



BAB IX

URAIAN TUGAS KHUSUS

IX.1 Latar Belakang

Sektor industri merupakan salah satu penyumbang dalam perekonomian di Indonesia. Pabrik NPK Granulasi adalah pabrik yang dapat memproduksi pupuk NPK Phonska maupun kebomas dengan bahan baku padatan seperti Urea, ZA, DAP, KCl, dan Clay. Rate produksi pada pabrik NPK Granulasi adalah 12-20 Ton/ jam dengan load system sekitar 40 Ton/ Jam. Pabrik NPK Granulasi juga ditugaskan untuk memanfaatkan limbah yang terbuang dari proses produksi seperti limbah faba serta memanfaatkan produk offspek (produk yang tidak layak edar). Faba adalah suatu limbah buangan bubuk halus yang merupakan produk sampingan dari pembakaran batu bara bubuk di pembangkit listrik dari unit batu bara berupa fly ash dan buttom ash. Dalam proses produksi NPK Granulasi, Faba yang dimanfaatkan terlebih dahulu dicampurkan dengan KCl sebelum diumpankan sebagai bahan baku. Banyaknya Faba dan produk offspek yang harus dimanfaatkan kembali dalam proses pembuatan pupuk pada pabrik NPK Granulasi dapat mengakibatkan terjadinya masalah serius jika tidak ditangani dengan baik. Hal tersebut terjadi karena sifat bahan limbah faba yang memiliki ikatan yang kuat dengan air (H₂O) sehingga agak sulit untuk menghilangkan kandungan air pada produk dan juga kurangnya pengawasan yang baik oleh CCR. Masalah tersebut terjadi pada proses drying yang mengakibatkan produk keluar lebih basah dan mudah pecah, sehingga gagal untuk menjadi produk pupuk atau output produksi pabrik NPK Granulasi.

Banyaknya kegagalan dalam proses pengeringan granul dapat mengakibatkan produk menjadi tidak maksimal dalam pengeringannya atau memiliki output dengan kadar air yang sangat tinggi sehingga tidak memenuhi standar maksimal H₂O yang ditetapkan. Hal ini dapat menyebabkan beberapa permasalahan diantaranya produk menjadi cacking dalam pengemasan sehingga banyak produk yang masuk kategori offspek. Untuk mengetahui efektivitas dalam penanganan bahan baku tersebut dibutuhkan solusi untuk mengurangi kegagalan produk agar tidak menimbulkan kerugian. Solusi



tersebut dapat berupa pengawasan yang detail saat pencampuran, memasang kamera atau CCTV untuk pengawasan, dan melakukan pencampuran menggunakan weight loader. Namun ketiga cara tersebut memiliki dampak negatif masing-masing yang mengakibatkan masalah pencampuran dapat terjadi kembali. Oleh karena itu perhitungan efisiensi alat dryer dapat dilakukan agar dapat diketahui permasalahan serta solusi yang tepat dalam penggunaan alat rotary dryer pada NPK granulasi

Seiring dengan berjalannya waktu, kinerja Rotary dryer akan mengalami penurunan yang diakibatkan oleh ausnya komponen-komponen dari dryer sehingga akan berpengaruh terhadap proses. Dengan berkurangnya kemampuan rotary dryer maka akan menurunkan tingkat efisiensinya. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan perhitungan terhadap efisiensi dari rotary dryer yang digunakan. Laporan magang ini memuat evaluasi efisiensi dari sistem rotary dryer 15.M-114 pada pabrik NPK Granulasi I

IX.2 Metode Pelaksanaan

IX.2.1 Studi Literatur

Studi literature dilakukan dengan cara mencari literatur pendukung meliputi buku, jurnal, dan prosiding terkait : rotary dryer, macam-macam rotary dryer, neraca massa, neraca panas, serta efisiensi rotary dryer.

A. Pengerinan

Pengerinan umumnya menggambarkan proses penghilangan zat-zat yang mudah menguap (kelembaban) secara termal untuk menghasilkan produk padat. Uap air yang tertahan dalam kombinasi kimia lepas, dan menjadi bentuk larutan cair di dalam zat padat atau bahkan terperangkap dalam struktur mikro zat padat, yang memberikan tekanan uap lebih kecil dibandingkan tekanan uap cairan murni, yang disebut uap air terikat. Kadar air yang melebihi kadar air terikat disebut sebagaikadar air yang tidak terikat.

