BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pengeringan

Pengeringan adalah suatu proses pengurangan kadar air dalam suatu bahan dengan cara menghantarkan sumber panas menggunakan kumparan pemanas dengan voltase. Faktor-faktor yang mempengaruhi panas kumparan.

1. Laju pemanasan.
2. voltase yang dibutuhkan.

Proses yang terjadi saat pengeringan yaitu :

1. Proses perpindahan panas.
2. Proses perpindahan massa.

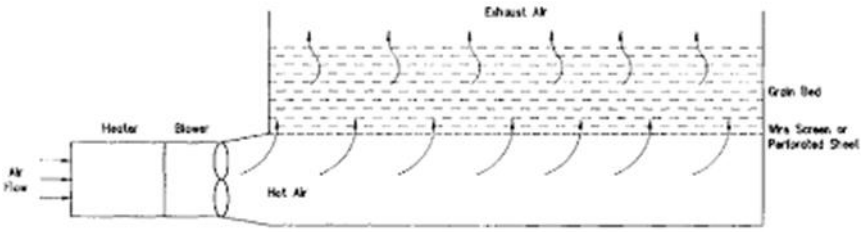
Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dibandingkan suhu disekitarnya, dalam penulisan atau kasus ini menggunakan drum. Udara panas yang diberikan pada drum akan menaikkan suhu bahan (kopi) yang menyebabkan kandungan air pada bahan menguap atau berkurang, perpindahan uap air kopi ke udara ini disebut dengan perpindahan massa.

Kemampuan mengurangi kandungan air dalam bahan akan semakin cepat dengan adanya kenaikan suhu pada drum, faktor utama yang mempengaruhi waktu pengeringan adalah tekanan udara panas maksimum pada drum.

2.2 Alat-alat Pengering

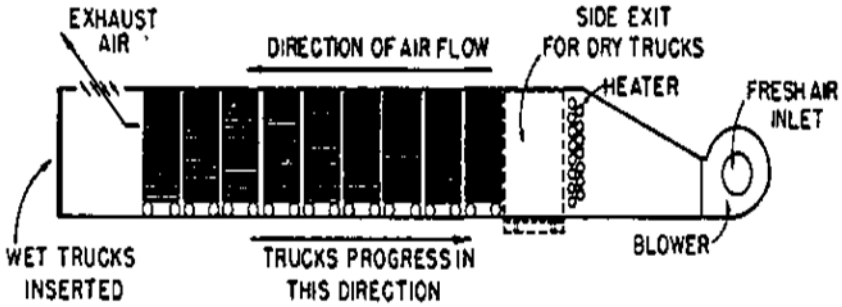
Ada berbagai macam alat pengering yang dapat digunakan untuk pengeringan, jenis dan tipenya tergantung dari bahan yang akan dikeringkan. Jenis-jenis pengering antara lain :

1. Flat Bed Dryer digunakan biasanya untukpengeringan padi.



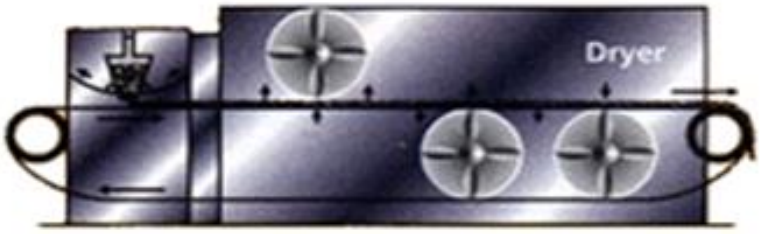
Gambar 2.1 flat bed dryer

2. Tunnel Dryer alat ini digunakan untuk mengeringkan ukuran yang seragam. Biasanya bahan yang dikeringkan dalam bentuk sayatan, butiran.



