

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang penduduknya sebagian besar adalah petani, diantaranya petani kopi. Pada pengolahan pasca panen hasil pertanian yang masih membutuhkan penanganan yang tepat untuk menghasilkan bahan pertanian yang dapat diolah dan disimpan dengan kualitas yang tidak berbeda dibandingkan sesaat setelah panen. Pengeringan sudah dikenal sejak dulu sebagai salah satu metode pengawetan bahan. Tujuan dasar pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air bahan secara termal sampai ke tingkat tertentu, dimana kerusakan akibat mikroba dan reaksi kimia dapat diminimalisasi, sehingga kualitas produk keringnya dapat dipertahankan. (AN Habibah 2017)

Pengeringan kopi merupakan proses untuk mengurangi kadar air dengan tujuan menghasilkan kopi yang berkualitas. Metode pengeringan kopi ada dua metode yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pengeringan alami dapat dilakukan dengan bergantung pada cuaca dan membutuhkan tenaga manusia pada saat pengeringan. Selain itu proses pengeringan tersebut membutuhkan waktu hampir 3 minggu dan membutuhkan lahan yang luas serta tergantung kondisi alamnya juga. (AN Habibah 2017)

Oleh sebab itu penulis merancang alat pengering dengan menggunakan aliran udara panas yang sangat cocok untuk mengeringkan biji kopi. Dengan menggunakan udara panas ini, biji kopi akan dikeringkan dengan memanfaatkan

aliran udara panas dengan kecepatan tertentu yang dilewatkan menembus bahan sehingga bahan tersebut memiliki sifat seperti fluida. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan untuk fluida panas yang digunakan yaitu udara panas pembakaran. Aliran udara panas dalam ruang pengering berlangsung secara paksa dengan bantuan blower. Oleh karena itu, distribusi aliran udara panas juga dapat divariasikan melalui kecepatan laju udara dari blower sehingga kecepatan aliran fluida panas juga mengalami perubahan tekanan dan bahan bakar yang digunakan juga bertambah. Sehingga proses pengeringan kemungkinan akan semakin cepat.

Begitu juga dengan jumlah lubang yang efisien untuk mempercepat pengeringan biji kopi dan material bahan yang dapat menghantar panas yang baik dikombinasikan dengan laju aliran massa dengan panas spesifik fluida sehingga menjadi satu kuantitas yang disebut kapasitas panas rata rata.

Oleh karena itu, dalam hal ini penulis mengangkat permasalahan tersebut sebagai judul Tugas Akhir, yaitu : “Variasi Kecepatan Fluida Pada Alat Pengering Biji Kopi Menggunakan Sistem Aliran Udara Panas”

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan permasalahan yang dapat dirumuskan untuk diselesaikan adalah :

1. Bagaimana melakukan perancangan mesin pengering dengan mekanisme aliran Udara?
2. Apakah dengan penambahan kecepatan udara dari blower dapat mempengaruhi Proses pengeringan biji kopi?

3. Apakah peningkatan tekanan fluida panas dapat mempengaruhi massa bahan bakar yang digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang dihadapi pada proses pembuatan mesin Rotary dryer ini, maka perlu adanya batasan khusus didalamnya. Adapun pembatasan masalah tersebut adalah :

- a. Perancangan mesin untuk pengering kopi.
- b. Daya yang dibutuhkan mesin.
- c. Mekanisme pengeringan menggunakan aliran udara panas.
- d. Model pengeringan bertipe rotasi dengan pelat untuk pengadukan.
- e. Memasukkan biji kopi yang akan dikeringkan dilakukan secara manual.
- f. Konsumsi bahan bakar caking kelapa sawit dibuat secara continue.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kadar air biji kopi sebelum dan setelah dilakukan pengeringan dengan variasi kecepatan udara panas dari pembakaran.
2. Mengoptimalkan laju pengeringan yang efektif untuk mendapatkan kualitas kopi yang baik.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diperoleh adalah :

1. Bagi mahasiswa

- a. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (S1) Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Islam Sumatera Utara.
- b. Sebagai suatu penerapan teori dan praktik kerja yang didapat selama berada di bangku perkuliahan.
- c. Sebagai model belajar aktif tentang cara inovasi teknologi bidang Teknik Mesin.
- d. Meningkatkan daya kreatifitas, inovasi dan keahlian mahasiswa.
- e. Sebagai proses pembentukan karakter kerja mahasiswa dalam menghadapi persaingan dunia kerja.
- f. Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan menciptakan karya teknologi yang bermanfaat.