Ketika padatan basah mengalami pengerinan termal, dua proses terjadi secara bersamaan :



1. Perpindahan energy (umumnya dalam bentuk panas) dari lingkungan sekitar untuk penguapan kelembapan permukaan
2. Perpindahan kelembapan internal (massa uap air) dari permukaan bahan ke udara dan penguapan selanjutnya akibat proses.

laju tercapainya pengeringan ditentukan oleh laju berlangsungnya kedua proses tersebut. perpindahan energy berupa panas dari lingkungan sekitar ke padatan basah dapat terjadi sebagai akibat dari proses konveksi, konduksi atau radiasi dan dalam beberapa kombinasi dari efek-efek tersebut (Mujumdar, 2015). Menurut Coulson dan Richardson (1998) operasi pengeringan bertujuan untuk:

1. Mengurangi biaya transportasi.
2. Memudahkan penanganan bahan selanjutnya.
3. Meningkatkan nilai guna suatu bahan agar dapat memberikan hasil yang baik pada suatu penggunaan (pengawetan bahan).
4. Mengurangi bahaya korosi.

Untuk mempelajari proses pengeringan padatan sangat tergantung pada mekanisme internal aliran cairan atau kondisi luar, yaitu:

1. Temperatur
2. Humidity
3. Aliran Udara
4. Keadaan tiap partikel
5. Kontak antar permukaan padatan basah

B. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan terdiri atas faktor yang berhubungan dengan alat pengering, faktor yang berhubungan dengan sifat sifat bahan yang dikeringkan, dan perlakuan pra pengeringan. Menurut Mujumdar & Arun S (1987:24) untuk menghasilkan produk kering yang baik mutunya, ada beberapa faktor kendali pada alat pengering yang harus dipertimbangkan, yaitu:

1. Suhu yang digunakan.



2. Kelembaban relatif udara.
3. Kecepatan dan arah aliran udara.
4. Waktu pengeringan.

Kemampuan untuk menguapkan air akan bertambah cepat dengan naiknya suhu dan panas yang diperlukan untuk menguapkan air. Suhu udara pada proses pengeringan tidak hanya berpengaruh pada waktu pengeringan tetapi juga berpengaruh pada kualitas hasil pengeringan. Untuk mendapatkan biaya pengeringan tetapi juga berpengaruh pada kualitas hasil pengeringan. Untuk mendapatkan biaya pengeringan yang rendah pada kapasitas pengeringan yang tinggi biasanya digunakan suhu setinggi-tingginya dengan catatan pada suhu ini sifat bahan tidak berubah. Kelembaban udara pengering berpengaruh terhadap pemindahan cairan atau uap air dari dalam ke permukaan bahan, karena uap sangat tergantung pada kelembaban. Kecepatan aliran udara pengering mempunyai pengaruh yang besar untuk memindahkan massa uap air dari bahan bagian dalam ke dalam permukaan. Hal ini akhirnya berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan bahan.

Media pengering mengalir secara aksial melewati drum searah atau berlawanan arah dengan aliran produk. Aliran berlawanan dipilih apabila bahan yang dikeringkan tidak sensitif terhadap panas dan harus dikeringkan sampai tingkat kadar air sangat rendah sedangkan aliran searah untuk bahan yang sensitif terhadap panas dan laju pengeringan tinggi. (Mujumdar, Arun S 1987:900)

Faktor-faktor yang berhubungan dengan bahan yang dikeringkan yang sifat sifat bahan seperti bentuk dan ukuran bahan, sifat higroskopis bahan, jumlah dan tebal lapisan bahan yang dikeringkan. Faktor lain yang berpengaruh terhadap pengeringan adalah peletakan dan pengadukan bahan selama pengeringan berlangsung, sifat-sifat penghantar panas dari bahan alat pengering serta cara pemindahan panas dari sumber alat pemanas ke bahan yang dikeringkan



C. Klasifikasi Pengeringan

Pengeringan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu pengeringan berdasarkan kondisi operasi dan pengeringan berdasarkan perpindahan panasnya.