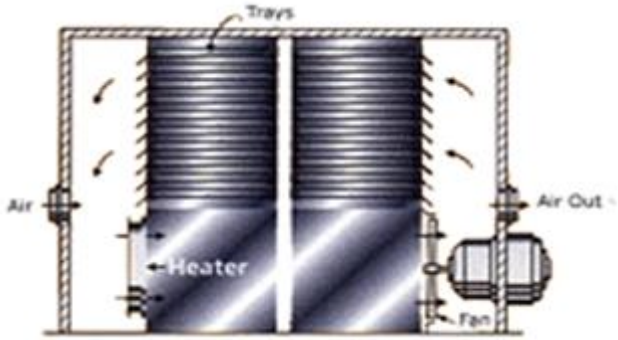
Gambar 2.2 tunnel dryer

3. Screen Conveyor , bahan yang akan akan dikeringkan diletakkan diatas conveyor kemudian dialirkan udara panas.



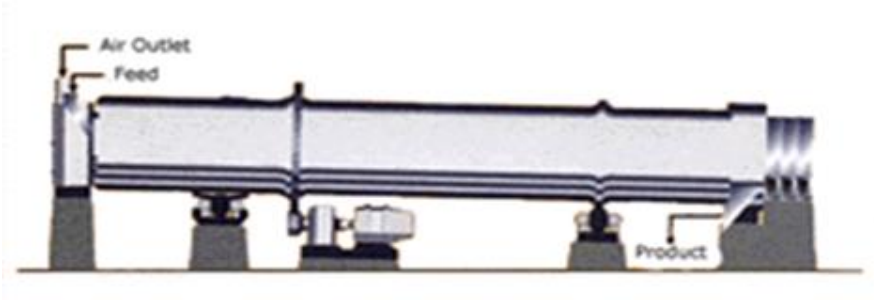
Gambar 2.3 Screen Conveyor

4. Tray Dryer alat ini memiliki penampang berbentuk segi empat, didalamnya terdapat rak-rak yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan.



Gambar 2.4 Tray Dryer

5. Rotary dryer bagian utama dari alat pengering ini adalah silinder logam yang berputar dengan bagian dalam yang berlubang.



Gambar 2.5 Rotari dryer

2.3 Teori Perpindahan panas

2.3.1 Laju perpindahan panas

Selama gas dari tungku masuk kedalam ruang pengering akan memberikan laju perpindahan panas sebesar :

$$Q = \dot{m} \cdot Cp \cdot \Delta T$$

Dimana :

Q = laju perpindahan massa (kj/s)

$\dot{m}$ = laju aliran massa (kg/s)

Cp = kalor spesifik (kj/kg.˚C)

ΔT = perbandingan suhu (˚C)

Untuk menyelesaikan masalah di atas , perlu diketahui sebelumnya sifat-sifat fisik dari udara panas dari tungku dengan pedoman temperatur rata-ratanya, . Sifat – sifat fisik tersebut dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

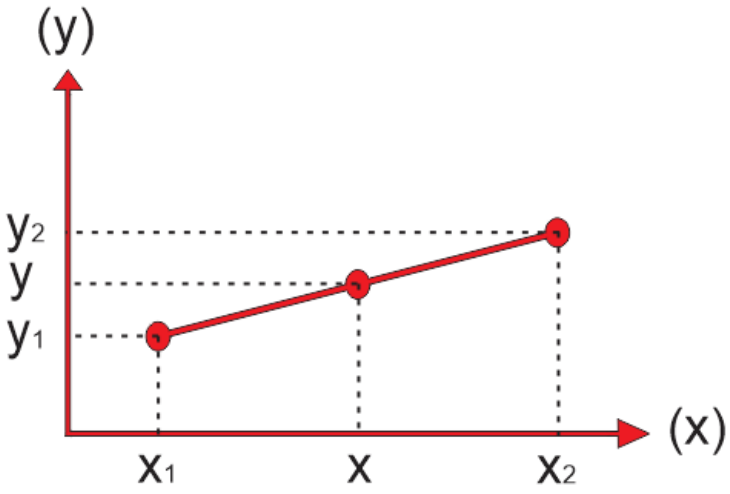
T (K)	ρ (kg/m^3)	c_p (kJ/kg-°C)	μ (kg/m-s) $\times 10^{-5}$	ν (m^2/s) $\times 10^{-6}$	k (W/m-°C)	α (m^2/s) $\times 10^{-4}$	Pr
100	3.6010	1.0266	0.692	1.923	0.00925	0.0250	0.770
150	2.3675	1.0099	1.028	4.343	0.01374	0.0575	0.753
200	1.7684	1.0061	1.329	7.490	0.01809	0.1017	0.739
250	1.4128	1.0053	1.488	9.490	0.02227	0.1316	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983	16.84	0.02624	0.2216	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.30	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06225	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702

Notes: T = temperature, ρ = density, c_p = specific heat capacity, μ = viscosity, $\nu = \mu/\rho$ = kinetic viscosity, k = thermal conductivity, $\alpha = c_p\rho/k$ = heat (thermal) diffusivity, Pr = *Prandtl number*

Sumber : A5.1. Physical properties of air

Tabel 2.1 sifat fisik udara berdasarkan temperature

Untuk mencari nilai tabel diatas menggunakan rumus interpolasi sebagai berikut.



