

MAKALAH SEMINAR

LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER



Disusun Oleh :

Luthfi Caesar Ardianto

1511079

Diperiksa/ Disetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. H. Anang Subardi, MT.

NIP. 195506291989101001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2019

SKRIPSI

LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER

Luthfi Caesar Ardianto

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
JL. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153
(0341) 417636
Email: luthficaesar07@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia merupakan produk industri kayu lapis hasil hutan yang menempati kedudukan yang penting dalam pembangunan. Akan tetapi sering dengan pesatnya perkembangan industri kayu lapis ini adalah bahwa perusahaan dihadapkan pada masalah kualitas dan kuantitas bahan baku (log) yang semakin turun. Penurunan tersebut terjadi karena pada kenyataannya jumlah log yang ada semakin langka, dan log yang dihasilkan mempunyai kualitas yang semakin rendah. Oleh sebab itu banyak penelitian yang mengacu kepada pengeringan kayu dan pembaruan terhadap mesin pengering kayu (vener dryer). Tujuan dari penelitian ini adalah memvariasikan temperatur pada ruang pengering dengan variasi temperatur 65°C, 75°C, 85°C untuk mendapatkan kualitas veneer yang baik. Sebagaimana hasil pada penelitian pada temperatur 65°C kadar air yang diupkan mencapai 3.09% dan bahan masanyang dikeringkan mencapai 30 gr sedangkan pada temperatur 75°C kadar air mencapai 4.49% masa bahan yang dikeringkan mencapai 43 gr dan pada temperatur 85°C kadar air mencapai 5.70% dan masa bahan yang dikeringkan mencapai 54 gr. Dan dapat disimpulkan, semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin besar kadar air yang di uapkan semakin tinggi dan masa pengeringan bahan semakin tinggi.

Kata kunci : Kadar air, Masa bahan, Vener dryer

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen kayu lapis terbesar di dunia, lebih dari 75% kayu lapis diproduksi oleh Indonesia. Baldwin (1995) menyatakan bahwa Indonesia menduduki posisi kedua setelah Amerika Serikat dalam produksi kayu lapis di dunia pada tahun 1991. Dengan demikian kayu lapis merupakan suatu produk industry hasil hutan yang telah menempati kedudukan yang penting dalam pembangunan di Indonesia.

Tantangan yang muncul dengan semakin pesatnya perkembangan inustri kayu lapis ini adalah bahwa perusahaan dihadapkan pada masalah kualitas dan kualitas bahan baku (log) yang semakin turun. Penurunan tersebut terjadi karena pada kenyataannya jumlah log yang ada

semakin langka, dan log yang dihasilkan mempunyai kualitas yang semakin rendah.

Adanya tantangan tersebut, maka setiap produsen kayu lapis dituntut untuk dapat meningkatkan kualitas kayu lapis yang di hasilkan, salah satu cara untuk memperbaiki kualitas kayu lapis yang dihasilkan, salah satu cara untuk memperbaiki kualitas kayu lapis tersebut adalah dengan meningkatkan kualitas veneernya. Seperti yang tela dikemukakan oleh bakar (1996), kualitas kayu lapis ini ditentukan oleh banyak faktor, namun yang terpenting diantaranya adala kualitas veneer yang dihasilkan.

Peneringan kayu lapis dapat dideskripsikan sebagai sebuah proses pengeluaran kandungan air dalam kayu. Pada saat pengeringan kayu, air bebas akan terlebih dahulu keluar dengan cepat, hal in harus dikendalikan, karena air bebas

yang keluar akan mengakibatkan kayu lapis pada bagian ujung dan pada sebagian permukaan kayu lapis akan retak. Sedangkan air terikat akan lebih lambat keluar. Pada saat air terikat keluar maka akan terjadi perubahan kayu lapis, baik bentuk maupun dimensinya. Oleh karena itu, air terikat juga harus diatur keluarnya.

LANDASAN TEORI

Teori Dasar Pengeringan

Pengeringan adalah suatu proses perpindahan panas pada 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 merupakan proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan atau kadar air tertentu agar tidak terjadi kerusakan 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.

Dalam proses pengeringan juga tidak lepas dari istilah kalor, sedangkan pengertian kalor ada beberapa macam yaitu

- Kalor

Energi yang diterima oleh benda sehingga suhu benda atau wujudnya berubah. Ukuran jumlah kalor dinyatakan dalam notasi British Thermal Unit (BTU). Air digunakan sebagai standart untuk menghitung panas jumlah karena untuk menaikkan temperatur 1°F untuk tiap 1 lb air diperlukan panas 1 BTU.

- Kalor laten

Merupakan kalor yang diperlukan untuk merubah fasa (wujud) benda, tetapi temperaurnya tetap.

- Kalor laten penguapan (latent heat of vaporization)

Adalah jumlah energi yang dibutuhkan per kg zat cair (liquid) pada titik didihnya untuk menguap (menjadi gas).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan

Faktor utama yang mempengaruhi pengeringan adalah panas, RH (kelembaban relatif) dan sirkulasi udara.