1. Pengeringan berdasarkan kondisi operasinya

Pengeringan berdasarkan kondisi operasinya dibagi dua, yaitu pengeringan yang beroperasi secara *batch* dan pengeringan yang beroperasi secara *continue*.

a. *Batch* atau *semi batch*

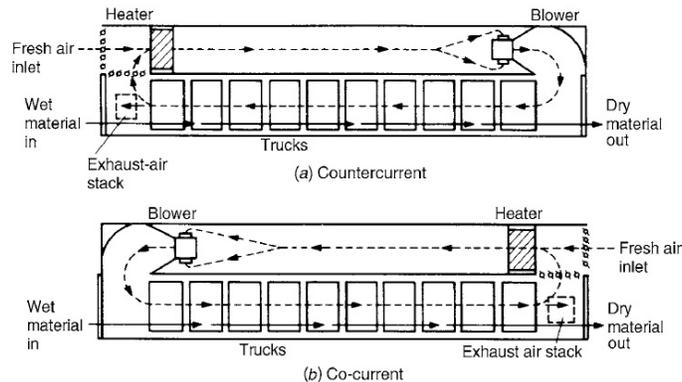
Sejumlah bahan tertentu dalam pengering, sedangkan udara pengering terus menerus mengalir melaluinya dan menguapkan air dari bahan yang akan dikeringkan.

b. *Continue*

Bahan yang akan dikeringkan dan udara pengering keduanya dialirkan secara terus-menerus dengan laju tertentu di dalam pengering. Macam-macam alat pengering *continue* :

1) Pengering Terowongan (*tunnel dryer*)

Menurut Coulson and Richardson (1998:922) dimana baki atau troli bergerak perlahan melalui terowongan Panjang dan pengeringan berlangsung pada arus udara hangat biasanya digunakan untuk mengeringkan gelatin lilin paraffin, sabun, tembikar, batu-bata, keramik dan bahan lain yang dikeringkan dengan agak lambat tetapi jumlahnya besar. Adapun pengering terowongan jenis counter countercurrent dan co-current dapat dilihat melalui gambar dibawah ini.

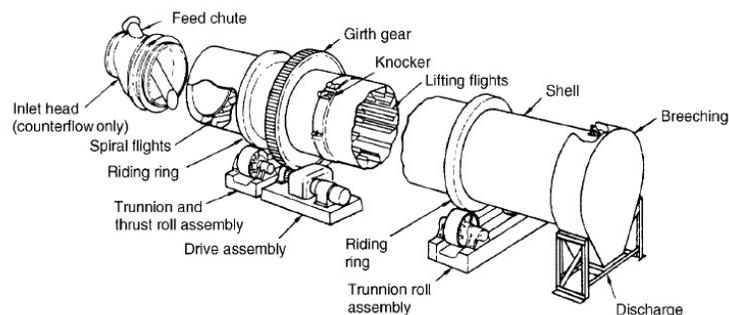


Gambar IX. 1 Pengering Terowongan (tunnel dryer)

(Sumber Coulson and Richardson 1998:923)

2) Pengering Putar (Rotary Dryer)

Untuk mengeringkan zat padat berbutir atau berbentuk kristal. Alat pengering ini berupa silinder yang dipasang agak miring terhadap sumbu horizontal dan ditempatkan di atas tower sehingga silinder dapat berputar. Bahan yang akan dikeringkan dimasukkan secara perlahan dan akan bergerak menuju ke ujung silinder yang lebih rendah dan akhirnya dikeluarkan dari alat pengering. Adapun gambaran alat *Rotary dryer* dan bagiannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



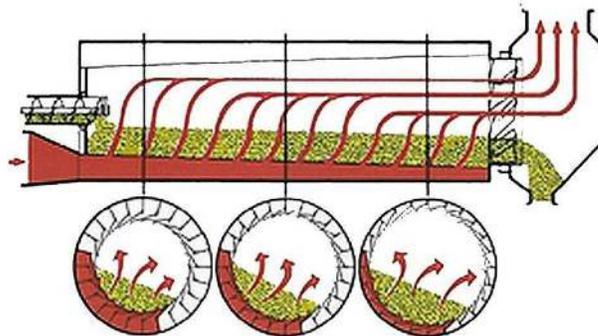
Gambar IX. 2 Pengering Putar (rotary Dryer)

(Sumber: Coulson and Richardson) (1998:924)

