

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mie

Mie adalah produk olahan makanan yang berbahan dasar tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan (Widjanarko, 2014). Berdasarkan segi tahap pengolahan dan kadar airnya, mie dapat dibagi menjadi 5 golongan :

- Mie mentah/segar, adalah mie produk langsung dari proses pemotongan lembaran adonan dengan kadar air 35 persen.
- Mie basah, adalah mie mentah yang sebelum dipasarkan mengalami perebusan dalam air mendidih lebih dahulu, jenis mie ini memiliki kadar air sekitar 52 persen.
- Mie kering, adalah mie mentah yang langsung dikeringkan, jenis mie ini memiliki kadar air sekitar 10 persen. Mie kering diolah dengan metode mengeringkan mie mentah secara dijemur atau dalam oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ dan mempunyai daya simpan yang lebih lama tergantung dari kadar airnya.
- Mie goreng, adalah mie mentah sebelum dipasarkan lebih dahulu digoreng.
- Mie instan (mie siap hidang), adalah mie mentah, yang telah mengalami pengukusan dan dikeringkan sehingga menjadi mie instan kering atau digoreng sehingga menjadi mie instan goreng (instant fried noodles).

Pada prinsipnya, mie dibuat dengan cara yang sama. Tetapi dipasaran dikenal beberapa jenis mie, seperti mie segar atau mentah (*Raw Chinese Noodles*), mie basah (*Boiled Noodles*), mie kering (*Steam and Fried Noodles*), dan mie instan (*Instant Noodles*). Mie segar atau mentah adalah mie yang mengandung kadar air sekitar 35%. Mie segar umumnya digunakan sebagai bahan baku mie ayam. Mie basah adalah jenis mie yang mengalami proses perebusan setelah tahap pemotongan sebelum dipasarkan dan mengandung kadar air sekitar 52%. Mie kering adalah mie segar yang terlebih dahulu dikeringkan sehingga kadar airnya mencapai 8-10% (Astawan, 2006).

Ciri-ciri mie kering yang memiliki kualitas yang baik adalah penampakan cerah, permukaan lembut, tidak ditumbuhi mikroba dan tidak hancur dan pecah selama pemasakan. Secara umum, tahapan-tahapan dalam pembuatan mie kering antara lain pencampuran dan pengadukan, pembuatan lembaran, pemotongan, pengukusan, pengeringan dan pendinginan (Suyanti, 2008).

Tahap pencampuran dan pengadukan memiliki tujuan agar bahan-bahan yang digunakan tercampur secara homogen dan kalis. Tahap pembuatan lembaran merupakan tahap pembentukan lembaran yang akan dipotong menjadi bentuk khas mie dan bertujuan untuk memudahkan proses gelatinisasi pati pada tahap pengukusan. Tahap pengukusan dilakukan agar pati mengalami gelatinisasi dan koagulasi gluten. Tahap terakhir adalah tahap pengeringan yang dilakukan agar membentuk lapisan tipis protein yang dapat meningkatkan kestabilan permukaan mie selama dilakukannya perebusan (Liandani dan Zubaidah, 2015). Syarat mutu mie kering dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu mie kering berdasarkan SNI 01-2974-1996

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan : 1. Bau 2. Warna 3. Rasa	- - -	Normal
2.	Kadar air	% b/b	8-10
3.	Abu	% b/b	Maks 3
4.	Protein	% b/b	Min 8
5.	Bahan tambahan makanan 1. Borax dan asam borat 2. Pewarna 3. Formalin		Tidak boleh ada
6.	Cemaran logam : 1. Timbal (Pb) 2. Tembaga (Cu) 3. Seng (Zn) 4. Raksa (Hg)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	Maks 1,0 Maks 10 Maks 40,0 Maks 0,05
7.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks 0,5
8.	Cemaran mikroba : 1. Angka lempeng total 2. E. Coli 3. Kapang	Koloni/gr APM/gr Koloni/gr	Maks 10×10^6 Maks 10 Maks 10×10^4

Sumber: Dokumen SNI 01-2974-1996 (mie kering)

Bahan pada proses pembuatan mie selain menggunakan terigu, juga dapat dicampur dengan tepung jagung (dapat dilihat pada gambar 1). Tepung jagung adalah pati yang didapatkan dari endosperma biji jagung. Tepung jagung merupakan bahan makanan populer yang biasa digunakan sebagai bahan pengental sup atau saus, dan digunakan untuk membuat sirup jagung dan pemanis lainnya.