1. 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 kelembaban udara. Tetapi nilai kelembaban udara tidak akan berubah walaupun dipanaskan atau didinginkan.

2. 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.

3. Sirkulasi udara (air velocity)

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.

Metode Pengeringan Kayu Lapis

Metode pengeringan kayu biasanya digunakan antara lain :

A. Pengeringan Udara (alami)

- 1) Pemilihan tempat, kriteria dalam memilih tempat untuk pengeringan udara adalah ukuran luas, permukaan datar, terbuka (aerasi baik), kering bersih dari sampah atau limbah kayu, tidak di tumbuhi rumput-rumputan atau vegetasi yang lain.
- 2) Penumpukan, yang harus diperhatikan dalam penumpukan pada pengeringan adalah pola penumpukan, dimensi penumpukan, fondasi, stiker atap, perlindungan akhir dan tingkat pengeringan. Pola penumpukan dimaksudkan untuk membentuk lorong-lorong yang mempermudah penanganan pengeringan. Dimensi penumpukan berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan. Fondasi dimaksudkan untuk menghindari terjadinya aliran air hujan yang mengalir dibawah penumpukan kayu. Stiker digunakan untuk membatasi antara kayu yang dikeringkan. Atap dimaksudkan untuk menghindari hujan ataupun sinar matahari. Atap bisa dibuat dari kayu, asbes ataupun dari metal. Perlindungan terakhir dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pecah pada kayu yang dikeringkan, dilakukan dengan cara melaburkan parafin dipermukaan aksial pada kayu.
- 3) Kecepatan pengeringan, kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis kayu, ketebalan kayu, pola lingkaran tahun, kayu global, cara penumpukan, kondisi tempat dan faktor iklim.
- 4) Pengendalian kadar air, perubahan kadar air kayu selama pengeringan udara dapat diketahui. Pengukuran dimaksudkan untuk mempercepat atau memperlambat keluarnya air dari kayu sampai dengan tingkat tertentu dibawah 20%).

B. Pengeringan dengan kiln pengering (konvensional)

Kiln drying biasanya menggunakan uap panas, peralatan dilengkapi dengan pengendali suhu dan kelembaban, sirkulasi udara, dan buangan uap air.

- a) Tipe kiln, ada dua tipe kiln-kompartmen dan progresive. Pada kiln kompartmen pengeringan dilaksanakan secara tetap

(kayu tidak bergerak). Kondisi pengeringan (suhu, RH) ditetapkan pada interval tertentu, sampai dengan kondisi konstan tetap masih berada dalam kiln pada interval tertentu, sampai dengan kondisi konstan tetap masih berada dalam kiln tersebut. Pada kiln progressive (kayu bergerak), kayu berjalan secara bertahap sampai dengan kering dan langsung keluar. Kondisi pengeringan tidak konstan didalam kiln, pada saat masuk kondisinya rendah (suhu rendah dan RH tinggi) secara bertahap suhu di naikin dan RH dikurangi.

- b) Kontruksi dan peralatan kiln pengering biasanya terbuat dari tembok batu bata dan lantai tersebut dari beton. RH dikendalikan oleh uap bebas yang ada di dalam kiln, dan sirkulasi udara dikendalikan oleh kipas angin. Kiln suhu juga dilengkapi dengan miostemeter untuk mrngukur kadar air kayu.
- c) Penumpukan, prinsip umum penumpukan kayu pada kiln pengering sama dengan penumpukan pada pengeringan alami. Kadar air akhir, penentuan kadar air kayu yang dikeringkan tergantung pada tujuan pengeringan dan tujuan penggunaan kayu tersebut.

Pengeringan alami (air seasoning)

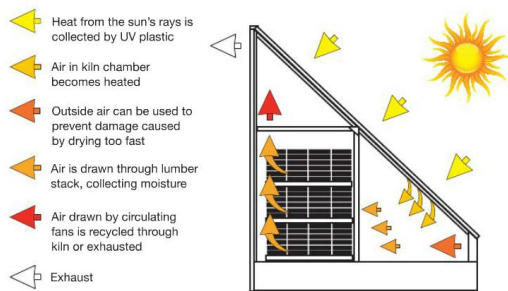
Menurut Martawijaya 1996, pengeringan alami dilakukan ditempat terbuka dan dibawah atap sehingga terlindung dari sinar matahari secara langsung, ditempat terbuka waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi kering kurang lebih 25-50% dari tempat terlindung. Sirkulasi udara disekitarnya yang akan membawa keluar kelembaban dapat melalui tumpukan tersebut (Reitz dan page, 1971). Karena faktor alam yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengeringan, maka faktor iklim, cuaca, tata letak halaman pengering dan cara penumpukan akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan secara alami (Kollman, 1968).

Pengeringan alami mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian . Keuntungan pengeringan alami ini antara lain volume pengeringan dapat tiga kali lebih besar dibandingkan dengan tanur pengering, biaya awal yang cukup murah (Rietz dan page, 1971). Adapun kerugiannya adalah hubungan antara

faktor lingkungan yang tidak terkontrol. Selain itu laju pengeringan yang sangat lambat.