2. Bagi Universitas

- a. Sebagai bahan kajian kuliah di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
- b. Dapat memberikan informasi perkembangan teknologi terbaru khususnya Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
- c. Menambah pembendaharaan modifikasi alat-alat yang sudah ada.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan dengan adanya mesin ini mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi dalam usaha pembuatan kopi maupun usaha yang berhubungan dengan pengeringan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Pengeringan

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban yang rendah sehingga terjadi penguapan (Adawyah, 2014).

Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban udara pengering dengan udara sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Udara yang tidak mengalir menyebabkan kandungan uap air disekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh sehingga pengeringan semakin lambat. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap di dalam dan di luar menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dalam bahan ke luar. Kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaan akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara pengering yang digunakan. Peningkatan suhu juga menyebabkan kecilnya jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air bahan (Adawyah, 2014).

Menurut Rohman (2008), pengeringan merupakan proses penghilangan sejumlah air dari material. Dalam pengeringan, air dihilangkan dengan prinsip perbedaan kelembaban antara udara pengering dengan bahan makanan yang dikeringkan.

Material biasanya dikontakkan dengan udara kering yang kemudian terjadi perpindahan massa air dari material ke udara pengering.

Tujuan pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah, 2014).

Menurut Momo (2008), terdapat 2 faktor utama yang mempengaruhi pengeringan, yaitu:

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering, di antaranya:

a. Suhu.

Semakin tinggi suhu udara maka pengeringan akan semakin cepat.

b. Kecepatan aliran udara.

Semakin cepat udara maka pengeringan akan semakin cepat

c. Kelembaban udara.

Semakin lembab udara, proses pengeringan akan semakin lambat

d. Arah aliran udara.

Semakin kecil sudut arah udara terhadap posisi bahan, maka bahan semakin cepat kering.

2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan, diantaranya:

a. Ukuran bahan.

Semakin kecil ukuran bahan, pengeringan akan makin cepat

b. Kadar air.

Semakin sedikit air yang dikandung, pengeringan akan makin cepat.

2.2 Jenis – Jenis Alat Pengering

2.2.1 Rotary Drum Dryer

Pengering ini digunakan untuk mengeringkan zat-zat berbentuk cairan, misalnya susu atau air buah. Alatnya terdiri dari pipa silinder yang besar, ada yang hanya satu ada yang dua, bagian dalamnya berfungsi menampung dan mengalirkan uap panas.

Perbedaan penggunaan drum dryer jika dibandingkan dengan oven dalam pengolahan pangan yang mengandung pati adalah tidak merusak bahan karena suhu yang digunakan berkisar antara 80°C dalam waktu yang cepat, yaitu: hanya sekali putaran drum. sedangkan penggunaan oven dalam pengeringan dapat merusak bahan karena suhu yang digunakan tinggi dalam waktu yang relatif lama.

Bagian drum berfungsi sebagai suatu evaporator. Beberapa variasi dari jenis drum tunggal adalah dua drum yang berputar dengan umpan masuk dari atas atau bagian bawah kedua drum tersebut. Terdiri dari gulungan logam panas yang berputar. Pada bagian luar terjadi penguapan lapisan tipis zat cair atau lumpur untuk dikeringkan. Padatan kering dikeluarkan dari gulungan yang putarannya lebih diperlambat.