Gambar 2.6 interpolasi

$$y = y1 + [((x-x1) / (x2-x1)) (y2-y1)]$$

dimana :

x1 = suhu pada titik X1
x2 = suhu pada titik X2
x = suhu yang ditentukan
y1 = sifat-sifat fisik udara pada titik X1
y2 = sifat- sifat fisik udara pada titik X2
y = sifat sifat udara yang dicari

Untuk mengetahui laju aliran massa ($\dot{m}$) dapat dicari dengan rumus.

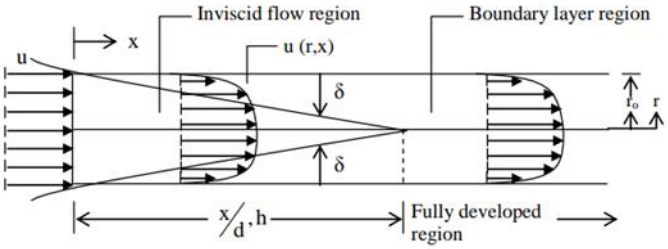
$$\dot{m} = \rho .V .A$$

dimana :

ρ = densitas udara (kg/m3)
V= kecepatan udara (m/s)
A= luas penampang (m2)

2.3.2 Perpindahan panas konveksi.

1. Konveksi paksa.



Gambar 2.7. Konveksi paksa

Yaitu perpindahan aliran panas yang dipaksa dialirkan ke tempat yang dituju dengan bantuan alat tertentu misalnya kipas atau blower.

Dimana konveksi paksa dapat dicari dengan rumus:

$$Q/t = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Dimana:

Q = jumlah kalor yang dipindahkan (J/s)
t = waktu yang dibutuhkan (s)
h = koefisien ekspansi (W/m2.C)
A = luas permukaan (m2)
ΔT = beda suhu (C)

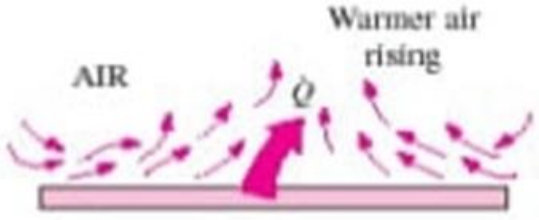
Dimana koefisien ekspansi didapat dari tabel dibawah ini.

Material padat	Koefisien ekspansi linier rata-rata (a)(^0C)$^{-1}$	Material cair dan gas	Koefisien ekspansi volume rata-rata(B)(^0C)$^{-1}$
Aluminum	24×10^{-6}	Acetone	1.5×10^{-4}
Brass and bronze	19×10^{-6}	Alcohol, ethyl	1.12×10^{-4}
Concrete	12×10^{-6}	Benzene	1.24×10^{-4}
Copper	17×10^{-6}	Gasoline	9.6×10^{-4}
Glass (ordinary)	9×10^{-6}	Glycerin	4.85×10^{-4}
Glass (Pyrex)	3.2×10^{-6}	Mercury	1.82×10^{-4}
Invar (Ni–Fe alloy)	0.9×10^{-6}	Turpentine	9.0×10^{-4}
Lead	29×10^{-6}	Air[a] at 0°C	3.67×10^{-3}
Steel	11×10^{-6}	Helium[a]	3.665×10^{-3}

softonezero.blogspot.com

Tabel 2.2 koefisien ekspansi

2. Konveksi bebas.



Gambar 2.8 Konveksi bebas

Konveksi bebas dapat terjadi karena adanya arus yang mengalir akibat gaya apung, sedangkan gaya apung terjadi akibat adanya perbedaan densitas tanpa dipengaruhi gaya dari luar sistem. Untuk mencari konveksi bebas bisa di cari menggunakan 3 bilangan, yakni bilangan reynold, grashof, dan nusslet.

a. Bilangan grashof

$$Gr = [(\beta \cdot g \cdot d3)/v2]. \Delta t$$

Dimana:

Gr = bilangan grashof
β = koefisien pemuaian (1/˚C)
g = gravitasi (m/s2)
d = diameter pipa (m)
Δt = perbedaan temperatur (˚C)
v = viskositas kinematik (m2/s)