Gambar 1. Tepung Jagung

Tepung jagung memiliki kadar air antara 7,4 sampai 9,27% . Kadar air tepung jagung ini sesuai dengan yang ditetapkan SNI 01-3727 (1995) maksimal 10%. Suatu bahan pangan harus memiliki kadar air rendah sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Bahan pangan berbentuk tepung untuk dapat disimpan dalam jangka waktu lama harus memiliki kadar air di bawah 10%. Tepung terigu yang memiliki kadar air 13 sampai 15% memiliki masa simpan setahun. Tepung jagung yang memiliki kadar air rendah (7,4 – 9,27%) ini diharapkan memiliki umur simpan lebih dari setahun sehingga penggunaan dan distribusinya lebih luas.

Tepung jagung juga memiliki mutu yang bervariasi, tergantung dari jenis jagungnya bertujuan mendapatkan kualitas yang baik. Oleh karena itu, ditentukan kriteria mutu tepung jagung berdasarkan SNI, dimana kualitas tepung jagung memiliki kualitas yang sama pada tepung terigu sebagai bahan baku pembuatan mie kering. Pembuatan mie kering pada umumnya menggunakan bahan tepung terigu. Tetapi bahan pada pembuatan mie kering kali ini dicampur dengan tepung jagung.

2.2 Pengerinan

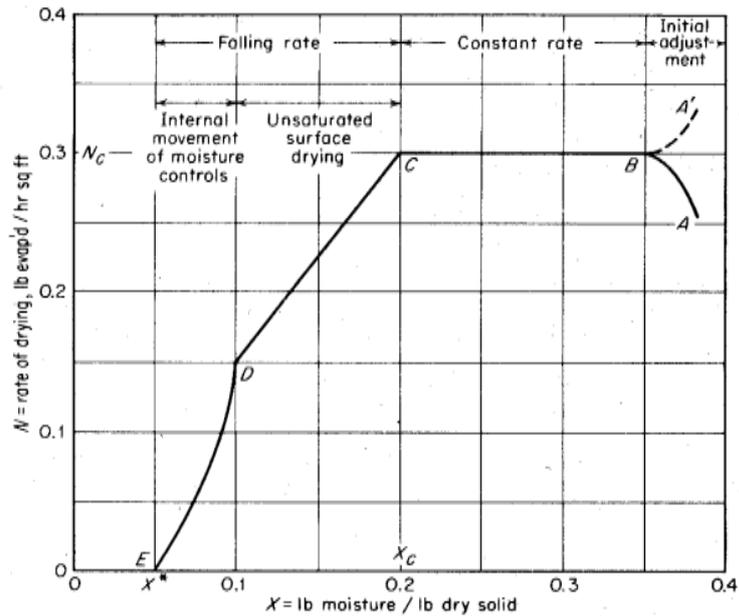
2.2.1. Konsep Dasar Pengerinan

Pengerinan merupakan proses pengurangan kadar air suatu bahan hingga mencapai kadar air tertentu. Dasar proses pengerinan adalah terjadinya penguapan air bahan ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Agar suatu bahan dapat menjadi kering, maka udara harus memiliki kandungan uap air atau kelembaban yang lebih rendah dari bahan yang akan dikeringkan (Trayball E.Robert,1981).

Definisi lain dari proses pengerinan yaitu pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari suatu bahan, sehingga mengurangi kandungan zat cair tersebut. Pengerinan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi dan hasil pengerinan biasanya siap untuk dikemas (Mc Cabe, 1993). Secara umum proses pengerinan terdiri dari dua langkah proses yaitu penyiapan media pengering (udara) dan proses pengerinan bahan. Hal ini bertujuan agar dalam perlakuan pengerinan terhadap bahan dapat berlangsung sesuai rencana yang akan dicapai.

Penyiapan media dilakukan dengan memanaskan udara, yang dapat dilakukan dengan pemanas alam (matahari, panas bumi) atau buatan (listrik, pembakaran kayu, arang, batubara, gas alam dan bahan bakar minyak) (Kudra dan Mujumdar, 2002). Dari aspek mikroskopis, ada 2 fenomena penting dalam proses pengerinan yaitu perpindahan panas dari media pengering ke bahan yang dikeringkan, dan perpindahan masa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering (Treyball, 1999). Dengan kata lain, operasi pengerinan merupakan operasi yang melibatkan perpindahan massa dan panas secara simultan.

Pada proses ini terjadi dalam 3 tahapan, yaitu pemanasan pendahuluan atau penyesuaian temperatur bahan yang dikeringkan, pengerinan dengan kecepatan konstan (*Constant Rate Periode*), dan pengerinan dengan kecepatan menurun (*Falling Rate Periode*) (dapat dilihat Gambar 2). (Demerle dan Walter 1988; Treyball 1999).



