

LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : LUTHFI CAESAR ARDIANTO

NIM : 15.11.079

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

2019

LAJU PENDINGINAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Jurusan Teknik Mesin S-1

Disusun Oleh :

Nama : LUTHFI CAESAR ARDIANTO

Nim : 15.11.079

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER



Disusun oleh :

Nama : LUTHFI CAESAR ARDIANTO

Nim : 15.11.079

Mengetahui/ Disetujui Oleh :

Mengetahui,

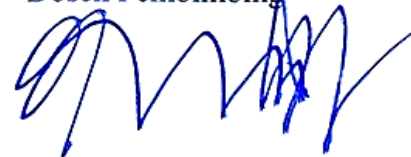
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

Sibut, ST., MT.

NIP. Y. 10303003379

Disetujui

Dosen Pembimbing



Ir. H. Anang Subardi, MT.

NIP. 195506291989101001

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : LUTHFI CAESAR ARDIANTO

NIM : 15.11.079

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 07 Januari 2019



Luthfi Caesar Ardianto

15.11.079










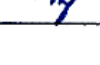
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : LUTHFI CAESAR ARDIANTO

NIM : 15.11.079

Jurusan : TEKNIK MESIN S-1

Judul Skripsi : LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN
INVERTER

No.	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1.	Pengajuan judul skripsi	10-10-2018	
2.	ACC judul skripsi	30-10-2018	
3.	Konsultasi bab I dan bab II	6-11-2018	
4.	Perbaikan bab I dan bab II	20-11-2018	
5.	Konsultasi bab III	27-11-2018	
6.	Perbaikan bab III	6-12-2018	
7.	Konsultasi bab IV dan bab V	11-12-2018	
8.	Perbaikan bab IV dan bab V	02-01-2019	
9.	Konsultasi bab V dan Lampiran	05-01-2019	
10.	Evalusi / Finish	07-01-2019	

Diperiksa/ Disetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. H. Anang Subardi, MT.

NIP. 195506291989101001

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Nama : LUTHFI CAESAR ARDIANTO
NIM : 15.11.079
Jurusan : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN
INVERTER

Tanggal Mengajukan Skripsi : 10 Oktober 2018
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 07 Januari 2019
Dosen Pembimbing : Ir. H. Anang Subardi, MT.
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 82 (A)

Malang, 07 Januari 2019

Diperiksa/ Disetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. H. Anang Subardi, MT.

NIP. 195506291989101001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “LAJU PENGERINGAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER”.

Diiringi rasa syukur yang tiada terkira kepada sang Khalik, maka dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ir. Yudi Limpraptomo, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Sibut, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir.H. Anang Subardi, MT. selaku Dosen Pembimbing skripsi, yang telah menyumbangkan pemikiran dan waktunya yang sangat berharga bagi penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku koordinator bidang ilmu Konversi Energi
6. Orang tuaku “ Bapak Maladi dan Ibu Lembut budiarti” yang telah memotifasi putranya dalam penyelesaian skripsi dan tak henti-hentinya mendoakan dan mendukung untuk mencapai keberhasilan.

Akhir kata saya berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi semua pihak yang berkepentingan.

Malang, 14 Januari 2019

Penyusun

Luthfi Caesar ardianto

LAJU PENDINGINAN KAYU LAPIS MENGGUNAKAN INVERTER

Luthfi Caesar Ardianto (15.11.079)
Jurusan Teknik Mesin S-1, FTI – Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153
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 (veneer dryer). Tujuan dari penelitian ini adalah memvariasikan temperatur pada ruang pengering dengan variasi temperatur 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C untuk mendapatkan kualitas veneer yang baik. Sebagaimana hasil pada penelitian pada temperatur 50°C kadar air yang diuapkan mencapai 3.09% dan bahan masa yang dikeringkan mencapai 30 gr sedangkan pada temperatur 60°C kadar air mencapai 4.49% masa bahan yang dikeringkan mencapai 43 gr dan pada temperatur 70°C kadar air mencapai 5.70% dan masa bahan yang dikeringkan mencapai 54 gr dan pada temperatur 80°C kadar air mencapai 7.06 % masa bahan yang dikeringkan mencapai 66 gr dan pada temperatur 90°C kadar air mencapai 8.45% masa bahan yang dikeringkan mencapai 78 gr sedangkan pada temperatur 100°C kadar air mencapai 9.28% masa bahan yang dikeringkan mencapai 85 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, Veneer dryer

ABSTRACT

In Indonesia it is a product of industrial forest plywood which occupies an important position in development. However, the frequent development of the plywood industry is that the company is faced with the problem of the quality and quantity of raw materials (logs) that are increasingly decreasing. The decline occurs because in fact the number of logs that are available is increasingly scarce, and the resulting log has a lower quality. Therefore many studies refer to wood drying and renewal of wood drying machines (veneer dryers). The purpose of this study was to vary the temperature in the braking chamber with a temperature variation of 50 ° C, 60 ° C, 70 ° C, 80°C, 90°C, 100°C to get a good quality veneer. As the results of the study at a temperature of 50 ° C the evaporated water content reached 3.09% and the dried period material reached 30 gr while at a temperature of 60 ° C the water content reached 4.49% the amount of the dried material reached 43 gr and at 70 ° C the water content reaching 5.70% and the period of the dried material reaches 54 gr and at a temperature of 80°C the water content reaches 7.06% the time the dried material reaches 66 gr and at a temperature of 90°C the water content reaches 8.45% the time the dried material reaches 78 gr while at the temperature 100°C the water content reaches 9.28% of the time the dried material reaches 85 gr. And it can be concluded, the higher the drying temperature, the higher the water content applied will be higher and the drying time of the material will be higher.

Keywords: moisture content, lifetime, Veneer dryer

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Teori Dasar Pengeringan.....	4
2.1.1 Faktor- faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan	5
2.1.2 Metode Pengeringan Kayu Lapis.....	6
2.2 Jenis-jenis pengeringan.....	7
2.2.1 Pengringan alami (air seasoning).....	7
2.2.2 Pengeringan dengan radiasi sinar matahari (Solar drying).....	8
2.2.3 Vacuum Kiln	9
2.2.4 Dehumidification Kiln.....	10
2.2.5 Inverter.....	11
2.3 Mekanisme Pengeringan Veneer	11
2.3.1 Pengertian Umum	11
2.3.2 Prinsip Dasar Pengeringan	12
2.3.3 Kadar Air (KA).....	13
2.4 Teori Dasar Perpindahan Panas	13

2.4.1 Konduktifitas atau Keantaran Termal (K).....	14
2.5 Alat Penukar Kalor (Heat Echanger) Pada alat Pengering.....	18
2.6 Jenis-jenis fan.....	19
2.6.1 Fan Sentrifugal	20
2.6.2 Fan Aksial	23
2.7 Jenis-jenis blower.....	26
2.7.1 Blower Sentrifugal.....	27
2.7.2 Forward-curved blade blower.....	27
2.7.3 Backward-curved blade blower	28
2.8 Bagian-bagian alat pengering kayu lapis (veneer dryer)	29
2.8.1 Ruang bakar tungku	29
2.8.2 Ruang pengering	29
2.8.3 Blower	29
2.8.4 Heat exchanger	29
2.8.5 Panel kontrol.....	29
2.8.6 Dust collector	30
2.9 Prinsip kerja alat pengering	30
2.9.1 Jenis- jenis alat penukar kalor berdasarkan kontruksinya	30
2.9.2 Jenis-jenis aliran udara pada alat penukar kalor	31
2.9.3 Aliran udara pengering	31
2.9.4 Aliran berlawanan (Counter flow).....	33
2.9.5 Rumus-rumus yang digunakan.....	34
BAB III.....	35
METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	37
3.3 Persiapan Bahan Dan Alat.....	37
3.4 Variable Pengujian	44
3.5 Persiapan Pengujian.....	45
3.6 Langkah-Langkah Pengujian.....	46
BAB IV.....	47