3) Pengering Roto-Louvre

Pengeringan ini merupakan modifikasi dari rotary dryer dimana udara dialirkan melalui tumpukan bahan yang akan dikeringkan. Bagian luarnya terdiri dari sebuah bejana silindris dan bagian dalamnya terdapat susunan plat tirus saling tumpang seperti yang dapat dilihat pada gambar Pada operasi pengeringan secara Roto-Louvre berdasarkan aliran bahan dan udara panas dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a) *Counter-current*, apabila antara bahan dan udara arah alirannya berlawanan. Dapat digunakan untuk bahan yang tahan akan suhu tinggi seperti batu kapur, pasir tanah liat, dan lain-lain.
- b) *Co-current*, apabila antara bahan dan udara alirannya searah. Untuk bahan yang tidak kuat pada suhu tinggi, hal ini dikarenakan akan terjadi kerusakan.



Gambar IX. 3 Pengering Roto-Louvre dryer

2. Pengeringan berdasarkan perpindahan panasnya
Menurut Mc. Cabe & Smith (1993: 768), pengeringan berdasarkan perpindahan panasnya diklasifikasikan menjadi:
 - a. Pengeringan direct (Pengeringan langsung atau adiabatik)
Pengeringan dengan bahan yang akan dikeringkan dikontakkan secara langsung dengan media pengering. Media pengering yang digunakan dapat berupa udara hasil pembakaran ataupun hasil pemanasan udara dengan alat pemanas.



- b. Pengeringan indirect (Pengeringan tidak langsung atau non adiabatic)

Pengeringan dengan panas berpindah menuju bahan dari medium luar atau melalui rambatan panas (konduksi) pada dinding logam atau radiasi. Dalam pengering ini gas indirect yang harus dikeluarkan adalah uap air/uap zat pelarut. Gas panas dimana gas tersebut dikontakkan langsung dengan zat padat yang dikeringkan.

D. Rotary Dryer

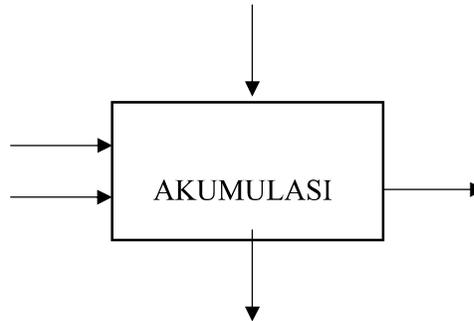
Rotary dryer atau pengering putar adalah alat pengering yang berputar secara *kontinyu*. *Rotary dryer* terdiri dari sebuah selongsong berbentuk silinder (yang dipasang pada suatu batangan *roll*) yang dapat berputar secara horizontal atau sedikit miring ke bawah membentuk sudut (3°) dengan bidang dasar di atas suatu *support*. Panjang silinder sekitar 30,8 meter dan diameternya berukuran 3,8 meter. Pada bagian dalam silinder terdapat sekat-sekat yang arahnya membujur sejajar sumbu silinder. Sekat ini disebut *flight* yang berfungsi untuk mengangkat bahan yang akan dikeringkan pada silinder berputar. Bahan basah dimasukkan pada bagian ujung yang lebih tinggi dan akan keluar sebagai produk yang kering pada ujung bagian yang lebih rendah. Gerakan maju dari bahan yang dikeringkan ini disebabkan oleh adanya gaya gravitasi, putaran silinder, kemiringan silinder dan adanya *flight*. Perputaran terjadi karena alat ini dilengkapi dengan *gear* yang dipasang pada *shell* dan dihubungkan dengan suatu *drive* ke motor penggerak. Jenis *Rotary Dryer* berdasarkan cara kontak antara zat yang akan dikeringkan dengan udara pengering ada 3 macam :

1. *Direct Rotary Dryer*, zat padat dikontakkan langsung dengan gas sebagai udara pengering.
2. *Indirect Rotary Dryer*, zat padat dikontakkan dengan gas panas yang mengalir melalui mantel luar.

3. *Direct-indirect Rotary Dryer*, gas panas terlebih dahulu dilewatkan melalui mantel luar dan kemudian masuk ke selongsong, dimana gas tersebut kontak langsung dengan zat padat yang dikeringkan.

Media pemanas yang digunakan dalam *Rotary Dryer* biasanya berupa gas panas atau udara panas yang alirannya dapat terjadi secara searah dengan bahan yang akan dikeringkan (*co-current*) atau berlawanan arah dengan bahan yang akan dikeringkan (*counter-current*).