Material	Koefisien Pemuaian

Baja Dipoles	0.07
Stainless Steel, lapuk	0.85
Stainless Steel, dipoles	0.075
Stainless Steel, tipe 301	0,54-0,63
Baja galvanis Old	0.88

Tabel 2.3 koefisien pemuaian

b. Bilangan reynold

$$Re = (V.\ \rho\ .\ d)/\mu$$

Dimana:
Re = bilangan reynold
V = kecepatan aliran (m/s)
ρ = massa jenis (kg/s)
d = diameter (m)
μ = viskositas (kg/m.s)

c. Bilangan nusselt

$$Nu = (h\ .d)/k$$

Dimana:
Nu = bilangan nusselt
h = koefisien perpindahan kalor (W/m2.˚C)
d = diameter (m)
k = konduktivitas termal (j/m.s.˚C)

sehingga dari ketiga bilangan tersebut menjadi sebuah persamaan.

$$Nu = C(Gr.Pr)n$$

Dan untuk mencari nilai Ra (bilangan rayleigh) serta mencari konstanta C dan n dapat di cari dari tabel dan rumus di bawah ini.

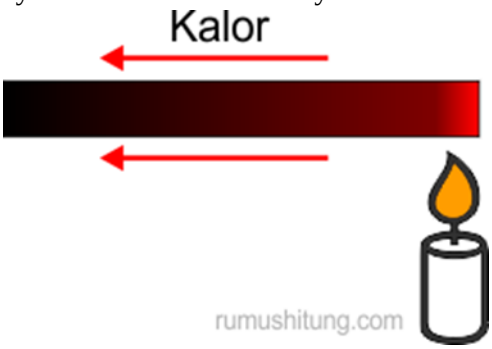
Ra = Gr.Pr

Ra	C	n
$10^{-10} - 10^{-2}$	0.675	0.058
$10^{-2} - 10^{2}$	1.02	0.148
$10^{4} - 10^{7}$	0.850	0.188
$10^{7} - 10^{12}$	0.480	0.250
	0.125	0.333

Tabel 2.4 konstanta C dan n

2.3.3 Perpindahan panas konduksi

Yaitu perpindahan kalor yang terjadi pada medium padat. Dalam perpidahan ini yang berpindah hanyalah kalor dan mediumnya tidak ikut berpindah.



Gambar 2.9 Perpindahan panas konduksi

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya disebut konduksi. Perpindahan kalor dengan cara konduksi disebabkan karena partikel-pertikel penyusun ujung zat yang bersentuhan dengan sumber kalor bergetar. Makin besar getaranya, maka energi kinetiknya juga makin besar. Energi kinetik yang besar menyebabkan partikel tersebut menyentuh partikel didekatnya, demikian seterusnya. Jumlah kalor tiap detik di rumuskan:

$$H = Q/t = (k \cdot A \cdot \Delta T)/L$$

Dimana mencari besar Q

$$Q = k \cdot A \cdot t \, \Delta T/L$$

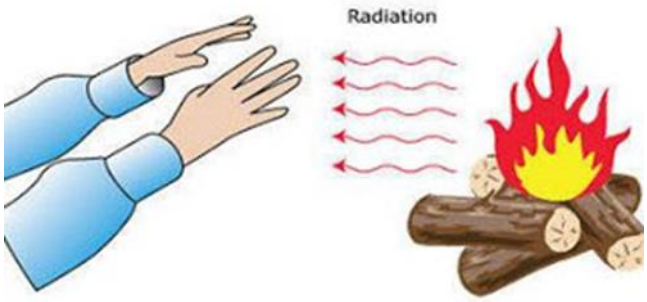
Dimana:
H = Jumlah kalor yang merambat tiap detik (J/s)
k = Koefisien konduksi termal (J/msC)
A = luas penampang (m)
L = Panjang drum (m)
ΔT = perbedaan suhu antara kedua ujung batang (C)
t = waktu (s)
Q = jumlah kalor yang di pindah (J)