ANALISA DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Analisa Data Hasil Perhitungan	47
4.2 Analisa data hasil perhitungan.....	47
4.2.1 Perhitungan kadar air bahan yang diuapkan	47
4.2.2 Perhitungan massa pengeringan bahan	49
4.3.1 Analisa Grafik Kadar Air Terhadap Temperatur	51
BAB V.....	53
PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengeringan dengan radiasi sinar matahari	8
Gambar 2.2 Vacuum Kiln	9
Gambar 2.3 Dehumidification kiln	10
Gambar 2.4 Perpindahan panas secara konduksi	15
Gambar 2.5 Perpindahan kalor secara konveksi	16
Gambar 2.6 Perpindahan kalor secara radiasi	18
Gambar 2.7 Susunan pipa penukar kalor	19
Gambar 2.8 Fan sentrifugal	22
Gambar 2.9 Fan radiasi dengan blades	22
Gambar 2.10 Forward curved fan	22
Gambar 2.11 Backward inclined fan.....	23
Gambar 2.12 Fan aksial (NISCO).....	25
Gambar 2.13 Fan propeller	25
Gambar 2.14 Fan tabung aksial (NISCO).....	26
Gambar 2.15 Vane-axial fan	26
Gambar 2.16 Blower sentrifugal.....	27
Gambar 2.17 Forward-curved blade blower	28
Gambar 2.18 Backward-curved blade blower.....	28
Gambar 2.19 penukar kalor pada pipa	31
Gambar 2.20 Aliran fluida dalam penukar kalor jenis pipa.....	31
Gambar 2. 21 Alirah searah	32
Gambar 2.22 Profil suhu untuk parallel flow.....	32
Gambar 2.23 Aliran berlawanan (Counter Flow)	33
Gambar 2.24 Profil suhu untuk Counter Flow	33
Gambar 3.1 diagram alir	35
Gambar 3.2 Bahan uji	37
Gambar 3.3 Design prototype alat pengering kayu (veneer dryer).....	38
Gambar 3.4 Tabung gas Lpg.....	38

Gambar 3.5 Tungku pembakaran	39
Gambar 3.6 Pressure gauge	39
Gambar 3.7 Ruang Pengering	39
Gambar 3.8 Heat Exchanger	40
Gambar 3.9 Bentuk alat pengering kayu	40
Gambar 3.10 gear box	40
Gambar 3.11 Motor listrik	41
Gambar 3. 12 inverter	42
Gambar 3.13 Panelbox	42
Gambar 3.14 Timbangan digital	43
Gambar 3.15 Stopwatch	43
Gambar 3.16 penggaris	44
Gambar 3.17 Jangka sorong	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik berbagai fan sentrifugal (diambil dari US DOE, 1989)	20
Tabel 2.2 Karakteristik berbagai fan Aksial (diambil dari US DOE, 1989).....	23
Tabel 3.1 Data persiapan penelitian	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produsen kayu lapis Indonesia merupakan terbesar didunia, 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 kenyataanya 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 diasilkan.

Untuk mendapatkan kualitas veneer yang baik tentunya diperlukan kualitas log yang baik pula. Padahal sekarang ini log yang berkualitas baik sudah sangat langka, sehingga setiap produsen kayu lapis harus dapat memanfaatkan log yang ada. Dalam kondisi demikian, log perlu diberikan suatu perlakuan khusus seperti perlakuan awal (*Pre-treatment*).

Perlakuan awal (*Pre-treatment*) pada log sendiri dilakukan dengan cara merebus log sehinnnga log yang tadinya keras menjadi log yang lunak. Perubahan log sebelum

dikupas akan memberikan keuntungan itu memperlunak log yang keras, mempermudah pengupasan, meningkatkan kualitas veneer kupasan, meningkatkan rendemen pengupasan.

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 ini 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.

1.2 Rumusan Masalah

Pokok-pokok bahan yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapakah kadar air yang diupkan pada variasi temperatur 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C pada proses pengeringan kayu lapis ?
2. Berapakah massa yang hilang pada variasi temperatur 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C pada proses pengeringan kayu lapis ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk Mencegah agar tidak meluas nya pembahasan dalam penyusunan skripsi ini, maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Batasan masalah ini akan membimbing dalam penulisan skripsi dengan perancangan yang jelas, baik, dan terarah, serta menjurus pada permasalahan pertama. Adapun batasan masalahnya adalah :

1. Temperatur yang digunakan pada variasi pengeringan 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C
2. Bahan baku yang digunakan sebagai pengujian adalah veneer atau kayu lapis kulit sengon (*paraseriantebes valcataria*).

3. Kadar air yang diinginkan adalah dibawah 20%

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui kadar air yang diuapkan pada variasi temperatur 50°C, 60°C, 70°C,80°C,90°C,100°C pada proses pengeringan kayu lapis
2. Untuk mengetahui massa yang hilang pada variasi temperatur 50°C, 60°C, 70°C,80°C,90°C,100°C pada proses pengeringan kayu lapis

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis

Merupakan sarana pengembangan dan penyerapan teori yang telah didapatkan dibangku kuliah, serta membandingkan kondisi dilapangan. Merupakan sarana untuk mendukung pengembangan teknologi tepat guna baik dalam industry.

2. Bagi akademik

Merupakan pustaka tambahan untuk menunjang proses perkuliahan. Sebagai referensi dasar untuk melakukan penelitian lebih mendalam pada jenjang lebih tinggi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 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 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.

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).

2.1.1 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 kelembababan udara. Tetapi nilai kelembababan 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.

2.1.2 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. Pengerinan 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-kompartement dan progresive. Pada kiln kompartement 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.
- d) Kadar air akhir, penentuan kadar air kayu yang dikeringkan tergantung pada tujuan pengeringan dan tujuan penggunaan kayu tersebut.

2.2 Jenis-jenis pengeringan

- Pengeringan alami (air seasoning)
- Pengeringan dengan radiasi sinar matahari (solar drying)
- Vacuum kiln
- Inverter

2.2.1 Pengringan alami (air seasoning)

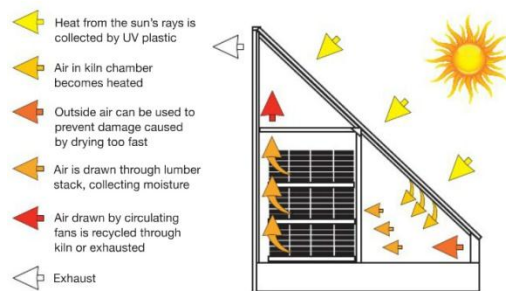
Menurut Martawijaya (1996), pengeringan alami dilakukan ditempat terbuka dan dibawah atap sehingga terlindung dari sinar matahari secara langsung, ditempat terbuka waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi kering kurang lebih 25-50%

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.

2.2.2 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 di bandingkan 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.

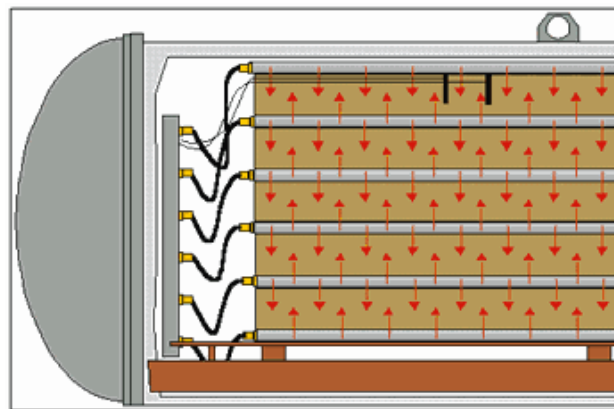


Gambar 2.1 Pengeringan dengan radiasi sinar matahari
(Sumber Rahmaniya D. Astuti, 2014)

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.

2.2.3 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.



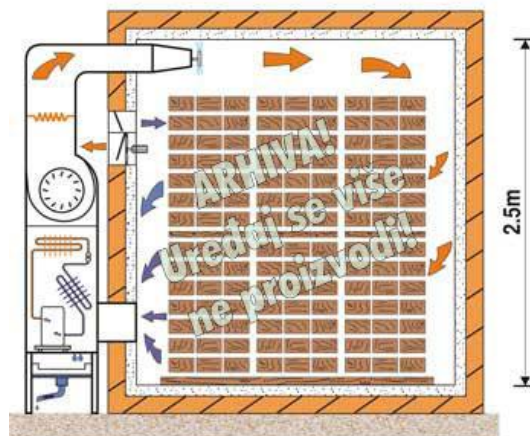
Gambar 2.2 Vacuum Kiln
(Sumber Figiel, A; Michalska, A 2016)

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.