Pengeringan dengan radiasi sinar matahari (Solar drying)

Pada proses pengeringan kayu diusahakan agar radiasi sinar matahari dapat diserap sebanyak-banyaknya oleh kayu. Dengan dapat diserapnya energi matahari tersebut, proses pengeringan kayu dapat terjadi bahkan dapat dipercepat. Proses ini terjadi karena disebabkan suhu yang berada didalam alat pengering, dapat lebih tinggi bila dibandingkan dengan udara terbuka (Kollman, 1968). Pada pokoknya di dalam pengeringan yang menggunakan radiasi sinar matahari, yang mempengaruhi kecepatan pengeringan adalah sama dengan pada pengeringan alami. Faktor ada tidaknya matahari merupakan hal yang utama dalam proses pengeringan ini.



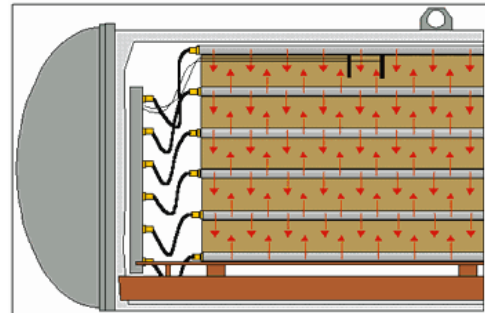
Gambar 1. Pengeringan dengan radiasi sinar matahari

Keuntungan dari pengeringan sinar matahari menurut (Chudnoff dan kawan-kawan, 1966). Yang dikutip oleh Yudodibroto dan kawan-kawan (1981) bahwa untuk mencapai kadar air 15%, pengeringan dengan menggunakan alat pengering radiasi sinar matahari membutuhkan waktu separuh hingga sepertiga kali lipat dari waktu yang dibutuhkan pada penggunaan alat pengering alami. Rata-rata temperatur pada alat pengering alami dan radiasi sinar matahari berturut-turut adalah 30.58 oc dan 33.12 oc. Sedangkan temperatur maksimum yang dapat dicapai pada kedua alat pengering tersebut adalah 37.0oc dan 40 oc. Untuk memperkecil kelembaban relative pada alat pengering radisai sinar matahari perlu adanya system ventilasi yang baik (Yudodiboroto, 1981). Menurut Hadikusumo, 1986. Metode pengeringan dengan

menggunakan energi matahari sangat baik diterapkan di Indonesia yang kaya akan energi sepanjang tahun.

Vacuum Kiln

Proses berjalan dengan cepat, lebih cepat daripada pengering yang konvensional karena air di dalam kayu juga menguap dengan cepat sekali. Ini adalah keunggulan system pengeringan vacuum dibanding dengan yang lain dan masih tetap menghasilkan kualitas yang baik pada kayu yang dikeringkan.



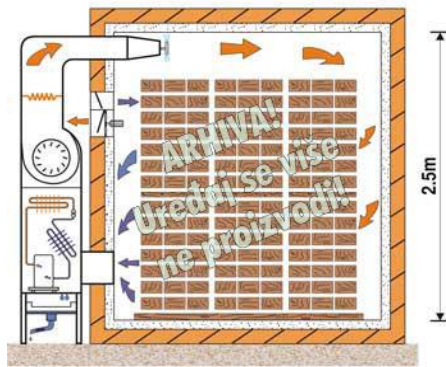
Gambar 2. Vacuum Kiln

Kekurangannya adalah pada ukuran kayu yang dikeringkan tidak bisa besar karena kapasitas vacuum kiln (tabung) cukup terbatas. Volume total dalam sekali proses juga jauh lebih kecil daripada kiln konvensional.

Sistem ini mutlak tidak membutuhkan operator yang berkualitas karena tidak boleh ada kesalahan sama sekali dan berbiaya operasional cukup besar dibandingkan kiln konvensional. Lagipula biaya investasinya juga besar, bisa 3 hingga 4 kali investasi kiln dry konvensional. Disamping itu vacuum kiln menggunakan tenaga listrik yang tidak menimbulkan polusi udara sebagaimana kiln konvensional yang menggunakan kayu atau gas untuk pembakaran.

Dehumidification Kiln

pengering untuk berputar kembali melalui sela-sela tumpukan kayu. Ini berarti penghematan energy panas yang pada system kiln konvensional senantiasa mengalir tanpa henti. Kalau di system konvensional udara lembab yang berasal dari dalam kayu disalurkan atau dibuang keluar melalui ventilasi output, maka dalam dehumidification kiln udara tersebut dialirkan melalui koil pendingin sehingga uap air terurai kembali.