Jenis benda	Konduktivitas termal (k)		Jenis benda	Konduktivitas termal (k)	
	J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°		J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°
Perak	420	1000 x 10^{-4}	Air	0,56	1,4 x 10^{-4}
Tembaga	380	920 x 10^{-4}	Tubuh	0,2	0,5 x 10^{-4}
Aluminium	200	500 x 10^{-4}	Kayu	0,08 – 0,16	0,2 x 10^{-4} –
Baja	40	110 x 10^{-4}	Gabus	0,042	0,1 x 10-^{4}
Es	2	5 x 10^{-4}	Wol	0,040	0,1 x 10^{-4}
Kaca (biasa)	0,84	2 x 10^{-4}	Busa	0,024	0,06 x 10^{-4}
Bata	0,84	2 x 10^{-4}	Udara	0,023	0,055 x 10^{-4}

Gurumuda.Net

tabel 2.5 konduksi termal

2.3.4 Perpindahan Panas Radiasi



Gambar 2.10 Perpindahan panas radiasi

yaitu suatu pancaran energy melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas partikel atau gelombang dari sumber radiasi. Ada beberapa sumber radiasi yaitu: televisi, lampu penerangan, alat pemanas, computer dan lain-lain.
Selain benda-benda tersebut ada sumber-sumber radiasi yang bersifat unsur alamiah dan berada di udara, di dalam air , di dalam lapisan bumi.
Radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = e \cdot \sigma . AT4$$

Dimana:
P = daya radiasi (j/.s)
e = emisivitas permukaan ($0 \leq e \leq 1$)
σ = konstanta umum stefan-boltzmann (5,672 x 10- 8 W/m2K4)
T = suhu (K)
A = luas (m2)

2.4 Elemen Utama Mesin Pengering

Ada beberapa elemen utama dalam perancangan mesin pengering kopi, yaitu:

1. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin mneneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam tranmisi seperti itu dipegang oleh poros.

Poros yang digunakan untuk meneruskan daya, menurut pembebannya diklasifikasikan sebagai berikut:

A. Poros transmisi.

Poros ini mendapat beban puntir murni dan beban lentur. Daya yang ditransmisikan kepada poros ini melalui roda gigi, puli sabuk, rantai dan lain-lain.

B. Spindle.

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntaran. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

C. Gardan.

Poros ini biasanya digunakan di antara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang - kadang tidak boleh berputar. Gardan hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh pengerak mula yang akan menyebabkan poros akan mengalami beban puntir pula.

2. Motor penggerak

Motor merupakan salah satu sumber daya untuk menggerakkan suatu sistem. Keluaran dari motor biasanya adalah putaran dengan daya tertentu. Selanjutnya putaran tersebut ditaransmisikan ke sistem yang digerakkan.

Motor yang bergerak disebabkan karena adanya energi. Motor yang lazim digunakan adalah Motor penggerak elektrik mempunyai ciri khas yaitu sumber daya terpusat dan sederhana. Motor penggerak elektrik dapat langsung segera bekerja, sangat

aman dalam operasinya dan mudah dikendalikan. Kecepatan untuk menggerakkan beban dapat diatur dengan sangat baik. Motor penggerak elektrik juga sangat ekonomis dibandingkan dengan penggerak lainnya karena pemakaian daya listriknya tergantung pada kapasitas daya unitnya.

Menghitung gaya keliling:

$$Mt=F.d/2$$

Menghitung momen torsi

$$Mt = 71620 .N/n$$

Dimana :

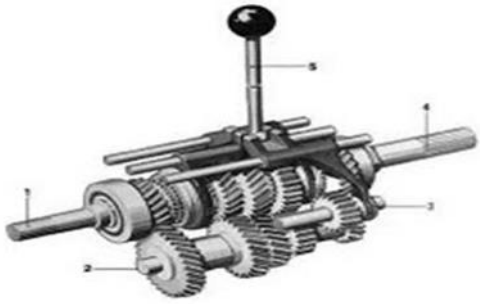
71620 = nilai tetapan
N = daya motor (HP)
n = motor (rpm)
F = gayakeliling (N)
d = diameter (m)

3. Sistem transmisi

Sistem transmisi biasanya digunakan untuk memindahkan gerakan elemen-elemen yang satu ke gerakan elemen-elemen kedua. Gerakan yang dimaksudkan disini adalah gerakan putar poros. Untuk memindahkan putaran poros pertama ke poros kedua maka digunakan sistem transmisi.

Secara umum sistem transmisi putar terbagi atas :

A. Transmisi langsung, dimana terjadi kontak langsung antara elemen pertama dengan elemen yang kedua. Transmisi jenis ini dipakai untuk jarak poros yang dekat, misalnya dengan menggunakan roda gesek dan roda gigi.