Drum dryer memiliki mekanisme kerja yaitu: cairan yang akan dikeringkan disiramkan pada silinder pengering tersebut dan akan keluar secara teratur dan selanjutnya menempel pada permukaan luar silinder yang panas sehingga mengering, dan karena silinder tersebut berputar dan dibagian atas terdapat pisau pengerik (skraper) maka tepung- tepung yang menempel akan terkerik dan berjatuh masuk ke dalam penampung, sehingga didapat tepung sari hasil

tanaman yang kering dan memuaskan (Ahmad, 2010).

Pengering Drum diklasifikasikan menjadi 3, yaitu single drum dryer, double drum dryer, dan twin drum dryer. Double drum dryer memiliki dua drum yang berputar terhadap satu sama lain pada bagian atas. Gap antara dua drum akan mengontrol ketebalan lapisan bahan yang diletakan pada permukaan drum. Twin drum dryer juga memiliki dua drum, tetapi berputar berlawanan satu sama lain pada bagian atas.

Diantara tiga jenis drum dryer, single dan double drum dryer paling sering digunakan untuk buah-buahan dan sayuran. Misalnya untuk keripik kentang (single drum dryer) dan pasta tomat (double drum dryer). Sedangkan twin drum dryer digunakan untuk pengeringan bahan yang menghasilkan produk berupa butiran/debu.

Untuk bahan yang sensitif terhadap panas, modifikasi dengan vacuum drum dryer dapat digunakan untuk mengurangi suhu/panas pengeringan. Vacuum drum dryer pada prinsipnya mirip dengan drum dryer, hanya drum tertutup dalam ruang kedap udara/vakum (Agung, 2012).



Gambar 2.1 Rotary Drum Dryer

2.2.2 Tray Dryer

Tray Dryer (Cabinet Dryer) merupakan salah satu alat pengeringan yang tersusun dari beberapa buah tray di dalam satu rak. Tray dryer sangat besar manfaatnya bila produksinya kecil, karena bahan yang akan dikeringkan berkontak langsung dengan udara panas. Namun alat ini membutuhkan tenaga kerja dalam proses produksinya, biaya operasi yang agak mahal, sehingga alat ini sering digunakan pada pengeringan bahan - bahan yang bernilai tinggi. Pengering tray ini dapat beroperasi dalam vakum dan dengan pemanasan tak langsung. Uap dari zat padat dikeluarkan dengan ejector atau pompa vakum. Pengeringan dengan sirkulasi udara menyilang lapisan zat padat memerlukan waktu sangat lama dan siklus pengeringan panjang yaitu 4-8 jam/tumpak. Selain itu dapat juga digunakan sirkulasi tembus, tetapi tidak ekonomis karena pemendekan siklus pengeringan tidak akan mengurangi biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk setiap tumpak. Pada tray dryer, yang juga disebut rak, ruang, atau pengering kompartement, bahan dapat berupa padatan kental atau padatan pasta, disebarakan merata pada tray logam yang dapat dipindahkan di dalam ruang (cabinet). Uap panas disirkulasi melewati permukaan tray secara sejajar, panas listrik juga digunakan khususnya untuk menurunkan muatan panas sekitar 10-20 % udara yang melewati atas tray adalah udara murni, sisanya menjadi udara sirkulasi. Setelah pengeringan, ruang atau kabinet dibuka dan tray diganti dengan pengering tumpak (batch) tray. Modifikasi tipe ini adalah tipe tray truck yang ditolak ke dalam pengering. Pada kasus bahan granular (butiran), bahan bisa dimasukkan dalam kawat pada bagian bawah tiap-tiap tray, kemudian melalui sirkulasi pengering, uap panas melewati rak pengering memberikan waktu pengeringan yang lebih

singkat disebabkan oleh luas permukaan yang lebih besar kena udara.