Gambar 3. Dehumidification kiln

Mekanisme Pengeringan Veneer

Pengeringan Veneer

Pengeringan kayu dapat dibagi dua tahap, yaitu pergerakan air dari bagian dalam ke permukaan kayu dan penguapan air dari permukaan kayu. Air dalam kayu umumnya bergerak dari bagian dengan kandungan air tinggi ke bagian dengan kandungan air rendah. Artinya permukaan kayu yang harus lebih kering dibandingkan dengan bagian dalamnya jika ingin mengeluarkan air dari dalam kayu. Air bergerak pada bagian dalam kayu ke bagian permukaan kayu sebagai cairan atau uap melalui saluran dalam struktur selular kayu, dinding sel kayu dan rongga sel atau saluran kecil yang menghubungkan rongga sel yang berdekatan. Uap air akan bergerak dalam saluran ini ke semua arah, melawati atau melalui seraf. Difusi dari air terikat menggerakkan uap air dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah. Difusi pada arah longitudinal lebih cepat 10-15 kali dibandingkan dengan difusi pada arah radial maupun tangensial. Difusi arah radial lebih cepat dibandingkan dengan difusi tangensial. Hal inilah yang menjelaskan mengapa kayu gergajian flastwan (papan tangensial) umumnya mengering lebih cepat dibandingkan dengan kayu gergajian quaretersawn (papan radial).

Kadar Air (KA)

Kadar air veneer adalah banyaknya air yang terdapat di dalam veneer atau produk veneer biasanya dinyatakan secara kuantitatif dalam persen (%) terhadap berat veneer bebas air atau kering tanur (BKT), namun dapat juga dipakai satuan terhadap berat basahnya. Berat kering tanur dijadikan sebagai dasar karena berat kering tanur merupakan indikasi dari jumlah substansi atau bahan solid yang ada.

Rumus yang digunakan untuk mencari besarnya kadar air adalah sebagai berikut :

$$\%KA = \left(\frac{\text{berat dengan air}}{\text{BKT}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Haygen dan Bowyer (1996) mendefinisikan KA sebagai berat air yang dinyatakan sebagai persen terhadap berat veneer bebas air atau berat kering tanur (BKT) –nya. Didalam veneer, KA kayu berkisar antara 40 sampai 200% kelembaban veneer ini sendiri bervariasi dari minimal pengeringan produk seperti keranjang bushel dan wada buah dikondisikan kadar air nya yang akan dikandung pada veneer yaitu sebesar 20%. Kemudian untuk pengeringan veneer lunak yang berlapis yang di proses dengan proses lem dan di pres dengan panas dimana dalam hal ini veneer dikondisikan kadar airnya harus lebih rendah dari 5%, dalam hal kadar air yang mengandung dalam veneer mencapai 6%. Keragaman nilai KA dapat terjadi antr spesies, bahkan antar bagian dari pohon yang sama (Forest Laboratory Technical 1999).

Teori Dasar Perpindahan Panas

Panas adalah salah satu bentuk energi yang dapat di pindahkan dari satu tempat ke tempat lain, tetapi tidak dapat diciptakan atau di musnahkan sama sekali. Dalam suatu proses, panas dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan suatu suhu zat atau perubahan tekanan. Sehingga saat kita ingin merancang suatu alat kita harus mengetahui suhu maksimal yang ingin dicapai dan kenaikan tekanan yang akan diterima alat tersebut.

Perlu diketahui juga bahwa dalam memindahkan panas dalam jumlah tertentu juga perlu diketahui nilai hantar dari bahan yang digunakan agar tidak terjadi kerugian kalor yang ingin dicapai. Untuk nilai hantaran suatu bahan dikenal dengan nama konduktivitas thermal.

Konduktivitas thermal adalah besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Konduksi termal adalah suatu fenomena transport dimana perbedaan temperatur menyebabkan transfer energy termal dari suatu daerah benda panas ke daerah yang sama pada temperatur yang lebih rendah. Panas yang ditransfer dari suatu titik ke titik yang lain melalui salah satu dari tiga metode yaitu

konduksi, konveksi dan radiasi (Holman, J.P, 1997)

Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger) Pada alat Pengering

Penerapan prinsip-prinsip perpindahan kalor untuk merancang (design) alat-alat guna mencapai tujuan sangat penting. Rancang bangun serta analisa semua jenis alat penukar kalor panas memerlukan pengetahuan tentang koefisien perpindahan panas antara dinding saluran dan fluida yang mengalir didalamnya bila koefisien perpindahan panas untuk suatu geometri tertentu serta kondisi aliran yang di tetapkan telah diketahui, maka laju perpindahan panas pada beda suhu dapat dihitung .

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Dimana persamaan ini :

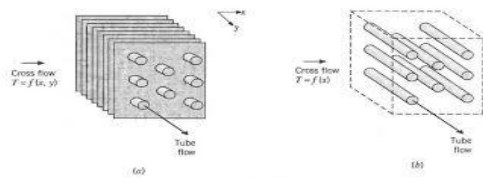
Q = Kuantitas perpindahan panas (laju perpindahan panas/watt)

U = Koefisien perpindahan konveksi (w/ m² . °C⁻¹)

A = Luas permukaan perpindahan panas (m²)

ΔT = Perbedaan temperatur pada saat perpindahan panas (°C)

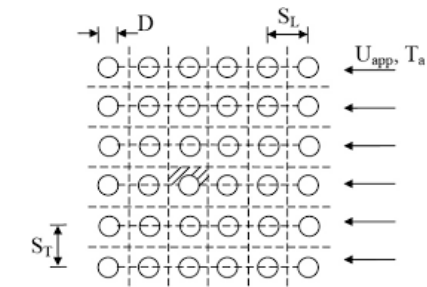
Pada alat pengering terdapat alat penukar kalor yang berupa susunan pipa-pipa pemanas (coil pemanas), dimana pada susunan pipa ini dialiri udara (fluida) panas.