Sumber:(Treyball, 1999)

Gambar 2. Hubungan kecepatan pengeringan terhadap kadar air

AB = A'B' : periode penyesuaian suhu

BC : Periode pengeringan kecepatan konstan

CD : CD : Periode pengeringan kecepatan menurun

DE : Pencapaian kadar air keseimbangan

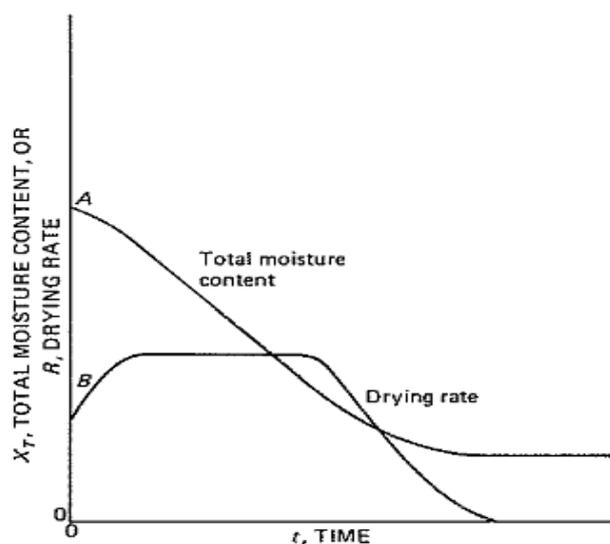
2.2.2. Mekanisme Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan dengan melalui dua periode, yaitu periode kecepatan konstan dan periode kecepatan penurunan. Periode kecepatan konstan seringkali disebut sebagai periode awal, di mana kecepatannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan perpindahan massa dan panas (Rao et al, 2005).

Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu penegringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat.

Proses pengeringan juga harus memperhatikan suhu udara dan kelembaban. Suhu udara yang tinggi dan kelembaban udara yang relatif rendah dapat mengakibatkan air pada bagian permukaan bahan yang akan dikeringkan menjadi lebih cepat menguap. Hal ini dapat berakibat terbentuknya suatu lapisan yang tidak dapat ditembus dan menghambat difusi air secara bebas. Kondisi ini lebih dikenal dengan *case hardening* (Desrosier, 1988).

Pada proses pengeringan berlaku dua proses yaitu pada permulaan proses, air dipermukaan bahan akan diuapkan seperti yang digambarkan pada kurva pengeringan yang berkemiringan rendah kemudian barulah berlaku proses pemindahan air dari bagian bahan dalam kepermukaannya sampai air yang terikat saja di dalam bahan. Kurva pengeringan dapat dilihat pada gambar 3.



Sumber : Mc. Cabe 1985

Gambar 3. Kurva Pengeringan

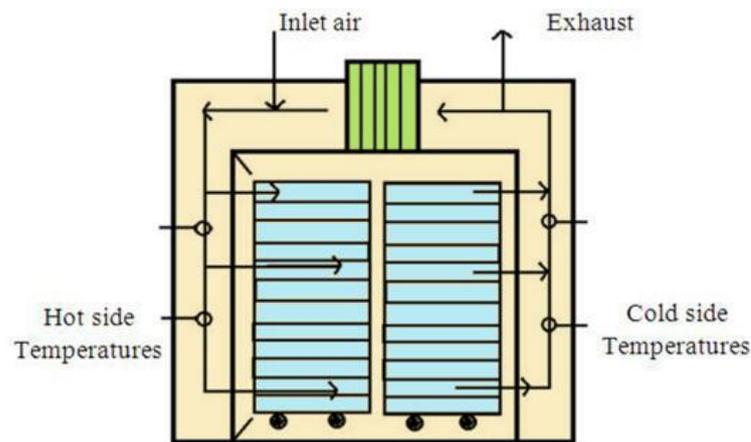
2.3 Jenis- Jenis Pengering

2.3.1 Tray Dryer

Pengering baki (*tray dryer*) disebut juga pengering rak atau pengering kabinet, dapat digunakan untuk mengeringkan padatan bergumpal atau pasta, yang diletakkan pada baki logam dengan ketebalan 10 - 100 mm. Pengeringan jenis baki

atau wadah adalah dengan meletakkan material yang akan dikeringkan pada baki yang langsung berhubungan dengan media pengering.

Pengeringan talam digunakan untuk mengeringkan bahan - bahan yang tidak boleh diaduk dengan cara termal, Sehingga didapatkan hasil yang berupa zat padat yang kering. Pengering talam sering digunakan untuk laju produksi kecil (Revitasari, 2010).