Gambar 2.2 Tray Dryer (Sumber : Revitasari, 2010)

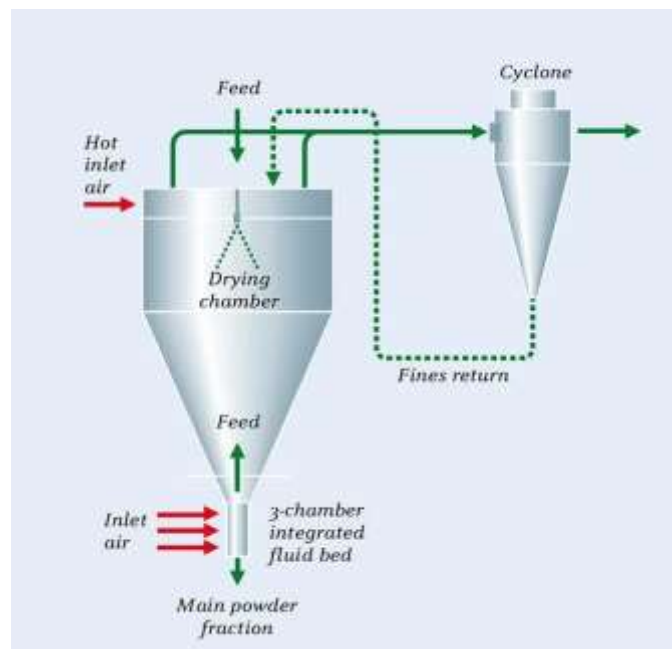
2.2.3 Spray Dryer

Pengeringan semprot (spray drying) cocok digunakan untuk pengeringan bahan pangan cair seperti susu dan kopi (dikeringkan dalam bentuk larutan ekstrak kopi). Cairan yang akan dikeringkan dilewatkan pada suatu nozzle (semacam saringan bertekanan) sehingga keluar dalam bentuk butiran (droplet) cairan yang sangat halus. Butiran ini selanjutnya masuk kedalam ruang pengering yang dilewati oleh aliran udara panas.

Evaporasi air akan berlangsung dalam hitungan detik, meninggalkan bagian padatan produk dalam bentuk tepung. Kapasitasnya dapat beberapa kg per jam hingga 50 ton per jam penguapan (20000 pengering semprot) dan umpan yang diatomisasi dalam bentuk percikan disentuh dengan udara panas yang dirancang dengan baik.

Tetes yang terbentuk tadi selanjutnya diumpankan dengan spraynozel atau cakram spray dengan kecepatan tinggi yang berputar di dalam kamar-kamar

slinder. Hal ini dapat menjamin bahwa tetesan-tetesan air dan partikel padatan basah tidak bercampur dan permukaan padatan tidak kaku sebelum sampai ke tempat pengeringan, setelah itu baru digunakan chamber yang besar. Padatan kering akan keluar dibawah chamber melalui screw conveyer. Kemudian gas dialirkan dengan cyclone sparator agar proses dapat berlangsung dengan baik. Produknya berupa partikel ringan dan berporos. Contohnya susu bubuk kering yang dihasilkan dari pengeringan susu cair dengan spray dryer.



Gambar 2.3 Spray Dryer (Sumber : gea.com, 2010)

2.3 Proses Pengeringan

Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air. Cara tersebut dilakukan dengan menurunkan kelembaban nisbi udara dengan mengalirkan udara panas di sekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan itu menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara (Adawyah, 2014).

Faktor – faktor yang mempengaruhi penguapan adalah : (Adawyah, 2014)

1. Laju pemanasan waktu energi panas dipindahkan pada bahan
2. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air
3. Suhu maksimum pada bahan.