2.2.4 Dehumidification Kiln

Sebagai satu-satunya keunggulan system ini adalah karena dehumidification kiln mendaur ulang suhu udara panas di dalam ruangan 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 2.3 Dehimdification kiln

(Sumber: (FPL 1999 p.12-10))

2.2.5 Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi sumber tegangan AC dengan frekuensi tertentu. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan MOSFET yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah. Inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap jenis inverter tersebut dapat dikelompokkan dalam empat kategori ditinjau dari jenis rangkaian komutasi pada SCR, yaitu: (1) modulasi lebar pulsa, (2) inverter resonansi, (3) inverter komutasi bantu, dan (4) inverter komutasi komplemen. Inverter disebut sebagai inverter catu

-tegangan (voltage

-fed inverter

-VFI)

apabila tegangan masukan selalu dijaga konstan, disebut inverter catu

-arus (current

-fed inverter

-CFI)

apabila arus masukan selalu dipelihara konstan, dan disebut inverter variabel (variable dc linked inverter)

apabila tegangan masukan dapat diatur. Mohan, et.al. (1995)

2.3 Mekanisme Pengeringan Veneer

2.3.1 Pengertian Umum

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).

2.3.2 Prinsip Dasar Pengeringan

Pada proses pengeringan veneer yaitu dengan memanfaatkan uap panas yang bersumber dari boiler maupun heater yang dihembuskan pada produk plywood / kayu dengan bantuan blower sehingga terjadi perpindahan panas secara konveksi dengan harapan akan mengurangi kadar air pada produk plywood / kayu. Tujuan utama dari system veneer dryer ini yaitu untuk menerapkan waktu proses pengeringan secara singkat, sehingga diperoleh efisiensi dari sisi waktu dalam proses pengeringan produk plywood / kayu tersebut.

Pada proses pengeringan, cepatnya perpindahan massa air dipengaruhi oleh faktor dimensi (ketebalan) plywood, lamanya proses didalam veneer dryer, kadar air awal pada plywood dan temperatur yang diterapkan pada mesin veneer dryer, dimana temperatur pengeringan merupakan faktor paling berpengaruh pada proses ini, seiring dengan peningkatan temperatur, maka akan mempersingkat proses waktu pengeringan, tetapi hal ini dapat berpengaruh terhadap terjadinya perubahan warna pada produk, dimana produk akan gosong (Kantay et al, 1997). Kollman et al, 1951 Mengatakan bahwa perubahan warna yang terjadi paling signifikan yaitu selama proses pengeringan berlangsung dengan pengaruh suhu dan kelembaban. Juga mengemukakan bahwa terjadinya perubahan warna tidak penting dalam pengeringan veneer, karena waktu proses yang tepat dan efektif dibutuhkan agar mendapatkan perubahan warna yang terjadi dengan pengaruh suhu dan kelembaban. Untuk alasan ini pengeringan suhu diatas 150°C tidak dianjurkan dalam proses pengeringan.

2.3.3 Kadar Air (KA)

Kadar air veneer adalah banyaknya air yang terdapat di dalam veneer atau produ veneer biasanya dinyatakan secara kuantitatif dalam persen (%) terhadap berat veneer bebas air atau kering tanur (BKT), namun dapat juga dipakai satuan terhadap berat basah nya. 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 :

$$\%KA = (\text{berat dengan air} / \text{BKT}) \times 100\% \quad (2.1) \quad (\text{Haygen dan Bowyer, 1996})$$

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 kandung dalam veneer mencapai 6%. Keragaman nilai KA dapat terjadi antr spesies, bahkan antar bagian dari pohon yang sama (Forest Laboratory Technical 1999).

2.4 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).

2.4.1 Konduktivitas atau Keantaran Termal (K)

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

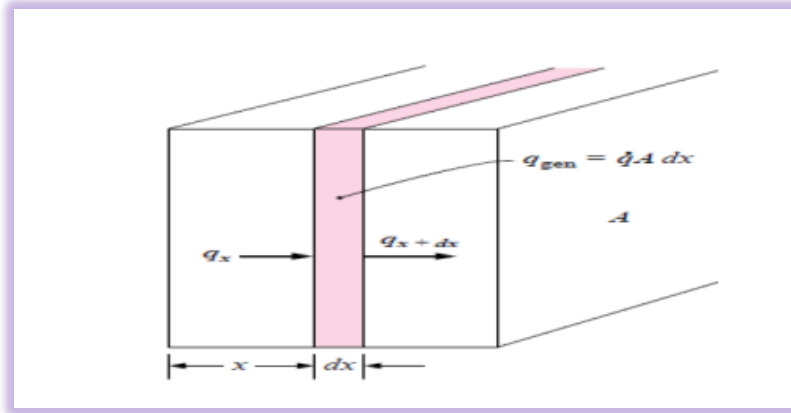
- A. Konduksi
- B. Konveksi
- C. Radiasi

Menurut metode perpindahan panas dapat digolongkan menjadi 3 jenis antara lain, yaitu:

Proses perpindahan panas secara konduksi

- A. Konduksi adalah proses dimana panas mengalir dari daerah Yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam suatu medium padat.
- B. Konduksi adalah satu-satunya mekanisme dimana panas dapat mengalir dalam zat padat yang tidak tembus cahaya. Konduksi penting pula

dalam fluida, tetapi didalam medium yang bukan padat biasaya tergabung dengan konveksi dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi



Gambar 2.4 Perpindahan panas secara konduksi
(Holman J,P,1995 ; Perpindahan Kalor)

Maka perpindahan kalor secara konduksi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q \text{ konduksi} = -k.A \frac{dt}{dx}$$

Dimana : q : Laju perpindahan kalor konduksi ($\frac{kJ}{dtk}$)

k : Koefisien Konduktivitas ($\frac{W}{m} \cdot ^\circ C$)

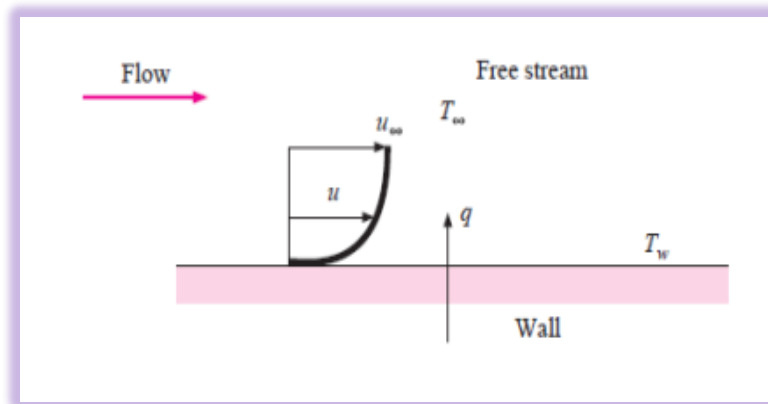
$\frac{dt}{dx}$: Gradien suhu kearah perpindahan kalor

A : Luas panas konduksi (Holman J.P, 1995)

Proses peprindahan pana secara konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan panas yag terjadi melalui lafis fluida yang berpindah, dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi panas dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai ,mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas.

Perpindahan panas konveksi diklarifikasikan dalam konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection) menurut cara menggerakkan alirannya. Bila gerak mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan (berat jenis) yang disebabkan oleh gradien suhu, maka kita berbicara konveksi bebas atau alamiah (natural). Bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat dari luar, seperti pemampatan kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa.



Gambar 2.5 Perpindahan kalor secara konveksi
(Holman J.P, 1995 ; Perpindahan kalor)

Dalam hal ini maka perpindahan panas secara konveksi dapat dirumuskan menjadi

$$q = hA(T_w - T_\infty)$$

Dimana: q = Laju perpindahan panas dengan cara konveksi, Btu/h

h = Konduktansi termal satuan konveksi rata-rata (sering disebut koefisien permukaan perpindahan konveksi), Btu/h ft² F

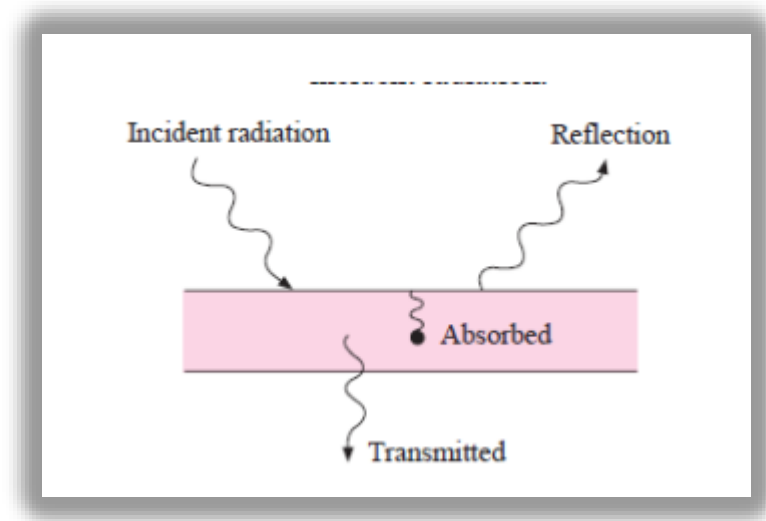
A = Luas perpindahan panas.