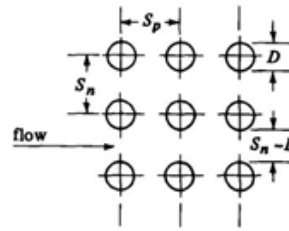
Gambar 4. Susunan pipa penukar kalor

Bentuk core (susunan) coil pemanas ada 2 (dua) bentuk yakni :

1. Tube bank staggered (zig-zag)
2. Tube bank in line



Gambar 5. Tube bank staggered



Gambar 6. Tube bank in line

Dimana :

SD = Jarak antar tube pada radiator tube bank staggered dengan posisi serong

ST = SL = Jarak antar tube (m)

A = Luas penampang (m²)

D = Diameter tube (m)

Uapp = Kecepatan aliran masuk (m / s)

Vmax = Kecepatan aliran maksimum (m / s)

Jenis-jenis fan

Terdapat dua jenis fan yang sering digunakan yaitu fan sentrifugal dengan menggunakan impeller berputar untuk menggerakkan aliran udara, dan fan aksial yang berfungsi menggerakkan aliran udara sepanjang sumbu fan.

Fan Sentrifugal

Fan sentrifugal meningkatkan kecepatan aliran udara dengan impeller berputar. Kecepatan meningkat sampai mencapai ujung blades dan kemudian diubah ke tekanan. Fan ini mampu menghasilkan tekanan tinggi yang cocok untuk kondisi operasi yang kasar, seperti sistem dengan suhu tinggi, aliran udara kotor atau lembab, dan handling bahan.



Gambar 7. Fan sentrifugal



Gambar 8. Fan radiasi dengan blades



Gambar 9. Fan aksial (NISCO)

Jenis-jenis blower

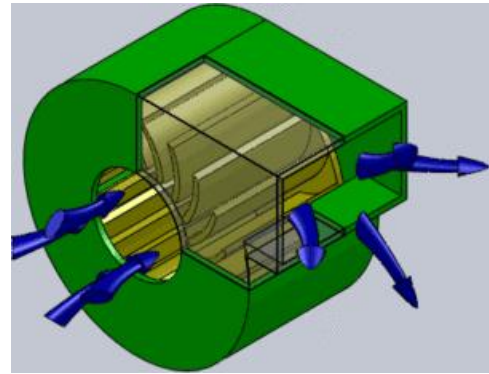
Pengertian blower pada dasarnya sama dengan fan, namun blower dapat menghasilkan tekanan static yang lebih tinggi. Kadang-kadang tekanan yang lebih tinggi dicapai melalui sebuah susunan impeller multi tahap.

Dalam praktik keteknikan, fan dan blower dikategorikan sebagai piranti yang menghasilkan tekanan yang relative rendah, sedangkan kompresor menghasilkan tekanan yang lebih tinggi. Batasan antara blower dan kompresor ditetapkan pada 7% peningkatan densitas fluida (udara) dari umpan blower ke keluaran blower

Blower Sentrifugal

Blower sentrifugal megolah udara atau gas yang masuk dalam arah aksial dan keluar dalam arah radial. Tipe blower ini mempunyai 3 bilah, bilah radial atau lurus, bilah bengkol maju (forward curved blade),

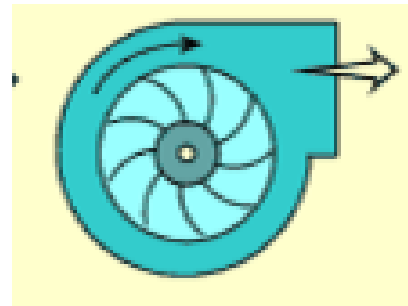
dan bilah bengkol mundur (backward curved blade)



Gambar 10. Blower sentrifugal

Forward-curved blade blower

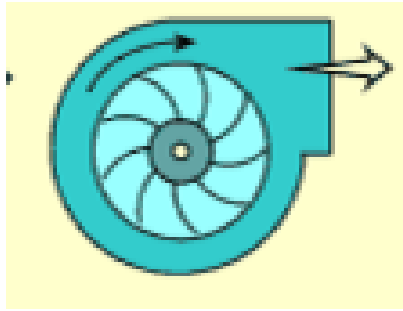
Blower ini mengalirkan gas buang pada kecepatan yang sangat tinggi, tekanan yang dipasok oleh blower ini lebih rendah dibandingkan dengan tekanan yang dihasilkan oleh dua bilah yang lain. Banyaknya bilah dalam rotor tersebut dapat mencapai 50, sedangkan kecepatannya dapat mencapai 3600 rpm.