Gambar 4. *Tray Dryer*

Gambar 4 diatas merupakan pengering baki (*tray dryer*) disebut juga pengering rak atau pengering kabinet, dapat digunakan untuk mengeringkan padatan bergumpal atau pasta, yang ditebarkan pada baki logam dengan ketebalan 10-100 mm. Pengeringan jenis baki atau wadah adalah dengan meletakkan material yang akan dikeringkan pada baki yang langsung berhubungan dengan media pengering. Cara perpindahan panas yang umum digunakan adalah konveksi dan perpindahan panas secara konduksi juga dimungkinkan dengan memanaskan baki tersebut.

Rangka bak pengering terbuat dari besi, rangka bak pengering di bentuk dan dilas, kemudian dibuat dinding untuk penyekat udara dari bahan plat seng dengan tebal 0,3mm. Dinding tersebut dilengketkan pada rangka bak pengering dengan cara di revet serta dilakukan pematirian untuk menghindari kebocoran udara panas. Kemudian plat seng dicat dengan warna hitam buram, agar dapat menyerap panas dengan lebih cepat. Pada bak pengering dilengkapi dengan pintu yang berguna

untuk memasukan dan mengeluarkan produk yang dikeringkan. Di pintu tersebut dibuat kaca yang mamungkinan kita dapat mengetahui temperature tiap rak, dengan cara melihat thermometer yang sengaja digantungkan pada setiap rak pengering. Di bagian atas bak pengering dibuat cerobong udara, bertujuan untuk memperlancar sirkulasi udara pada proses pengeringan (westryan tindaon dkk, 2013).

Kipas yang digunakan mempunyai kapasitas aliran 7-15 fet per detik. Udara setelah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat tersebut udara dipanaskan lebih dahulu kemudian dialirkan diantara rak-rak yang sudah berisi bahan. Sirkulasi arah aliran udara panas di dalam alat pengering dapat dari atas ke bawah dan juga dari bawah ke atas dapat dilihat pada gambar 4. Suhu yang digunakan serta waktu pengeringan ditentukan menurut keadaan bahan. Biasanya suhu yang digunakan berkisar antara 80°C – 1800°C . *Tray dryer* dapat digunakan untuk operasi dengan keadaan vakum dan seringkali digunakan untuk operasi dengan pemanasan tidak langsung. Uap air dikeluarkan dari alat pengering dengan pompa vakum (Revitasari, 2010).

Alat tersebut juga digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian berupa biji-bijian dan padatan. Bahan diletakkan pada suatu bak yang dasarnya berlubang-lubang untuk melewatkan udara panas. Bentuk bak yang digunakan ada yang persegi panjang dan ada juga yang bulat. Bak yang bulat biasanya digunakan apabila alat pengering menggunakan pengaduk, karena pengaduk berputar mengelilingi bak. Kecepatan pengadukan berputar disesuaikan dengan bentuk bahan yang dikeringkan, ketebalan bahan, serta suhu pengeringan. Biasanya putaran pengaduk sangat lambat karena hanya berfungsi untuk menyeragamkan pengeringan (Revitasari, 2010).

Alat pengering tipe bak terdiri atas beberapa komponen sebagai berikut :

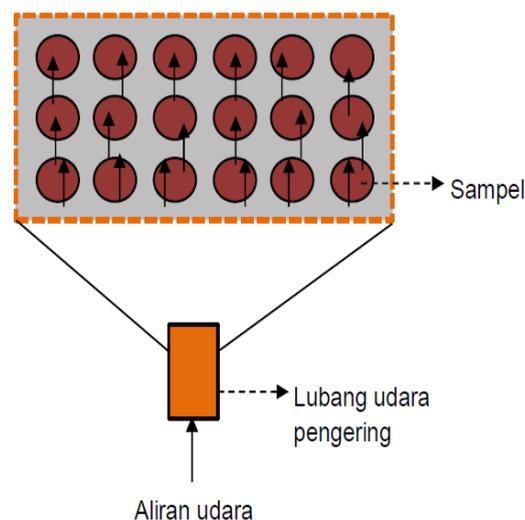
- a) Bak pengering yang lantainya berlubang-lubang serta memisahkan bak pengering dengan ruang tempat penyebaran udara panas (plenum chamber).
- b) Kipas, digunakan untuk mendorong udara pengering dari sumbernya ke plenum chamber dan melewati tumpukan bahan di atasnya.

- c) Unit pemanas, digunakan untuk memanaskan udara pengering agar kelembapan nisbi udara pengering menjadi turun sedangkan suhunya naik. (westryan tindaon dkk, 2013).

Keuntungan dari alat pengering jenis rak sebagai berikut :

- Laju pengeringan lebih cepat
- Kemungkinan terjadinya *over drying* lebih kecil
- Tekanan udara pengering yang rendah dapat melalui lapisan bahan yang dikeringkan. (Revitasari, 2010).