2.4 Mekanisme Pengeringan

Ketika benda basah dikeringkan secara termal, ada dua proses yang berlangsung secara simultan, yaitu : (Rohman, 2008)

1. Perpindahan energi dari lingkungan untuk menguapkan air yang terdapat di permukaan benda padat. Perpindahan energi dari lingkungan ini dapat berlangsung secara konduksi, konveksi, radiasi, atau kombinasi dari ketiganya. Proses ini dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, laju dan arah aliran udara, bentuk fisik padatan, luas permukaan kontak dengan udara dan tekanan. Proses ini merupakan proses penting selama tahap awal pengeringan ketika air tidak terikat dihilangkan. Penguapan yang terjadi pada permukaan padatan dikendalikan oleh peristiwa difusi uap dari permukaan padatan ke lingkungan melalui lapisan film tipis udara.
2. Perpindahan massa air yang terdapat di dalam benda ke permukaan. Ketika terjadi penguapan pada permukaan padatan, terjadi perbedaan temperatur sehingga air mengalir dari bagian dalam benda padat menuju ke permukaan benda padat. Struktur benda padat tersebut akan menentukan mekanisme aliran internal air. Beberapa mekanisme aliran

internal air yang dapat berlangsung diantaranya adalah:

- a. Difusi, pergerakan ini terjadi bila kandungan air pada padatan berada di bawah titik jenuh atmosferik dan padatan dengan cairan di dalam sistem bersifat mutually soluble. Contoh: pengeringan tepung, kertas, kayu, tekstil dan sebagainya.
- b. Capillary flow, cairan bergerak mengikuti gaya gravitasi dan kapilaritas. Pergerakan ini terjadi bila kadar air kestimbangan berada di atas titik jenuh atmosferik. Contoh : pengeringan tanah dan pasir.

Proses pengeringan dilakukan dengan periode konstan. Periode kecepatan konstan sering kali disebut sebagai periode awal, dimana kecepatannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan perpindahan massa dan panas.

a. Laju Pengeringan Konstan.

Pada periode laju pengeringan konstan perhitungannya dapat dilakukan sebagai berikut : (Treybal 1981)

$$R = \frac{\Delta W}{A \Delta t} = \frac{W_p \Delta X}{A \Delta t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

R = Laju pengeringan ($\frac{Kg}{m^2 jam}$)

W_p = Berat bahan basah (Kg)

X = Kandungan air

A = Luas permukaan bahan yang dikeringkan (m^2)

T = Waktu pengeringan (jam)

b. Persamaan pindah panas :

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x}$$

Dimana :

q = Laju aksi kalor (Watt)

k = Konduktifitas (W/m²)

A = Luas penampang (m²)

∂x = Tebal Benda (m)

∂T = Beda temperatur

c. Kadar air biji kopi

Menghitung kadar air kopi kering yang diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Wf = \frac{Wkk - Wko}{Wkk} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

wf = Kadar air kopi yang diperkirakan (%)

Wkk = Berat kopi kering (kg)

Wko = Berat kopi dengan kadar air 0 % (kg)

Nilai Total kadar air setelah kopi dikeringkan (Wi), Kg

$$Wi = Wkb . Wi \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Wi = Kadar air awal kopi (%)

Wkb = Berat kopi basah hasil panen (kg)

$$Wi = \frac{Wkb - (Wkk - Wf)}{Wkb} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Berat kandungan kadar air kopi akhir (W_f), kg

$$W_f = 7,4 \times W_{kk} \dots\dots\dots(2.5)$$

d. Analisa kebutuhan Energi Selama proses pengeringan

1. Kebutuhan energi untuk pengeringan kopi (Q_d), kkal

$$Q_d = Q_t + Q_w + Q_l \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana;

Q_d = energi pengeringan kopi, kkal

Q_t = energi pemanasan kopi, kkal

Q_w = energi pemanasan kadar air kopi, kkal

Q_l = energi penguapan kadar air kopi, kkal

2. Energi untuk pemanasan kopi (Q_t), kkal

$$Q_t = W_{kb} \cdot c_{pkopi} (T_d - T_a) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$C_{p_{kopi}}$ = Panas jenis kopi (kkal/kg⁰C)

T_a =Temperatur awal kopi (°C)

T_d =Temperatur rata-rata udara pengering (°C)

e. Kebutuhan bahan bakar selama proses pengeringan dengan persamaan :

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{Q_T}{d_{NKBk}} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana;

Q_T = Total energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan
kakao/ siklus

$NKBk$ = Nilai kalor bakar bahan bakar

f. Kebutuhan bahan bakar / jam

$$\text{Kebutuhan bahan bakar / jam} = \frac{\text{Kebutuhan total bahan bakar}}{N} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana : N = Lama pengeringan.