Gambar 2.11 Transmisi langsung

B. Transmisi tak langsung, dimana terdapat suatu elemen perantara sebagaipenghubung antara poros penggerak dan poros yang digerakkan Transmisi. Jenis ini dipakai apabila terdapat jarak yang jauh antara kedua poros.

Gambar 2.12 Transmisi tidak langsung

1. Menentukan Perbandingan Transmisi

Pada semua roda gigi dan roda-rantai

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{z2}{z1}$$

Dimana:

n1 = putaran roda gigi penggerak (pinion)
n2 = putaran roda gigi yang digerakkan (gear)
z1 = jumlah gigi (pinion)
z2 = jum;ah gigi (gear)

Kalau z1 dan z2 menunjukan jumlah gigi masing-masing pada roda penggerak dan pada roda yang digerakkan.

Apabila terdapat dua buah roda-gesek atau puli-sabuk dengan garis tengah d1 dan d2 , dan kalau diambil sebagai patokan vahwa kecepatan keliling v kedua roda itu sama (jadi dengan mengabaikan slip), maka.

$$v = \frac{\pi d1.\ n1}{60} = \frac{\pi d2.n2}{60}$$

Atau

d1.n1=d2.n2

Darimana didapati bahwa i adalah

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$$

Dimana:

d1 = diameter roda gigi penggerak (pinion)
d2 = diameter roda gigi yang digerakkan (gear)

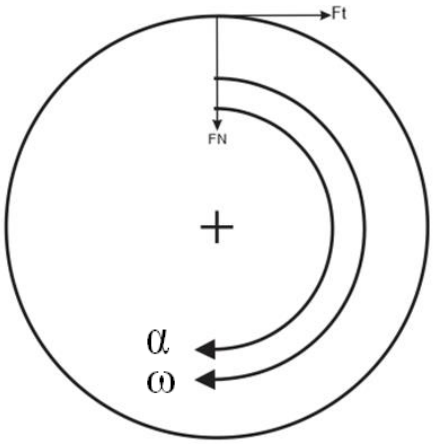
4. Drum

Pada perancangan dimensi drumsebelumnya telah direncanakan kapasitas dari drum tersebut. Untuk mencari dimensi drum dibutuhkan berat jenis bahan yang akan dikeringkan yaitu. Sehingga dimensi drum yang akan diperoleh :

$$V_{drum} = \pi \, .d2 \, . \, t$$

Dimana :
V = volume drum (m3)
d = diameter drum (m)
t = panjang drum (m)

Gaya yang terjadi setelah drum berputar adalah gaya normal dan gaya tangensial pada bidang melingkar.



Gambar 2.13 Gaya normal dan tangensial

A. Rumus gaya normal

$$Fn = m(g - v2/r)$$

Dimana:

Fn	= gaya normal (N)
m	= massa benda (kg)
v	= kecepatan linier (m/s)
r	= jari jari lintasan (m)
g	= percepatan grafitasi (m/s2)

B. Rumus gaya tangensial

$$Ft = \frac{Mt}{r} = \frac{2Mt}{D}$$

Dimana :

Ft	= gaya tangensial (N)
Mt	= momen torsi (N.m)
D	= diameter (m)

5. Bantalan

Bantalan digunakan sebagai landasan poros sehingga dapat berputar dengan stabil dan mampu menahan gaya, dimensinya disesuaikan dengan ukuran poros.

Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. Untuk beban kecil pada umumnya lebih cocok dipakai bantalan gelinding. Keunggulan bantalan gelinding ialah gesekannya yang sangat rendah.

A. Jenis jenis Bearing / Bantalan

1. Bantalan Luncur

Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Jenis bantalan ini mampu menumpu poros dengan beban besar.

Gambar 2.14 Bantalan luncur

2. Bantalan Gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat. Bantalan gelinding menggunakan elemen rolling untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper, dll. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif.

Gambar 2.15 Bantalan bearing

6. Blower

Dalam penelitian ini blower digunakan untuk mengalirkan udara panas dari tungku ke dalam drum. Pemilihan blower didasarkan dari kecepatan hembusan dari blower dengan waktu yang diinginkan untuk udara panas memenuhi drum

Kecepatan udara melalui pipa

$$v = \frac{s}{t}$$

Dimana :

v = kecepatan udara (m/s)

s = jarak/panjang pipa (m)

t = waktu (s)