Alat pengering tipe baki ini juga memiliki sirkulasi untuk udara panas yang berfungsi agar udara dapat menyebar secara merata di dalam ruang pengeringan (dapat dilihat pada gambar 5).



Gambar 5. Sirkulasi Udara panas pada ruangan pengeringan *tray dryer*

Komponen Utama *Tray Dryer*

Komponen utama *tray dryer* terdiri:

- Rak pengering yang lantainya berlubang-lubang serta memisahkan bak pengering dengan ruang tempat penyebaran udara panas (*plenum chamber*). Di bagian atas bak pengering dibuat cerobong udara, bertujuan untuk memperlancar sirkulasi udara pada proses pengeringan (Shen, F, L. Peng *et al* 2011).
- Kipas, digunakan untuk mendorong udara pengering dari sumbernya ke (*plenum chamber*) dan melewati tumpukan bahan di atasnya. Kipas yang digunakan

mempunyai kapasitas aliran 7-15 fet per detik (dapat dilihat pada gambar 6). Udara setelah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas (Heater), pada alat tersebut udara dipanaskan lebih dahulu kemudian dialirkan diantara rak-rak yang sudah berisi bahan.



Gambar 6. Kipas/*Fan* pada alat *tray dryer*

- c) Elemen pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Unit pemanas, digunakan untuk memanaskan udara pengering agar kelembapan nisbi udara pengering menjadi turun sedangkan suhunya naik. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen mencapai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Persyaratan elemen pemanas antara lain:
- a. Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki
 - b. Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki
 - c. Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar dan Tahanan jenisnya harus tinggi
 - d. Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin

Konstan (M. Rais Rahmat, 2015).

Elemen pemanas berbentuk *Finned Heater* yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3), (4) dan (5) berikut. Panjang kawat elemen pemanas yang dibutuhkan untuk keperluan pada alat *tray dryer* adalah: (Riswan Djambiar, 2013)

Untuk menentukan daya dan tegangan listrik dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = V \times I \quad \dots (1)$$

$$V = I \times R \quad \dots (2)$$

Besarnya tahanan dari kawat dapat dihitung dengan substitusi persamaan (1) dan (2):

$$R = \frac{V^2}{P} \quad \dots (3)$$

Besarnya penampang suatu kawat :

$$A = \pi \times r^2 \quad \dots (4)$$

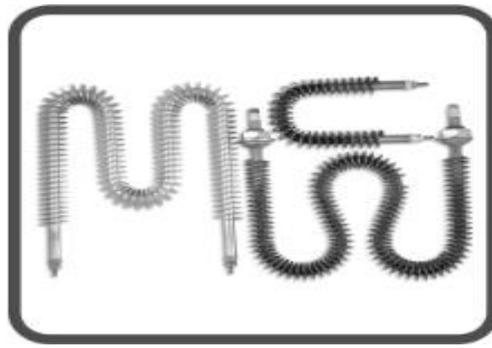
Menentukan panjang kawat :

$$L = \frac{R \times A}{p} \quad \dots (5)$$

Keterangan :

- P = Daya listrik (W)
- V = Sumber tegangan listrik (V)
- I = Kuat arus listrik (A)
- R = Tahanan kawat pemanas (Ω)
- A = Luas penampang kawat pemanas (mm^2)
- r = Jari – jari kawat pemanas (mm)
- L = Panjang kawat pemanas (m)
- p = Tahanan jenis kawat pemanas ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

Dimana pada pembuatan alat tray dryer untuk elemen panas menggunakan tipe *Finned Heater* (dapat dilihat pada gambar7). *Finned Heater* merupakan elemen pemanas berbentuk pipa dan bersirip dan merupakan solusi yang paling cocok untuk pemanas udara. Seringkali digunakan dalam perakitan sebuah fan agar panas yang dihasilkan lebih maksimal . Sirip *Finned Heater* terbuat dari stainless stell dengan ukuran lebar sirip sebesar 7-10 mm dan diameter pipa tubular 11 mm. pemakaian *finned heater* seperti : *blower heater, dryer* dengan *fan motor* yang menghembuskan udara ke permukaan sirip atau *finned*.