ΔT = beda antara permukaan suhu T_s dan suhu fluida T_∞ dilokasi yang ditentukan. (Holman J.P, 1995)

Proses perpindahan panas secara radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas yang melalui gelombang elektromagnetik yang membawanya, dimana panas yang mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah bila benda-benda itu terpisah dalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa antara benda-benda tersebut. Istilah “radiasi” pada umumnya dipergunakan untuk semua jenis gelombang elektromagnetik, tetapi dalam ilmu perpindahan panas kita hanya memperhatikan kejadian yang diakibatkan oleh suhu dan yang dapat meangkut energi panas melalui medium yang dapat tembus cahaya atau melalui ruang. Energi yang berpindah dengan cara demikian diistilahkan sebagai panas radiasi.

Panas radiasi dipancarkan oleh suatu benda dalam bentuk batch, kumpulan energi yang terbatas atau quanta. Gerakan panas radiasi didalam ruang mirip perambatan cahaya dan dapat diuraikan dalam teori gelombang. Bilamana gelombang radiasi menjumpai benda yang lain, maka energinya diserap di dekat permukaan benda tersebut. Perpindahan panas dengan cara radiasi menjadi sangat penting dengan meningkatnya suhu suatu benda.



Gambar 2.6 Perpindahan kalor secara radiasi
(Holman J.P, 1995 ; Perpindahan kalor)

Maka perpindahan kalor secara radiasi dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_r = \sigma \cdot A \cdot \epsilon \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$

Dimana : q_r = Laju perpindahan panas radiasi

σ = Konstanta Stefan Bolzman

A = Luas panas radiasi

ϵ = Emisifitas

T = Temperatur absolut ($^{\circ}k$)

(Holman J.P, 1995)

2.5 Alat Penukar Kalor (Heat Echanger) 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 gemoetri 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 :

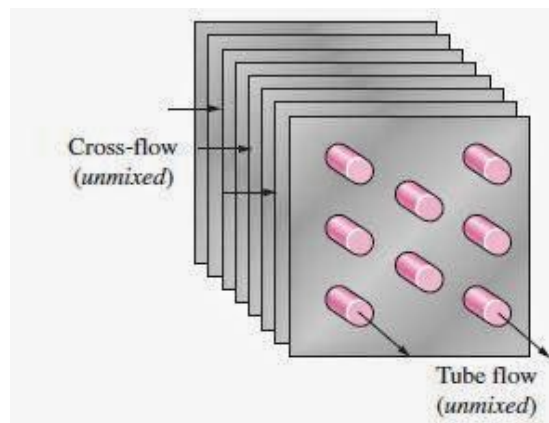
Q = Kuantitas perpindahan panas (laju perpindahan panas/watt)

U = Koefisien perpindahan konveksi ($\text{w} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

A = Luas permukaan perpindahan panas (m^2)

ΔT = Perbedaan temperatur pada saat perpindahan panas ($^\circ\text{C}$)

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 2.7 Susunan pipa penukar kalor
(Sumber: J.P. Holman, 1997:489)

2.6 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.

2.6.1 Fan Sentrifugal

Fan sentrifugal (Gambar 2.8) 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. Fan sentrifugal dikategorikan oleh bentuk bladenya sebagaimana di ringkas dalam table 2.1 di bawah ini

Tabel 2.1 Karakteristik berbagai fan sentrifugal (diambil dari US DOE, 1989)

Jenis fan dan blade	Keuntungan	Kerugian
Fan radial dengan blades putar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cocok untuk tekanan statis tinggi (sampai 1400m WC dan suhu tinggi) ➤ Rancangannya sederhana sehingga dapat dipakai untuk unit penggunaan khusus ➤ Dapat beroperasi pada aliran udara yang rendah tanpa masalah getaran ➤ Sangat tahan lama ➤ Efisiensinya mencapai 75% 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hanya cocok untuk laju aliran udara rendah sampai medium
Fan yang melengkung kedepan, dengan blade yang melengkung kedepan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dapat menggerakkan volume udara yang besar terhadap tekanan yang relative rendah ➤ Ukurannya relative 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hanya cocok untuk layanan penggunaan yang bersih, bukan untuk layanan kasar dan bertekanan tinggi

	<p>kecil</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tingkat kebisingan rendah (disebabkan rendahnya kecepatan) dan sangat cocok untuk digunakan untuk pemanasan perumahan, ventilasi dan penyejuk udara (HVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penggerak harus dipilih secara hati-hati untuk menghindari beban motor berlebih sebab kurva daya meningkat sejalan dengan aliran udara
<p>Blackward inclined fan, dengan blades yang miring jauh dari arah perputaran datar, lengkung, dan airfoil</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dapat beroperasi dengan perubahan tekanan statis (asalkan bebanya tidak berlebih ke motor) ➤ Cocok untuk sistem yang tidak menentu pada aliran udara tinggi ➤ Fan dengan blade datar lebih kuat 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak cocok untuk aliran udara yang kotor (karena bentuk fan mendukung terjadinya penumpukan debu)



Gambar 2.8 Fan senterifugal
(Sumber: Austin H, Church. 1990.)



Gambar 2.9 Fan radiasi dengan blades
(Sumber : US DOE, 1989)



Gambar 2.10 Forward curved fan
(Sumber : US DOE, 1989)



Gambar 2.11 Backward inclined fan
(Sumber : US DOE, 1989)

2.6.2 Fan Aksial

Fan aksial (Gambar 2.12) meggerakan aliran udara sepanjang sumbu fan. Cara kerja fan seperti impeller pesawat terbang: baldes fan menghasilkan pengangkatan aerodinamis yang menekan udara. Fan ini terkenal di industri karena murah, bentuknya yang kompak dan ringan. Jenis utama fan dengan aliran aksial (impeller, pipa aksial dan impeller aksial) sebagaimana diringkas dalam table 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Karakteristik berbagai fan Aksial (diambil dari US DOE, 1989)

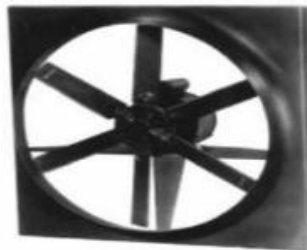
Jenis fan dan	Keuntungan	Kerugian
Fan propeller	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menghasilkan laju aliran udara yang tinggi pada tekanan rendah ➤ Tidak membutuhkan saluran kerja yang luas (sebab tekanan yang dihasilkannya kecil) ➤ Dapat menghasilkan aliran dengan arah berlawanan, yang membantu dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agak berisik

	penggunaan ventilasi	
Fan pipa aksial, pada dasarnya fan propeller yang ditempatkan dibagian dalam silinder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tekanan lebih tinggi dan efisiensi operasinya lebih baik daripada fan propeller ➤ Dapat dengan cepat dipercepat sampai nilai kecepatan tertentu (karena putaran ➤ Menciptakan tekanan yang cukup untuk mengatasi kehilangan disaluran dengan ruang yang relative efisien 	➤ Efisiensi energinya relative rendah (65%)
Fan dengan baling-baling aksial	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dapat dengan cepat dipercepat sampai ke nilai kecepatan tertentu(disebabkan putaran massanya rendah) dan menghasilkan aliran pada arah berlawanan, yang berguna dalam berbagai penggunaan ventilasi ➤ Kebanyakan energinya efisien (mencapai 85% 	➤ Relatif mahal dibanding fan impeller

	jika dilengkapi dengan fan airfoil dan jarak ruang yang kecil)	
--	--	--



Gambar 2.12 Fan aksial (NISCO)
(Sumber ; US DOE, 1989)



Gambar 2.13 Fan propeller
(Sumber: US DOE, 1989)



Gambar 2.14 Fan tabung aksial (NISCO)
(Sumber: US DOE, 1989)



Gambar 2.15 Vane-axial fan
(Sumber: US DOE, 1989)

2.7 Jenis-jenis blower

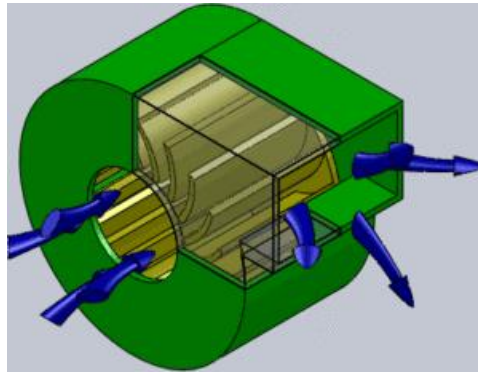
Pengertian blower pada dasarnya sama dengan fan, namun blower dapat menghasilkan tekanan static yang lebih tinggi. Kadang- kadang tekanan yang lebih tinggi dicapai melalui sebuah susunan impeller multi tahap.