2.5 Metode Pengeringan

2.5.1 Pengeringan Alami

Pengeringan alami terdiri dari :

a. Sun Drying

Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari sebaiknya dilakukan di tempat yang udaranya kering dan suhunya lebih dari 100 °F. Pengeringan dengan metode ini memerlukan waktu 3-4 hari. Untuk kualitas yang lebih baik, setelah pengeringan, panaskan bahan di oven dengan suhu 175 °F selama 10 - 15 menit untuk menghilangkan telur serangga dan kotoran lainnya. Energi panas yang dipancarkan oleh matahari dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan bahan padat dengan bantuan sebuah kolektor panas. Prinsip dasar untuk menghitung efisiensi kolektor panas adalah dengan membandingkan besar kenaikan temperatur fluida yang mengalir dalam kolektor dengan intensitas cahaya matahari yang diterima kolektor.

b. Air Drying

Pengeringan dengan udara berbeda dengan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari. Pengeringan ini dilakukan dengan cara menggantung bahan di tempat udara kering berhembus. Misalnya di

beranda atau di daun jendela. Bahan yang biasa dikeringkan dengan metode ini adalah kacang-kacangan.

Kelebihan pengeringan alami yaitu:

1. Tidak memerlukan keahlian dan peralatan khusus
2. Biayanya lebih murah.

Kelemahan pengeringan alami yaitu:

1. Membutuhkan lahan yang luas
2. Sangat tergantung pada cuaca
3. Sanitasi hygiene sulit dikendalikan.

2.5.2 Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan terdiri dari :

a. Menggunakan alat dehidrator

Pengeringan makanan memerlukan waktu yang lama. Dengan menggunakan alat dehidrator, makanan akan kering dalam jangka waktu 6-10 jam. Waktu pengeringan tergantung dengan jenis bahan yang kita gunakan.

b. Menggunakan oven

Dengan mengatur panas, kelembaban, dan kadar air, oven dapat digunakan sebagai dehidrator. Waktu yang diperlukan adalah sekitar 5-12 jam. Lebih lama dari dehidrator biasa. Agar bahan menjadi kering, temperature oven harus di atas 140 °C.

Kelebihan pengeringan buatan yaitu:

1. Suhu proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan

2. Kecepatan proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan
3. Tidak terpengaruh cuaca, sanitasi dan hygiene dapat dikendalikan.

Kelemahan pengeringan buatan yaitu:

1. Memerlukan keterampilan dan peralatan khusus
2. Biaya lebih tinggi dibanding pengeringan alami.

2.6 Klasifikasi Pengeringan

Pengeringan dimana zat padat bersentuhan langsung dengan gas panas (biasanya udara) disebut pengeringan adiabatik (adiabatic dryer) atau pengeringan langsung (direct dryer). Bila perpindahan kalor berlangsung dari suatu medium luar dinamakan pengering nonadiabatik atau pengering tak langsung. Pada beberapa unit terdapat gabungan pengeringan adiabatik dan nonadiabatik, pengering ini biasa disebut pengering langsung-tak-langsung (direct-indirect-dryer).

Berdasarkan cara penanganan zat padat didalam pengering, klasifikasi pengeringan dikelompokkan menjadi :

1. Pengering Adiabatik

Dalam pengeringan adiabatik, zat padat kontak langsung dengan gas panas dibedakan atas : (McCabe,1985)

- a. Gas ditiup melintas permukaan hamparan atau lembaran zat padat, atau melintas pada satu atau kedua sisi lembaran. Proses ini disebut pengeringan dengan sirkulasi silang.
- b. Zat padat disiramkan kebawah melalui suatu arus gas yang bergerak

perlahan-lahan keatas. Proses ini disebut penyiraman didalam pengering putar.