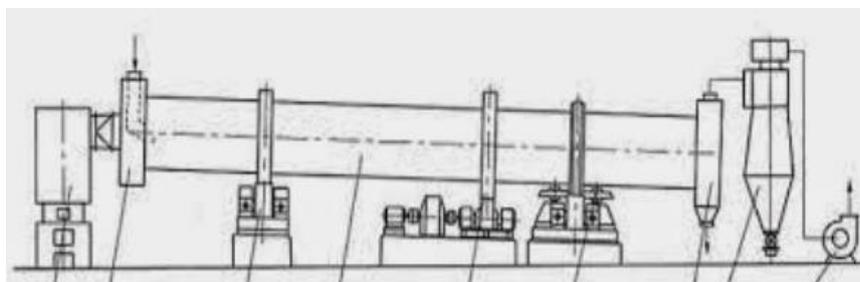


Gambar 7. *Finned/Sirip Heater*

2.3.2 *Rotary Dryer*

Rotary dryer atau bisa disebut drum dryer merupakan alat pengering berbentuk sebuah drum yang berputar secara kontinyu yang dipanaskan dengan tungku atau gasifier (dapat dilihat pada gambar 8). Alat pengering ini dapat bekerja pada aliran udara melalui poros silinder pada suhu 1200°F - 1800°F tetapi pengering ini lebih seringnya digunakan pada suhu 400°F - 900°F.

Rotary dryer sudah sangat dikenal luas di kalangan industri karena proses pengeringannya jarang menghadapi kegagalan baik dari segi output kualitas maupun kuantitas. Namun sejak terjadinya kelangkaan dan mahalnya bahan bakar minyak dan gas, maka teknologi rotary dryer mulai dikembangkan untuk berdampingan dengan teknologi bahan bakar substitusi seperti burner batubara, gas sintesis dan sebagainya. (westryan tindaon dkk, 2013).

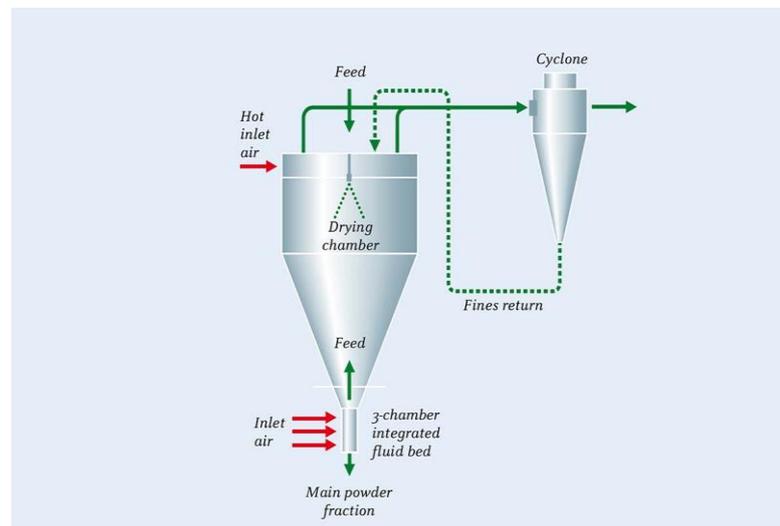


Gambar 8. *Rotary Dryer*

Rotary dryer secara umum menggunakan *flight* sepanjang silinder untuk mengangkat dan membuat bahan tercurah pada bagian pengering. Desain *flight*

yang baik penting untuk meningkatkan kontak gas dan bahan, hal ini dibutuhkan untuk pengeringan yang cepat dan seragam (Revol *et al*, 2001).

2.3.3 *Spray Dryer*



Gambar 9. *Spray Dryer*

Gambar 9 diatas menunjukkan alat pengering tipe *spray dryer*. Prinsip dasar spray dryer adalah memperluas permukaan cairan yang akan dikeringkan dengan cara pembentukan droplet yang selanjutnya dikontakkan dengan udara pengering yang panas. Udara panas akan memberikan energi untuk proses penguapan dan menyerap uap air yang keluar dari bahan. Bahan (cairan) yang akan dikeringkan dilewatkan pada suatu nozzle (saringan bertekanan) sehingga keluar dalam bentuk butiran (droplet) yang sangat halus. Butiran ini selanjutnya masuk kedalam ruang pengering yang dilewati oleh aliran udara panas. Hasil pengeringan berupa bubuk akan berkumpul dibagian bawah ruang pengering yang selanjutnya dialirkan ke bak penampung.