Dalam praktek 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.

Tekanan pada blower sendiri lebih besar daripada fan, tekanan yang dihasilkan bisa mencapai 1.20 kg/cm. Blower juga dapat digunakan untuk menghasilkan tekanan negative untuk system vakum di industry.

2.7.1 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)

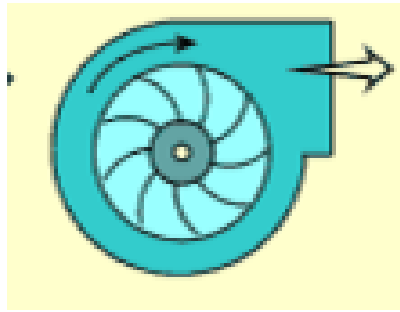


Gambar 2.16 Blower sentrifugal
(sumber ; Austin H, Church. 1990.)

Blower bilah radial biasanya digunakan dalam aplikasi yang mempunyai temperatur tinggi dan diameter yang besar. Bilah yang dalam arah radiasi mempunyai tegangan (stress) yang sangat rendah dibandingkan dengan bilah bengkol maju ataupun mundur. Rotor mempunyai 4-12 bilah dan biasanya beroperasi pada kecepatan rendah. Blower ini digunakan dalam kerja buangan (Exhaust work), Khususnya untuk gas-gas pada temperatur tinggi dan dengan suspense dalam alirannya

2.7.2 Forward-curved blade blower

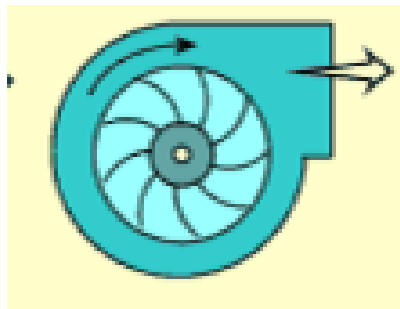
Blower ini mengalirkan gas buang pada kecepatan yang sangat tinggi, tekanan yang dipasok oleh blower ini lebih rendah dibandingkan dengan tekanan yang dihasilkan oleh dua bilah yang lain. Banyaknya bilah dalam rotor tersebut dapat mencapai 50, sedangkan kecepatan nya dapat mencapai 3600 rpm.



Gambar 2.17 Forward-curved blade blower
(sumber ; G. Sureshkannan *et al*, 2015)

2.7.3 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 2.18 Backward-curved blade blower
(sumber ; G. Sureshkannan *et al*, 2015)

Bilah bengkok maju memberikan sebagian besar kecepatan kepada udara (gas). Ikal yang berbentuk gulungan (scroll shaped volute) mendifusikan udara dan menciptakan kenaikan tekanan static dengan cara penurunan kecepatan gas. Perubahan tekanan total (biasanya kecil) terjadi didalam impeller maupun bagian

difusi. Efisiensi operasi fan biasanya pada rentang 40-80%. Tekanan total buang adalah jumlah dari tekanan static dan velocity head.

2.8 Bagian-bagian alat pengering kayu lapis (veneer dryer)

2.8.1 Ruang bakar tungku

Ruang bakar berfungsi untuk tempat pembakaran sehingga menghasilkan gas panas, gas panas yang dihasilkan oleh tungku pembakaran selalu dikontrol, agar gas panas yang dihasilkan tidak kekurangan atau berlebihan saat dibutuhkan didalam ruang pengering.

2.8.2 Ruang pengering

Ruang pengering pada veneer dryer disini menggunakan box vacuum yang terbuat dari plat besi setebal 1 mm, serta menggunakan sistem rotary.

2.8.3 Blower

Blower berfungsi untuk menghembuskan udara atmosfer ke dalam heat exchanger, untuk selanjutnya dihembuskan ke dalam ruang pengering kayu lapis, blower yang digunakan disini merupakan blower jenis keong, kelebihan dari blower jenis ini antara lain semburan udara lebih kuat dan sesuai untuk sebuah sistem aliran udara tertutup yang terkontrol.

2.8.4 Heat exchanger

Heat exchanger terdiri dari pipa-pipa yang disusun sedemikian rupa, apabila dinding pipa-pipa bagian dalam nya dihembuskan udara atmosfer maka akan menghasilkan udara panas, dimana udara panas yang dihasilkan dari pemanasan (pembakaran) pipa-pipa tersebut akan dihembuskan kedalam ruang pengering kayu untuk mengeringkan kayu lapis berada didalam ruang pengeringan.

2.8.5 Panel kontrol

Panel pengendali berfungsi untuk mengendalikan sirkulasi udara supaya merata segala sudut ruang pengering sehingga diperoleh pengeringan yang baik.

Perlengkapan panel control yang baik selain bisa mengendalikan aliran udara juga mengontrol panas dan kelembaban udara dalam ruang oven.

2.8.6 Dust collector

Kegunaan dust collector adalah untuk menyaring kotoran seperti debu atau sisa pembuangan dari hasil pembakaran yang terjadi ditungku bakar agar debu tersebut tidak beterbangan dan mencemari lingkungan sekitarnya.

2.9 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.

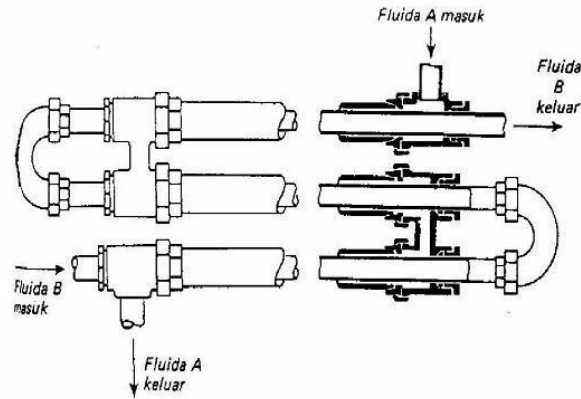
Pindah panas secara garis besar di kategorikan menjadi dua yaitu:

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.

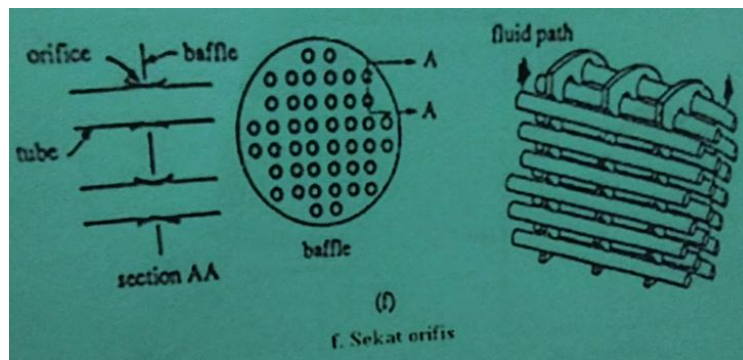
2.9.1 Jenis- jenis alat penukar kalor berdasarkan konstruksinya

Alat ini terdiri dari sebuah pipa yang terletak konsentrik (sesumbu) dalam pipa lainnya yang merupakan selongsong, untuk susunan ini salah fluidanya mengalir melalui pipa didalamnya, fluida yang lain mengalir melalui celah (annulus) yang terbentuk diantara pipa dalam dan pipa luar. Dalam alat penukar kalor ini dapat digunakan aliran searah, aliran lawan arah, baik fluida dingin atau fluida panas

terdapat dalam ruang annulus dan fluida yang di dalam pipa. Alat penukar kalor jenis ini banyak digunakan untuk industry-indutri berskala kecil, sebab penukar kalor jenis ini hanya membutuhkan kapasitas aliran yang kecil.