- c. Gas dialirkan melalui zat padat dengan kecepatan yang cukup untuk memfluidisasikan hamparan.
- d. Zat padat seluruhnya dibawah ikut dengan arus gas kecepatan tinggi dan diangkut secara pneumatic dari piranti pencampuran kepemisah mekanik.

2. Pengering Non Adiabatik

Dalam pengering non adiabatik, satu-satunya gas yang harus dikeluarkan ialah uap air atau uap zat pelarut, walaupun kadang-kadang sejumlah kecil “gas penyapu” (biasanya udara atau nitrogen) dilewatkan juga melalui unit itu. (McCabe,1985). Pengering-pengering adiabatik dibedakan terutama menurut zat padat yang kontak dengan permukaan panas atau sumber panas kalor lainnya yang terbagi atas :

- a. Zat padat dihamparkan diatas suatu permukaan horizontal yang stasioner atau bergerak lambat. Pemanasan permukaan itu dapat dilakukan dengan listrik atau dengan fluida perpindahan kalor seperti uap air panas. Pemberian kalor itu dapat pula dilakukan dengan pemanas radiasi yang ditempatkan diatas zat padat itu.
- b. Zat padat itu bergerak diatas permukaan panas, yang biasanya berbentuk silinder, dengan bantuan pengaduk atau konveyor sekrup (screw konveyor).
- c. Zat padat menggelincir dengan gaya gravitasi diatas permukaan panas

yang miring atau dibawa naik bersama permukaan itu selama selang waktu tertentu dan kemudian diluncurkan lagi ke suatu lokasi yang baru.

2.7 Furnace (Tungku Pembakaran)

Furnace adalah alat tempat terjadinya pembakaran suatu bahan bakar (padat, cair, dan gas) dimana gas hasil pembakaran tersebut dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan suatu bahan. Furnace berfungsi untuk memindahkan panas (kalor) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang berlangsung dalam suatu ruang pembakaran (combustion chamber) ke fluida yang dipanaskan dengan mengalirkannya melalui pipa-pipa pembuluh (tube). Tujuan dari pemindahan panas hasil pembakaran ke fluida adalah agar tercapai suhu operasi yang diinginkan pada proses berikutnya. Sumber panas furnace berasal dari pembakaran antara bahan bakar padat, cair, dan gas dengan udara yang panasnya digunakan untuk memanaskan crude oil yang mengalir di dalam tube.

Furnace memiliki struktur bangunan plat baja (metal) yang bagian dalamnya dilapisi oleh material tahan api, batu isolasi, dan refractory yang fungsinya untuk mencegah kehilangan panas serta dapat menyimpan sekaligus memantulkan panas radiasi kembali ke permukaan tube yang dikenal dengan "Fire Box" atau "Combustion Chamber". Furnace pada dasarnya terdiri dari sebuah ruang pembakaran yang menghasilkan sumber kalor untuk diserap kumparan pipa (tube coil) yang didalamnya mengalir fluida. Dalam konstruksi ini biasanya tube coil dipasang menelusuri dan merapat ke bagian lorong yang menyalurkan gas hasil

bakar (flue gas) dari ruang bakar ke cerobong asap (stack). Perpindahan kalor di ruang pembakaran terutama terjadi karena radiasi disebut seksi radiasi (radiant section), sedangkan di saluran gas hasil pembakaran terutama oleh konveksi disebut seksi konveksi (convection section). Untuk mencegah supaya gas buangan tidak terlalu cepat meninggalkan ruang konveksi maka pada cerobong sering kali dipasang penyekat (damper). Perpindahan panas kalor melalui pada pipa dikenal sebagai konduksi (Putri,2012).