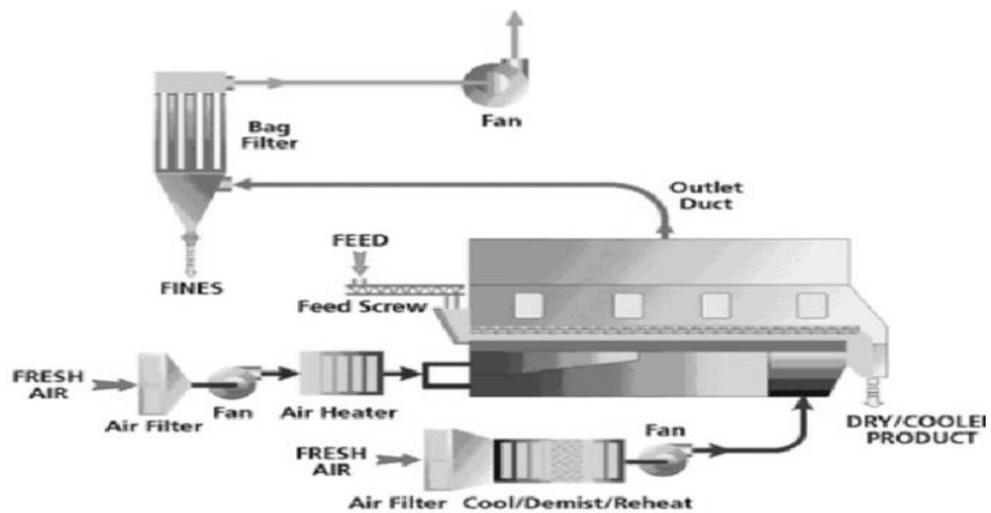
Ciri khas dari proses spray drying adalah siklus pengeringan yang cepat, retensi produk dalam ruang pengering singkat dan produk akhir yang dihasilkan siap dikemas ketika proses pengeringan selesai (Heldman *et al.*, 1981) . Pengeringan semprot merupakan jenis pengering yang digunakan untuk menguapkan dan mengeringkan larutan dan bubur (*slurry*) sampai kering dengan cara termal, sehingga didapatkan hasil berupa zat padat yang kering. Pengeringan semprot dapat menggabungkan fungsi evaporasi, kristalisator, pengering, unit penghalus dan unit

klasifikasi. Penguapan dari permukaan tetesan menyebabkan terjadinya pengendapan zat terlarut pada permukaan. Spray drying ini, menggunakan atomisasi cairan untuk membentuk droplet, selanjutnya droplet yang terbentuk dikeringkan menggunakan udara kering dengan suhu dan tekanan yang tinggi. Dalam pengering semprot, bubuk atau larutan didispersikan ke dalam arus gas panas dalam bentuk kabut atau tetesan halus. (Arun. S, Handbook of Industrial Drying, 3rd edition)

2.3.4 Freeze Dryer

Freeze Dryer merupakan suatu alat pengeringan yang termasuk ke dalam Conduction Dryer / Indirect Dryer karena proses perpindahan terjadi secara tidak langsung yaitu antara bahan yang akan dikeringkan (bahan basah) dan media pemanas terdapat dinding pembatas sehingga air dalam bahan basah/lembab yang menguap tidak terbawa bersama media pemanas. Hal ini menunjukkan bahwa perpindahan panas terjadi secara hantaran (konduksi), sehingga disebut juga Conduction Dryer/ Indirect Dryer. Pengeringan beku (*freeze drying*) adalah salah satu metode pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya untuk produk - produk yang sensitif terhadap panas (Hariyadi, Purwiyatno. 2013).

Pengoprasian alat tersebut sedikit lebih panjang karena banyak menu display yang harus diseting dahulu dan harus lebih hati-hati karena banyak peralatan/asesoris terbuat dari gelas. Cara oprasionalnya sebagai berikut: ekstrak cairan atau kental sebelum dimasukkan kedalam Freeze Dryer telah dibekukan dalam refrigerator (lemari es) minimal semalam. Setelah membeku kemudian dimasukkan ke dalam alat, alat disetting sesuai dengan yang diinginkan. Oleh vaccum puma alat tersebut akan menyedot solvent yang telah beku (*freeze*) menjadi uap. Prinsip kerja alat ini adalah merubah fase padat/es/*freeze* menjadi fase gas (westryan tindaon dkk, 2013). Alat pengering tipe freeze dryer dapat dilihat pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Freeze Dryer

2.4 Sistem pengendalian PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller

Pengendalian proses didefinisikan sebagai suatu usaha untuk mengatur proses dinamis agar berjalan sesuai dengan yang telah ditetapkan sebelumnya atau dikendaki. Pengendalian menjadi bagian yang tidak bisa terpisahkan dalam proses kehidupan ini khususnya dalam bidang rekayasa industri dan teknologi pengolahan pangan, karena dengan bantuan sistem pengendalian maka hasil yang diinginkan dapat terwujud. Sistem pengendalian dibutuhkan untuk memperbaiki tanggapan sistem dinamik agar didapat sinyal keluaran seperti yang diinginkan. Sistem kendali yang baik mempunyai tanggapan yang baik terhadap sinyal masukan yang beragam (AL^{''}Amin Sirait, 2013).