Gambar 11. Forward-curved blade blower

Backward-curved blade blower

Blower ini digunakan ketika dibutuhkan tekanan buang yang lebih tinggi, blower ini digunakan pada berbagai aplikasi. Blower jenis backward dan forward curved mempunyai tegangan yang jauh lebih besar daripada blower radial. Blower sentrifugal menghasilkan energi dalam aliran udara (gas) melalui gaya sentrifugal dan memberikan sebuah kecepatan pada udara (gas) tersebut.



Gambar 12. Backward-curved blade blower



Gambar 13. Bentuk alat pegering kayu (Veneer dryer)

Prinsip kerja alat pengering

Pada mesin veneer drying ini terjadi perpindahan panas. Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bagian lebih rendah dari suhu udara yang dialirkan disekelilingnya. Panas yang diberikan akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air didalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa.

Pindah panas adalah proses yang dinamis yaitu panas yang dipindahkan secara spontan dari suatu badan ke badan lain yang lebih dingin. Dimana semakin besar spontan perbedaan suhu maka kecepatan pindah panas semakin cepat.

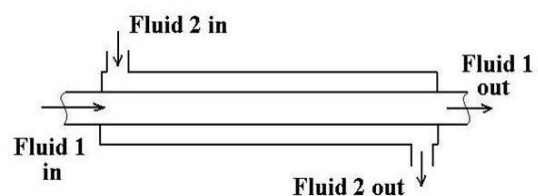
Pindah panas secara garis besar di kategorikan menjadi dua yaitu:

1. Steady state heat transfer (pindah panas secara mantap), dimana jumlah panas yang dipindahkan setiap waktu konstan.
2. Unsteady state heat transfer (pindah panas secara tidak mantap), Jumlah panas yang dipindahkan tergantung pada waktu.

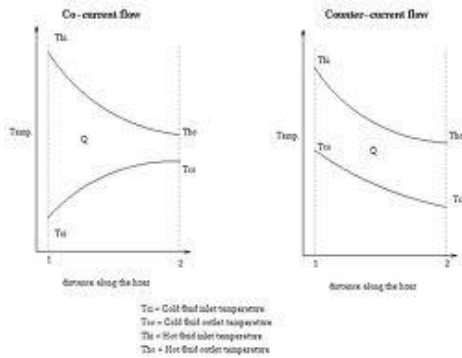
Jenis-jenis aliran udara pada alat penukar kalor

Aliran udara pengering

Udara berfungsi untuk membawa panas masuk kedalam system untuk menguapkan kandungan air bahan dan juga membawa air yang dihasilkan dari penguapan keluar dari system. Pergerakan udara dibantu oleh blower. Karena air yang dikeluarkan dari bahan berbentuk uapm maka secepatnya harus dipindahkan yang dikeluarkan dari baan berbentuk uap, maka secepatnya harus dipindahkan dari bahan. Jika tidak air akan menjenuhkan udara panas yang melewati bahan, sehingga memperlambat pengeluaran air selanjutnya. Aliran yang tepat akan membawa uapair dari permukaan bahan dan mencegah air itu menjadi penuh dipermukaan bahan. Makin panas udara juga makin banyak udara yang dikeluarkan sebelum kejenuhan . Volume udara yang lebih besar dapat membawa dan menampung uap air lebih banyak. Makin kering udara maka makin cepat juga proses pengeringan yang terjadi. Udara kering dapat menyerap dan menampung uap air lebih banyak dari pada udara lembab(Taib,1999).



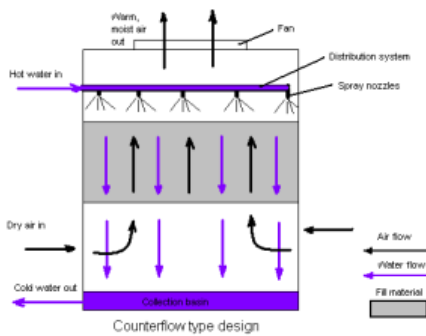
Gambar 14. Alirah searah



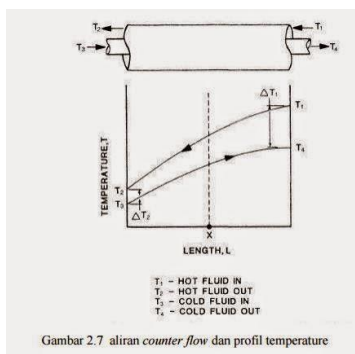
Gambar 15. Profil suhu untuk parallel flow

Aliran berlawanan (Counter flow)

Pada aliran jenis ini fluida panas dan fluida dingin mengalir dalam arah yang berlawanan, yaitu jika fluida panas yang masuk mengalir dalam satu arah maka fluida dingin akan mengalir dalam arah yang berlawanan atau sebaliknya, seperti gambar 2.24. Sedangkan profil untuk suhu untuk counter flow dalam penukar kalor pipa ditunjukkan pada gambar 2.25



Gambar 16. Aliran berlawanan (Counter Flow)



Gambar 2.7 aliran counter flow dan profil temperature

Gambar 17. Profil suhu untuk Counter Flow

Rumus-rumus yang digunakan

Perhitungan kadar air bahan yang diuapkan untuk menghitung jumlah kadar air bahan dapat dihitung dengan :

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

Dimana :