Gambar 2.19 penukar kalor pada pipa
(Sumber Septiani, 2012)



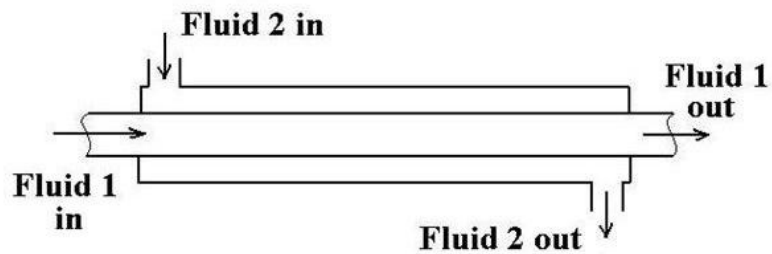
Gambar 2.20 Aliran fluida dalam penukar kalor jenis pipa
(Kreith, Frank ; 1997 : Prinsip-prinsip perpindahan massa)

2.9.2 Jenis-jenis aliran udara pada alat penukar kalor

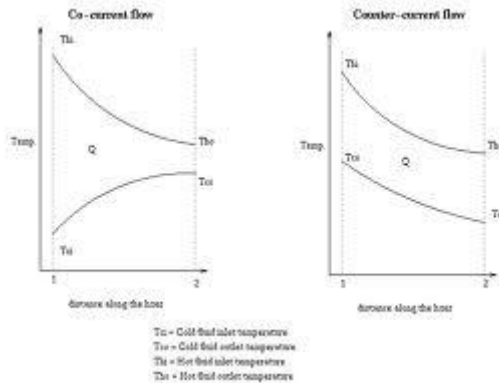
2.9.3 Aliran udara pengering

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 uap air 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 lelembab(Taib,1999).



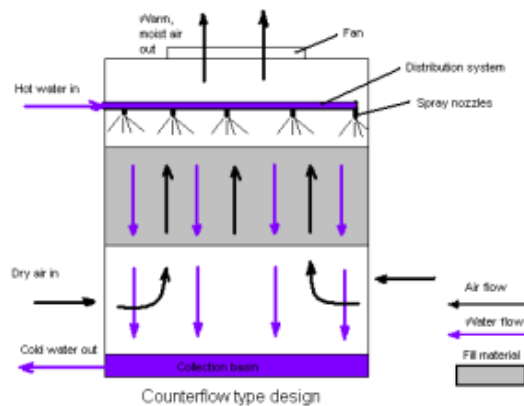
Gambar 2. 21 Alirah searah
(Sumber : Septiani, 2012)



Gambar 2.22 Profil suhu untuk parallel flow
(Sumber : Kreith, Frank ; 1997 ; Prinsip-prinsip perpindahan panas)

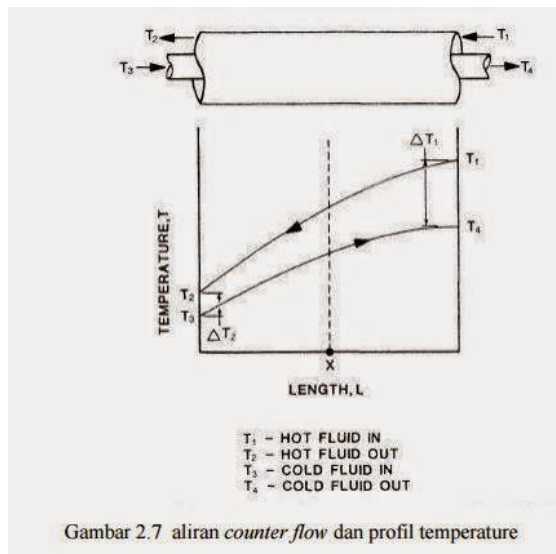
2.9.4 Aliran berlawanan (Counter flow)

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 2.20. Sedangkan profil untuk suhu untuk counter flow dalam penukar kalor pipa ditunjukkan pada gambar 2.21



Gambar 2.23 Aliran berlawanan (Counter Flow)

(Sumber : M. Necati Ozisik ; 1997 Heat Transfer A basic Approach)



Gambar 2.7 aliran counter flow dan profil temperature

Gambar 2.24 Profil suhu untuk Counter Flow

(Sumber : Kreith, Frank ;1997; Prinsip-prinsip perpindahan panas)

2.9.5 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)

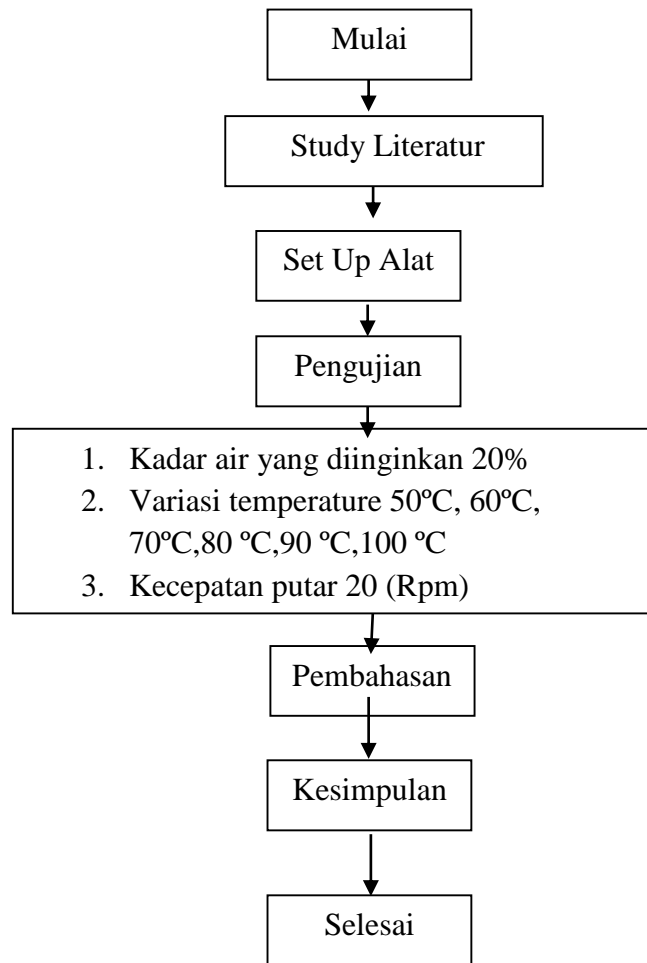
Maka :

Temperatur 65 °C

$$M = m_o - m_1$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 diagram alir

Diagram alir diatas merupakan susunan alur proses penelitian variasi temperature pemanas (dryer) terhadap laju pengeringan veneer dryer dengan sistem control :

1. Study literature

Sebelum melakukan penelitian ini, kami melakukan study literature dimana kegiatan yang dilakukan adalah mencari refrensi atau buku tentang pengeringan kayu lapis

2. Set up alat

Memastikan alat pengeringan sudah bekerja dengan baik dan benar, pengecekan sambungan saluran-saluran panas, saluran buang, mengecek dan membersihkan abu pada dapur (tungku pengeringan).

Mempersiapkan alat ukur yang dipergunakan yaitu mengkalibrasi stopwatch, penggaris/jangka sorong, timbangan.

3. Pengujian

Periksa temperature pada ruang pengujian (suhu ruang)

Menyalakan tungku untuk memanaskan alat pengeringan

Siapkan bahan uji (veneer atau kayu lapis) yang mempunyai dimensi dan kadar air yang sama.

Letakkan bahan uji ke dalam ruang pengeringan

Menghidupkan blower untuk menghembuskan udara panas dari heat exchanger kedalam ruang pengering, dengan demikian proses pengering telah dimulai kemudian nyalakan stopwatch untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan selama proses

Periksa temperature ruang pengeringan

4. Pembahasan

Setelah didapatkan data pengujian yang terdiri dari pengujian pengeringan kayu lapis dan pengurangan kadar air, maka dilakukan pengolahan data dan analisa.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengeringan kayu lapis bahwa temperatur yang paling optimal yaitu 100°C

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan dibengkel pengembangan kreatifitas mahasiswa Institut teknologi Nasional Malang kampus II karanglo.