Ada lima hal yang mendasari perancangan pengendalian proses di pabrik yaitu K3, spesifikasi produk, peraturan lingkungan, batasan operasi dan ekonomi. Instrumentasi dan kontrol industri tentu tidak lepas dari sistem instrumentasi sebagai pengontrol yang digunakan dalam keperluan pabrik. Sistem kontrol pada pabrik tidak lagi manual seperti dahulu, tetapi saat sekarang ini telah dibantu dengan perangkat kontroler sehingga dalam proses produksinya suatu pabrik bisa lebih efisien dan efektif. Kontroler juga berfungsi untuk memastikan bahwa setiap proses produksi terjadi dengan baik (AL^{''}Amin Sirait, 2013).

PID (Proportional – Integral – Derivative controller) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya

umpan balik pada sistem tersebut. Pengontrol PID adalah pengontrol konvensional yang banyak dipakai dalam dunia industri. Pengontrol PID akan memberikan aksi kepada Control Valve berdasarkan besar error yang diperoleh. *Control valve* akan menjadi aktuator yang mengatur aliran fluida dalam proses industri yang terjadi Level air yang diinginkan disebut dengan Set Point. *Error* adalah perbedaan dari set point dengan level air *actual* (AL[^]Amin Sirait, 2013).

Untuk lebih maksimalkan kerja pengontrol diperlukan nilai batas minimum dan maksimum yang akan membatasi nilai *manipulated variable* yang dihasilkan. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan (AL[^]Amin Sirait, 2013).. Berdasarkan karakteristik pengontrol ini, kontrol PID cocok digunakan pada alat *tray dryer* sebagai pengontrol suhu selama proses pengeringan. Kontrol PID pada alat *tray dryer* dipasang untuk mengontrol panas dari *heater* dengan menentukan batas *set point* untuk suhu maksimal yang dikeluarkan. Selain itu, kontrol PID pada alat *tray dryer* dirancang untuk mengatur kecepatan putaran pada motor penggerak. Kecepatan motor penggerak ini ditentukan dengan seberapa besar suhu yang dikeluarkan *heater*. Jika kecepatan kipas tidak sesuai dengan panas berlebihan yang dikeluarkan *heater*, maka akan berdampak pada mie yang dikeringkan. Hal ini dapat mengakibatkan mie menjadiretak-retak dan bahkan dapat menyebabkan mie menjadi gosong. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing pengontrol P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadikan pengontrol ini sangat cocok digunakan pada alat *tray dryer*.

Elemen-elemen pengontrol P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan mempercepat reaksi sebuah sistem mencapai set point-nya, menghilangkan *offset*, dan menghasilkan perubahan awal yang besar serta mengurangi *overshoot*. Karakteristik pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta K_p , K_i dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol di banding yang lain.

Konstanta yang menonjol itulah yang akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

2.4.1 Sensor-sensor yang digunakan PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller

a. Termokopel

Termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”. (Agung Cahyo, 2017).



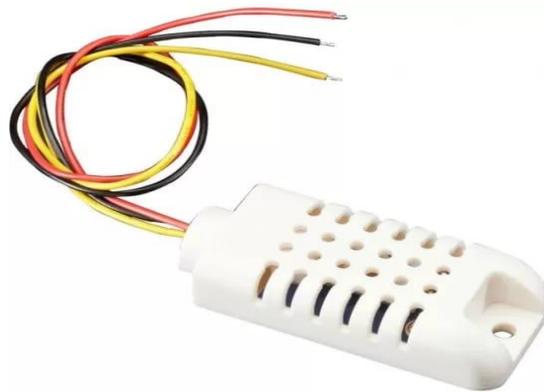
Sumber : teknikelektronika.com

Gambar 11. Termokopel Tipe K

Termokopel tipe K seperti pada gambar 11 diatas merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan elektronika yang berkaitan dengan temperatur. Beberapa kelebihan Termokopel tipe K yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel ini juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan (Agung Cahyo, 2017).

b. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT-22:

DHT - 22 (juga disebut sebagai AM2302) adalah sensor kelembaban dan temperatur relatif digital - output. Menggunakan sensor kelembaban kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya , dan keluar sinyal digital pada pin data. Dalam projek ini menggunakan sensor ini dengan Arduino. Suhu kamar & kelembaban akan dicetak ke monitor serial. DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.



Sumber : www.indiamart.com

Gambar 12. DHT-22

Gambar 12 diatas merupakan DHT22 yang memiliki akurasi pengukuran suhu 4% dan kelembaban 18%. Perbedaan lokasi dan *platform* tidak memberikan pengaruh pada hasil pengukuran. Sensor DHT-22 memiliki range pengukuran yang luas yaitu 0 sampai 100% untuk kelembaban dan -40 derajat celcius sampai 125 derajat celcius untuk suhu.