H = Kadar air (%)

m_o = Berat awal (g)

m_1 = Berat akhir pengeringan (g)

Maka :

Temperatur 65°C

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

Perhitungan Massa pengeringan bahan

$$M = m_o - m_1$$

Dimana :

m_o = Massa benda uji sebelum pengeringan (gr)

m_1 = Massa benda uji sesudah pengeringan (gr)

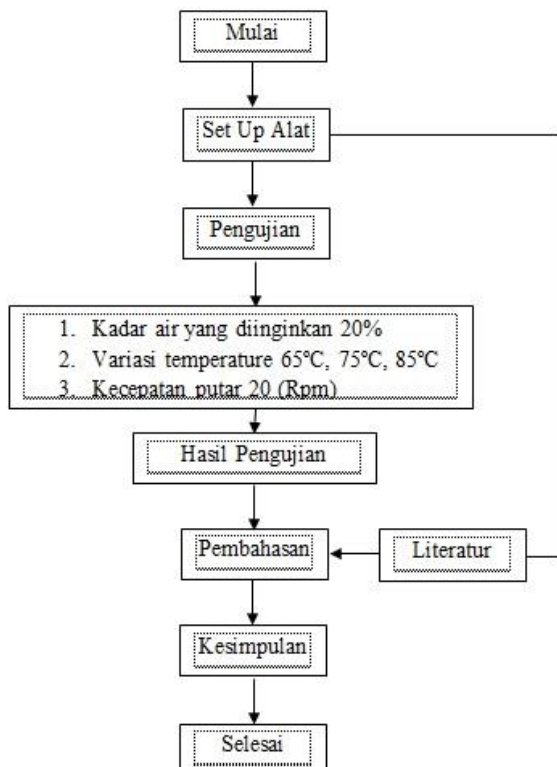
Maka :

Temperatur 65 °C

$$M = m_o - m_1$$

METODE PENELITIAN

Diagram Alir



Adapun data rencana penelitian dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1 data persiapan penelitian

Kecepatan putar (rpm)	Temperatur ruangan pengering (°C)	Berat sample uji		Masa pengeringan (gr) $M = m_o - m_1$	Kadar air yang diuapkan (%)	Waktu menit
		m_o	m_1			
20	65 °C	1000 gr				20
20	75 °C	1000 gr				20
20	85 °C	1000 gr				20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisa perhitungan ini akan dibuat dengan metode statik untuk menentukan hubungan-hubungan antara yang berkaitan dengan data-data yang dihasilkan pada saat pengujian.

Untuk menghitung jumlah kadar air bahan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

Perhitungan kadar air bahan yang diuapkan

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

Dimana :

H = Kadar air (%)

m_o = Berat awal (g)

m_1 = Berat akhir pengeringan (g)

Maka :

Temperatur 65°C

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

$$H = \frac{1000 - 970}{970} \times 100$$

$$H = 3.09\%$$

Tempetaur 75°C

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

$$H = \frac{1000 - 957}{957} \times 100$$

$$H = 4.49\%$$

Temperatur 85°C

$$H = \frac{m_o - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

$$H = \frac{1000 - 946}{946} \times 100$$

$$H = 5.70\%$$

Perhitungan massa pengeringan bahan

$$M = m_o - m_1$$

Dimana :

m_o = Massa benda uji sebelum pengeringan (gr)

m_1 = Massa benda uji sesudah pengeringan (gr)

Maka :

Temperatur 65°C

$$\begin{aligned} M &= m_o - m_1 \\ &= 1000 - 970 \\ &= 30 \text{ gr} \end{aligned}$$

Temperatur 75°C

$$\begin{aligned} M &= m_o - m_1 \\ &= 1000 - 957 \\ &= 43 \text{ gr} \end{aligned}$$

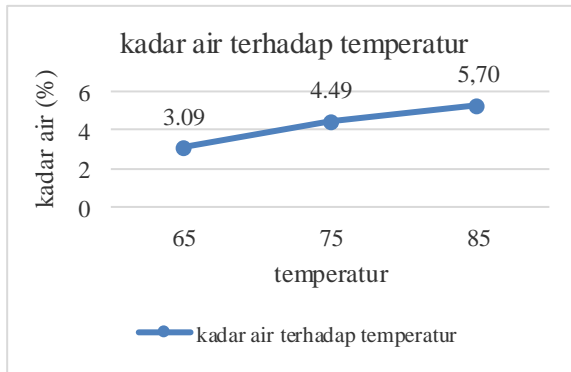
Temperatur 85°C

$$\begin{aligned} M &= m_o - m_1 \\ &= 1000 - 946 \\ &= 54 \text{ gr} \end{aligned}$$