3.3 Persiapan Bahan Dan Alat

Persiapan bahan :

A. Penyediaan Bahan Veneer

Veneer adalah lembaran kayu tipis yang dihasilkan dari irisan, kupasan dan serutan gelondongan kayu(kayu balok / log). Dengan teknologi khusus menggunakan slice machine, gelondongan kayu diiris atau diserut memanjang atau dikupas secara melingkar sehingga menghasilkan lembaran kayu tipis. Fungsi dari veneer yaitu untuk dilapiskan pada media (MDF, Plywood, Partikel) sebagai bahan untuk pengganti kayu



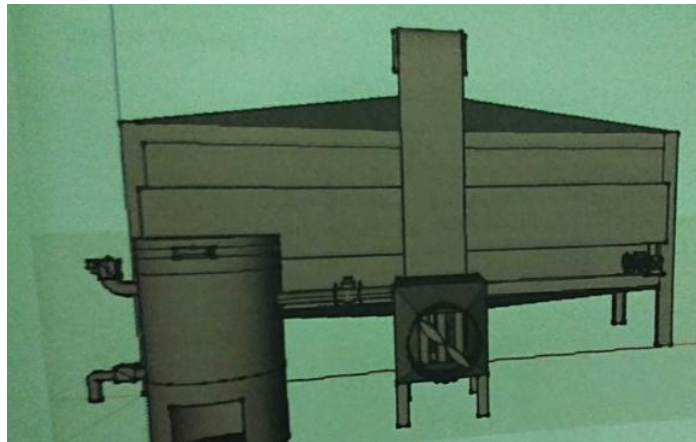
Gambar 3.2 Bahan uji
(Sumber : foto sendiri)

B. Variasi Pengujian Bahan

Pada proses pengeringan ini, variasi yang digunakan adalah variasi temperature yaitu : 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C dengan menggunakan inverter.

C. Pengenalan Alat Yang Akan Dilakukan Pengujian

Jenis alat pengeringan biji kakao yang akan di gunakan dalam pengujian seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.3 Design prototype alat pengering kayu (veneer dryer)
(Sumber : foto sendiri)



Gambar 3.4 Tabung gas Lpg
(Sumber foto sendiri)



Gambar 3.5 Tungku pembakaran
(Sumber : foto sendiri)



Gambar 3.6 Pressure gauge
(Sumber : foto sendiri)



Gambar 3.7 Ruang Pengering
(Sumber Foto sendiri)



Gambar 3.8 Heat Exchanger
(Sumber : foto sendiri)



Gambar 3.9 Bentuk alat pengering kayu
(Sumber : foto sendiri)

D. Peralatan yang digunakan

1. gear box



Gambar 3.10 gear box
(sumber : Foto sendiri)

gear box yang berfungsi untuk menurunkan putaran yang dihasilkan oleh motor listrik guna mendapatkan hasil putaran mesin yang diinginkan.

2. Motor Listrik



Gambar 3.11 Motor listrik

Motor listrik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak atau energi mekanik.

3. Inverter

Inverter adalah sebuah alat yang mengubah listrik arus searah (DC) untuk alternating current (AC), AC dapat di konversi pada setiap tegangan yang diperlukan dan frekuensi dengan menggunakan transformator yang tepat, switching, dan sirkuit control



Gambar 3. 12 inverter
(sumber : Internet)

4. Panelbox

Panelbox berfungsi untuk menampilkan ukuran temperatur tungku pembakaran, ruang pengering serta temperatur buang



Gambar 3.13 Panelbox
(Sumber : Foto sendiri)

E. Alat ukur yang digunakan

1. Timbangan digital

Timbangan berfungsi untuk mengukur berat awal benda uji / bahan veneer (kayu lapis) sebelum proses pengeringan dilakukan dan berat bahan uji setelah proses pengeringan dilakukan



Gambar 3.14 Timbangan digital
(sumber ; Foto sendiri)

2. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menunjukkan waktu yang digunakan pada pengujian lama waktu pengeringan veneer selama penelitian berlangsung sehingga memudahkan untuk pengambilan data.



Gambar 3.15 Stopwatch
(Sumber : Internet)

3. Penggaris Baja

Penggaris digunakan untuk mengukur panjang dan lebar bahan uji



Gambar 3.16 penggaris
(sumber : foto sendiri)

4. Mistar sorong

Digunakan untuk mengukur ketebalan bahan uji. Jangka sorong yang digunakan menggunakan merek Mitutoyo buatan Jepang.



Gambar 3.17 Jangka sorong
(Sumber ; Foto sendiri)

3.4 Variable Pengujian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yakni :

1. Variabel Bebas

Variable yang tidak dipengaruhi oleh variable lainnya. Besar variabel bebas dapat kita tentukan dan juga berfungsi sebagai sebab dalam perancangan. Dalam perancangan ini yang menjadi variabel bebas adalah variasi laju kecepatan putar

1. Kecepatan Putar 20 (Rpm)
2. Temperatur pengeringan 50°C, 60°C,70°C,80°C,90°C,100°C

3. Kadar air kayu 20%

Nilai variabel bebas yang sudah ditentukan diatas dapat dinyatakan dalam satu tabel berikut :

Tabel 3.1 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	50 °C	1000 gr				15
20	60 °C	1000 gr				15
20	70 °C	1000 gr				15
20	80 °C	1000 gr				15
20	90 °C	1000 gr				15
20	100 °C	1000 gr				15

2. Variabel Terikat

Variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas nilai sifat mekanis benda uji tersebut dan besar variabel terkontrol dapat diketahui setelah pengujian dilakukan.

3.5 Persiapan Pengujian

Sebelum pelaksanaan pengujian dilakukan, ada hal yang perlu dipersiapkan, antara lain :

1. Memastikan alat pengeringan sudah bekerja dengan baik dan benar, pengecekan sambungan saluran-saluran panas, saluran buang, mengecek dan membersihkan abu pada dapur (tungku pengeringan).
2. Mempersiapkan alat ukur yang dipergunakan yaitu mengkalibrasi stopwatch, penggaris/jangka sorong, timbangan.
3. Mempersiapkan bahan yang akan diuji, ditimbang dalam keadaan basah.
4. Mempersiapkan lembar data untuk mencatat hasil percobaan.

3.6 Langkah-Langkah Pengujian

Apabila semua peralatan telah dipersiapkan, maka pengujian siap untuk dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Periksa temperature pada ruang pengujian (suhu ruang)
2. Menyalakan tungku untuk memanaskan alat pengeringan
3. Siapkan bahan uji (veneer atau kayu lapis) yang mempunyai dimensi dan kadar air yang sama.
4. Letakkan bahan uji ke dalam ruang pengeringan
5. Menghidupkan blower untuk menghembuskan udara panas dari heat exchanger kedalam ruang pengering, dengan demikian proses pengering telah dimulai kemudian nyalakan stopwatch untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan selama proses
6. Periksa temperature ruang pengeringan

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data dibawah merupakan spesifikasi dari kayu lapis yang akan saya teliti. Dalam penelitian ini data yang akan bahas meliputi kadar air bahan dan massa pengeringan bahan dari kayu lapis

Ketebalan Kayu : ±5mm
 Lebar : 18 cm
 Panjang : 80 cm
 Berat bahan per lembar : 360 gr
 Total berat yang diuji : 1000 gr

4.1 Analisa Data Hasil Perhitungan

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	50 °C	1000 gr	970 gr	30	3.09	15
20	60 °C	1000 gr	957 gr	43	4.49	15
20	70 °C	1000 gr	946 gr	54	5.70	15
20	80 °C	1000 gr	934 gr	66	7.06	15
20	90 °C	1000 gr	922 gr	78	8.45	15
20	100 °C	1000 gr	915 gr	85	9.28	15

4.2 Analisa data hasil perhitungan

4.2.1 Perhitungan kadar air bahan yang diuapkan

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

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

Dimana :

H = Kadar air (%)

m_o = Berat awal (g)

m_1 = Berat akhir pengeringan (g)

Maka :

