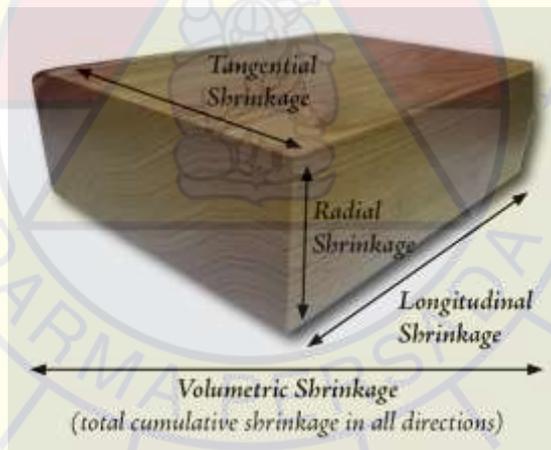
Penyusutan kayu umumnya sama dengan pengembangan dimensi kayu atau biasa disebut dengan perubahan dimensi kayu. Penyusutan kayu penting untuk diketahui karena dapat menyebabkan perubahan dimensi (ukuran) pada kayu. (Tsoumis. 1991) menyatakan bahwa penyusutan kayu terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kadar air, kerapatan kayu, struktur anatomi, ekstraktif, komposisi kimia kayu dan tekanan mekanis. Penyusutan merupakan

pengurangan dimensi kayu sejalan dengan berkurangnya kadar air di bawah titik jenuh serat. Perubahan dimensi kayu berbeda-beda pada ketiga arah, yang terkecil pada arah longitudinal, kemudian lebih besar pada arah radial dan terbesar pada arah tangensial. Secara umum penyusutan kayu berkeperapatan sedang adalah 0,1 - 0,3% pada arah longitudinal, 2 - 6% pada arah radial dan 5 - 10% pada arah tangensial. Berdasarkan keterangan di atas di perlukan perhitungan untuk mengetahui berapa persentasi Penyusutan dan pembengkakan dapat dihitung dari persamaan 2.3

$$\text{Penyusutan (\%)} = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

l_1 = dimensi pada kadar air kayu kering

l_2 = dimensi pada kadar air kayu basah



Gambar 2.4 Arah Penyusutan.

2.11.1 Pengaruh Penyusutan Kayu

Penyusutan yang terekspresikan secara nyata menjadikan kayu berkurang dimensinya, merupakan hal yang paling bertanggung jawab terhadap beberapa hal yang merugikan. Besarnya nilai penyusutan dan besarnya perbedaan antara penyusutan dalam arah tangensial dan radial mempunyai hubungan yang bersifat

langsung terhadap cacat pengeringan. Bentuk-bentuk kerugian ini dapat berupa pelepasan mata kayu dari sortimen, pemelengkungan dan pemuntiran pada sortimen, retak pada permukaan atau ujung sortimen, cacat indung madu (*Honeycombing*), kolep (pemimpesan kayu) dan kulit mengeras. Semua ini merupakan hal yang sangat merugikan bagi pengguna kayu.

2.12 Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik dihitung dari persamaan 2.4

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : P = Daya (Watt)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Arus listrik (Ampere)