Tabel 2 data penelitian

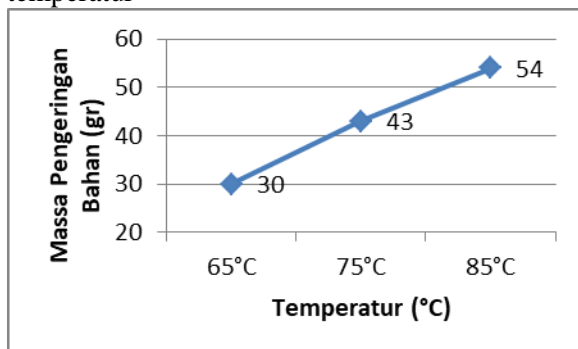
Kecepatan putar (rpm)	Temperatur ruangan pengering (°C)	Berat sample uji		Masa pengeringan (gr) $M = m_p - m_i$	Kadar air yang diuapkan (%)	Waktu menit
		m_p	m_i			
20	65 °C	1000 gr	970 gr	30	3.09	20
20	75 °C	1000 gr	957 gr	43	4.49	20
20	85 °C	1000 gr	946 gr	54	5.70	20

Grafik 4.1 Kadar air terhadap temperatur

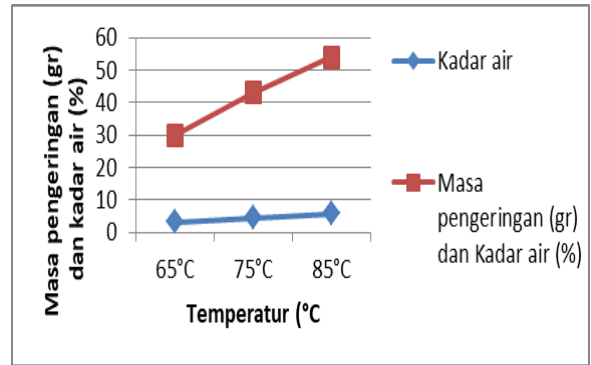


Pada perhitungan kadar air terhadap variasi temperatur, peningkatan kadar air yang keluar dari temperatur 65°C ke temperatur 75°C sebesar 1.4%. Sedangkan dari temperatur 75°C ke temperatur 85°C kadar air yang dikeluarkan sebesar 1.21%.

Grafik 4.2 Masa pengeringan bahan terhadap temperatur



Grafik 4.3 Kadar air dan masa pengeringan bahan terhadap temperatur



Analisa grafik kadar air dan masa pengeringan bahan terhadap temperatur

Pada temperatur 65°C kadar air yang diuapkan 3.09% dan temperatur 75°C kadar air yang diuapkan 4.49% dari temperatur 65°C ke 75°C peningkatan kadar air sebesar 1.4% , pada temperatur 85°C kadar air mencapai 5.70% peningkatan kadar air dari 75°C ke 85°C sebesar 1.21%. Serta pengeringan bahan dari temperatur 65°C sebesar 30 gr dan pada temperatur 75°C sebesar 43 gr. Dan nilai temperatur 65°C ke temperatur 75°C masa bahan yang dikeringkan 13 gr, serta pada temperatur 75°C ke temperatur 85°C masa bahan yang dikeringkan mencapai 11 gr.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari pengujian yang telah penulis lakukan dapat di ambil kesimpulan :

1. Pada variasi temperatur, maka semakin besar temperatur dalam ruang pengering (dryer) dan semakin kecilnya energi panas yang terbuang maka semakin besar pula kadar air yang diuapkan. Serta semakin lama waktu pengeringan dalam ruang pengering (dryer) maka semakin maksimal kandungan kadar air yang diuapkan serta hasil veneer akan lebih maksimal. Dan dari semua perhitungan diatas variasi temperatur yang paling optimal untuk masa pengeringan bahan dan penurunan kadar air adalah temperatur 85°C

Saran

1. Untuk alat ukur yang memerlukan hasil yang akurat sebaiknya menggunakan alat ukur yang lebih baik dan lengkap.
2. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan variasi yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA.

1. Budianto, A. Dodong, 1996. Sistem Pengeringan Kayu. Penerbit Kanisius, Semarang
2. Buku Proses Pengeringan Kayu, PIKA Semarang, Penerbit Kanisius Jogjakarta
3. **Fadilah H. Usman.** Moisture Content and Dimension Stability Based on the
4. Fan Air ompany, Product presentation. WWW. Fanair.com/product.pdf
5. Frank, Kreith, Prijono, Arko “**Perpindahan panas**”. Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta 1997.
6. <http://grindingmillforsale.com/pen-ghancur/teknik-proses-pengeringan-veneer-pada-press-dryer>
7. J.P. Holman, E. Jasjfi. “**Perpindahan kalor**”, Edisi Keenam. Penerbit Erlangga. Jakarta 1997
8. Kern Donald Q ; 1995; Process Heat Transfer
9. M. Necati Ozisik ; 1997 ; Heat Transfer A Basic Aproach
10. Prof. DR. Sujana, M.A.M. Sc; metode statistic; Tarsito, Bandung; 1992; hal 305
11. Pusat Perkayuan 2012. Modul bimbingan teknis pengering kayu. Efrida Basri, Jakarta
12. Saad, M.A, Termodinamika, Prinsip dan aplikasi
13. Temperature of Dry Kiln and Wood Types: Fakultas Kehutanan UniversitasTanjungpura.
14. Tsoumis, G. 1991. Sciene and Technologi of Wood: Structure, Properties, utilization. Van Nostrand Reinhold, New York. USA.