Temperatur 50°C

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

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

$$H = 3.09\%$$

Tempetaur 60°C

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

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

$$H = 4.49\%$$

Temperatur 70°C

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

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

$$H = 5.70\%$$

Temperatur 80°C

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

$$H = \frac{1000 - 934}{934} \times 100$$

$$H = 7.06\%$$

Temperatur 90°C

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

$$H = \frac{1000 - 922}{922} \times 100$$

$$H = 8.45\%$$

Temperatur 100°C

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

$$H = \frac{1000 - 915}{915} \times 100$$

$$H = 9.28\%$$

4.2.2 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 50°C

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

Temperatur 60°C

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

Temperatur 70°C

$$M = m_o - m_1$$

$$= 1000-946$$

$$= 54 \text{ gr}$$

Temperatur 80°C

$$M = m_o - m_1$$

$$= 1000-934$$

$$= 66 \text{ gr}$$

Temperatur 90°C

$$M = m_o - m_1$$

$$= 1000-922$$

$$= 78 \text{ gr}$$

Temperatur 100°C

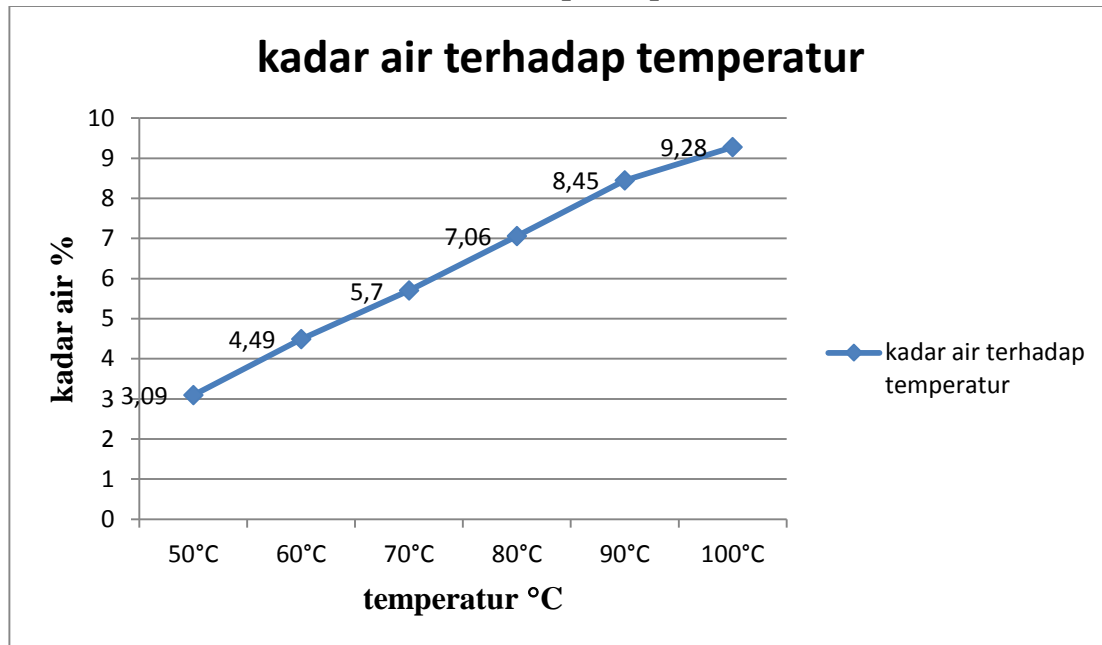
$$M = m_o - m_1$$

$$= 1000-915$$

$$= 85 \text{ gr}$$

4.3 Analisa Grafik dan Pembahasan

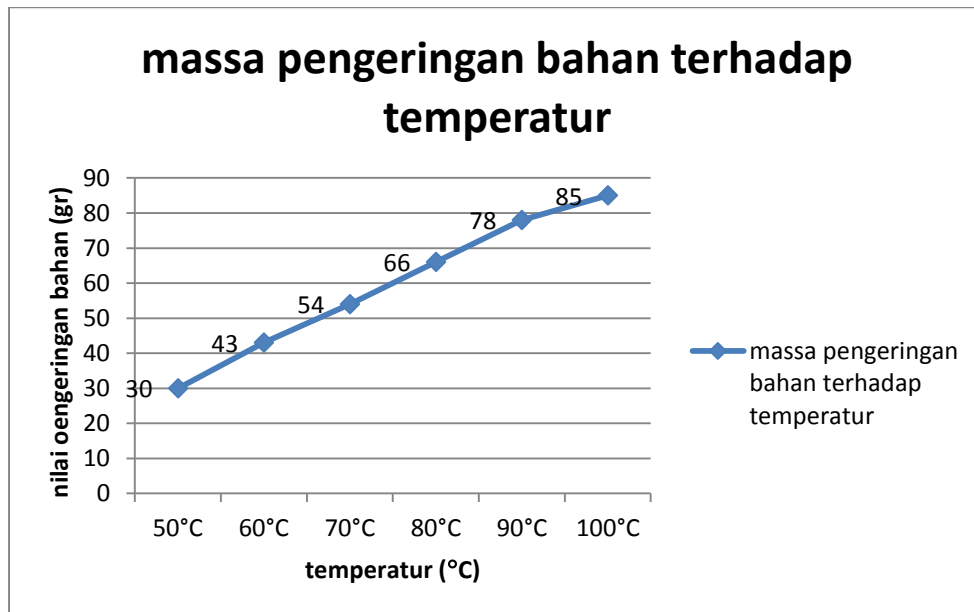
4.3.1 Analisa Grafik Kadar Air Terhadap Temperatur



Pada perhitungan kadar air terhadap variasi temperatur, peningkatan kadar air yang keluar dari temperatur 50°C ke temperatur 60°C sebesar 1.4%. Sedangkan dari temperatur 60°C ke temperatur 70°C sebesar 1.21%. Sedangkan dari temperatur 70°C ke temperatur 80°C sebesar 1.36%. Sedangkan dari temperatur 80°C ke temperatur 90°C sebesar 1.39%. Dan pada temperatur 90°C ke temperatur 100°C terjadi seleisih kadar uap air terkecil yaitu sebesar 0.83%.

Pada hasil perhitungan dari penelitian ini pada temperatur 100°C nilai kadar air yang diuapkan yaitu mencapai 9.28% karena semakin besar temperatur panas didalam ruang pengering dan semakin kecilnya temperatur panas yang keluar atau dibuang maka semakin besar penyerapan kalor dan dapat menguapkan kadar air pada bahan kayu dengan maksimal.

4.3.2 Analisa Grafik Massa Pengeringan Bahan Terhadap Temperatur



Dengan nilai temperatur yang berbeda-beda maka masa pengeringan bahan yang bekerja pada pengeringan akan semakin tinggi dan juga tingkat pengeringan bahan akan berkurang kadar masa sebelum pengujian. Yang telah diperhitungkan menggunakan variasi temperatur. Dapat dilihat temperatur 50 °C dengan masa bahan 30 gr dan temperatur 60 °C dengan masa 43 gr peningkatan masa pengeringan bahan mencapai 13 gr, serta pada temperatur 60 °C menuju 70 °C masa bahan yang dikeringkan mencapai 11 gr, serta pada temperatur 70°C menuju 80°C masa bahan yang dikeringkan mencapai 12 gr, serta pada temperatur 80°C menuju 90°C masa bahan yang dikeringkan sama yaitu 12 gr, serta pada temperatur 90°C menuju 100°C masa pengeringan bahan mencapai 9 gr.

Pada hasil perhitungan dari penelitian bahwa semakin besar temperatur semakin banyak pmasa pengeringan yang hilang dan pada temperatur 100°C masa pengeringan yang hilang yaitu mencapai 85 gr.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian yang telah penulis lakukan dapat di ambil kesimpulan :

1. Pada variasi temperatur 50°C sampai 100°C didapatkan hasil terbaik pada temperatur 100°C dengan nilai kadar air 9.28%. Jadi dapat disimpulkan semakin besar temperatur yang digunakan dalam ruang pengering (dryer) maka kadar air yang diuapkan juga semakin maksimal.
2. Pada variasi temperatur 50°C sampai 100°C didapatkan hasil terbaik pada temperatur 100°C dengan nilai massa pengeringan 85gr. Jadi dapat disimpulkan semakin besar temperatur yang digunakan dalam ruang pengering (dryer) maka massa yang hilang juga semakin maksimal.

5.2 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

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

- Haygreen, J.G dan J.L Bowyer, 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*, Suatu Pengantar (Terjemahan Sutjipto, AH), Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Mohan, et.al. (1995). *Power Electronics: Converter, Application and Design* Singapore: John Wiley & Sons
- Susilo, Ferry T., Ilham Priyadythama, dan Rahmadiyah D. Astuti. (2014). Perancangan Alat Pengering Simplisia Menggunakan Tenaga Matahari. Prosiding Seminar Nasional IDEC 2014. Surakarta, 20 Mei 2014
- US Department of Energy (US DOE). 1989. *Energy Efficiency and Renewable Energy Improving Fan System performance- a sourcebook for industry*
- G. Sureshkannan *et al*, 2015. Design and Experimental Investigation of Forward Curved, Backward Curved and Radial Blade Impellers of Centrifugal Blower
- Austin H, Church. 1990. *Pompa dan Blower Sentrifugal* .Jakarta : Erlangga
- A. Figiel and A. Michalska, “Overall quality of fruits and vegetables products affected by the drying processes with the assistance of vacuum-microwaves,” *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 18, no. 1, article no. 71, 2017

LAMPIRAN