2.8 Tipe Furnace

Furnace memiliki beberapa jenis atau tipe. Jenis-jenis furnace tersebut terdiri dari (Putri,2012):

a. Tipe Box (Box Furnace)

Dapur tipe box mempunyai bagian radiant dan konveksi yang dipisahkan oleh dinding batu tahan api yang disebut bridge wall. Burner dipasang pada ujung dapur dan api diarahkan tegak lurus dengan pipa atau dinding samping dapur (api sejajar dengan pipa).



Gambar 2.4 Furnace Tipe Box (Sumber: Wikipedia 2012)

Aplikasi Dapur Tipe box :

1. Beban kalor berkisar 60-80 MMBtu/Jam atau lebih.

2. Dipakai untuk melayani unit proses dengan kapasitas besar.
3. Umumnya bahan bakar yang dipakai adalah *fuel oil*.
4. Dipakai pada instalasi-instalasi tua, adakalanya pada instalasi baru yang mempunyai persediaan bahan bakar dengan kadar abu (*ash*)tinggi.

b. Tipe Silindris Tegak (Vertikal)

Furnace ini mempunyai bentuk konstruksi silinder dan bentuk alas (lantai) bulat. Tube dipasang vertical ataupun konikal. Burner dipasang pada lantai sehingga nyala api tegak lurus ke atas sejajar dengan dinding furnace. Furnace ini dibuat dengan atau tanpa ruang konveksi. Jenis pipa pemanas yang dipasang di ruang konveksi biasanya menggunakan finned tube yang banyak digunakan pada furnace dengan bahan bakargas.



Gambar 2.5 Tipe Silindris Tegak (Vertikal)

Aplikasi dapur tipe silindris :

1. Digunakan untuk pemanasan fluida yang mempunyai perbedaan suhu

antara inlet dan outlet tidak terlalu besar atau sekitar 200°F (90°C).

2. Beban kalor berkisar antara 10 s.d. 200gj/jam. Umumnya dipakai pemanas fluida umpanreaktor.

Dimensi furnace dan kemampuan menghasilkan panasnya dapat ditentukan berdasarkan perhitungan sesuai fungsi dan kebutuhannya. Misalkan furnace untuk kebutuhan pembangkit listrik memerlukan dimensi yang besar. Karena untuk menghasilkan uap melalui boiler diperlukan energi panas yang besar pula. Material furnace juga ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan energi apa yang akan digunakannya. Bisa menggunakan dinding terbuat dari plat ss dengan isolasi ceramic fiber, atau menggunakan dinding bata tahan api. Semuanya tergantung sesuai aplikasinya.

Furnace secara luas dibagi menjadi dua jenis berdasarkan metode pembangkitan panasnya:

1. Furnace pembakaran yang menggunakan bahan bakar
2. Furnace listrik yang menggunakan listrik.

Furnace pembakaran dapat digolongkan menjadi beberapa bagian, jenis bahan bakar yang digunakan, cara pemuatan bahan baku, cara perpindahan panasnya dan cara pemanfaatan kembali limbah panasnya. Tetapi, dalam praktiknya tidak mungkin menggunakan penggolongan ini sebab furnace dapat menggunakan berbagai jenis bahan bakar, cara pemuatan bahan ke furnace yang berbeda.

Komponen - komponen utama Furnace (Tungku Pembakaran) sebagai berikut :

1. Ruang refraktori dibangun dari bahan isolasi untuk menahan panas pada suhu operasi yang tinggi.

2. Perapian untuk menyangga atau membawa baja, yang terdiri dari bahan refraktori yang didukung oleh sebuah bangunan baja, sebagian darinya didinginkan oleh air.
3. Burners yang menggunakan bahan bakar cair atau gas digunakan untuk menaikkan dan menjaga suhu dalam ruangan. Cangkang sawit dapat digunakan dalam pemanasan ulang/reheating tungku.
4. Cerobong digunakan untuk membuang gas buang pembakaran dari ruangan.
5. Pintu pengisian dan pengeluaran digunakan untuk pemuatan dan pengeluaran muatan.