E. Neraca Massa



Gambar IX. 4 Diagram Neraca Massa

Neraca Massa data dihitung menggunakan persamaan berikut:

Massa masuk = Massa keluar + massa yang terakumulasi

$$M_A + M_B + M_C = M_D + M_e + M_{akumulasi} \dots \dots \dots (1)$$

Apabila diasumsikan tidak ada massa yang terakumulasi maka persamaan menjadi:

massa masuk = massa keluar

$$M_A + M_S + M_C = M_D + M_E \dots \dots \dots (2)$$

F. Neraca Panas

Neraca energy adalah persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara energy masuk dan energy keluar suatu system yang berdasarkan pada satuan waktu operasi. Perhitungan neraca panas didasarkan pada hukum kekekalan energy. Selainitu penyusunan neraca panas dilakukan berdasarkan



neraca massa yang sebelumnya disusun terlebih dahulu. Secara umum perhitungan heat duty mengikuti pada persamaan berikut:

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T \dots\dots\dots(3)$$

$$Q = m \cdot \lambda \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Q : Kalor (kkal)

m: massa (kg)

Cp: Kapasitas panas (kkal/kg °C)

ΔT : perubahan temperatur (°C)

Neraca panas dapat ditulis sesuai dengan hukum termodinamika I yaitu :

$$\text{akumulasi} = \text{Panasmasuk} - \text{panas keluar} + \text{Panas yang timbul} \\ - \text{panas yang digunakan}$$

Jika tidak ada panas yang digunakan dan panas yang timbul dalam sistem maka:

$$\text{akumulasi} = \text{panas masuk} - \text{panas keluar}$$

G. Kapasitas panas

Kapasitas panas adalah energy panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu sejumlah zat sebesar 1°C atau 1°F atau 1°K. Hal ini karena panas bisa dipindahkan dengan cara perpindahan panas dalamsuatu proses. Satuan kapasitas panas adalah *kal/gr°C*, *Btu/lb°F*, atau *J/g°K*. Hubungan antara kapasitas panas gas ideal adalah rangkaian pemuaiian suhu.

$$Cp = A + BT + CT^2 + DT^2 + ET^4 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Cp : Kapasitas panas gas ideal (J/mol K)

A, B, C, D, E adalah koefisien regresi untuk komponen kimia

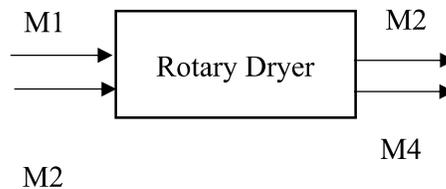
T : Temperature (K)

Berdasarkan termodinamika, perubahan entalphi, ΔH , pada tekanan konstan

$$\Delta H = \int C_p dT = \int (A + BT + CT^2 + DT^2 + ET^4) dT \dots \dots \dots (6)$$

H. Neraca Massa pada Dryer

Perpindahan yang terjadi selama proses pengeringan adalah proses perpindahan panas yang mengakibatkan menguapnya air dari dalam bahan yang akan dikeringkan menuju ke udara. System Aliran Massa pada Rotary Dryer sendiri dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar IX. 5 Sistem aliran Massa di Rotary Dryer

Untuk system pada gambar di atas, bentuk persamaannya sebagai berikut :

Massa masuk = massa keluar

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4 \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

M₁ = laju alir bahan basah masuk (kg/jam)

M₂ = laju alir udara panas masuk (kg/jam).

M₃ = laju alir udara panas dan uap air keluar (kg/jam).

M₄ = laju alir bahan kering keluar (kg/jam).

I. Neraca Panas pada Dryer

Padatan masuk dengan rate L_s kg dry solid/ jam memiliki kadar air bebas X₁, dan temperatur Ts₁. Padatan tersebut meninggalkan dryer dengan X₂ dan Ts₂. Gas masuk dengan rate G kg dry air/ jam memiliki humiditas H₂ kg H₂O/kg dry air dan temperature Tg₂. Gas keluar dryer pada Tg₁ dan H₁.

Untuk neraca massa berdasarkan kelembapan berlaku :

$$GH'_{G2} + L_s H'_{s1} = GH'_{G1} + L_s H'_{s2} + Q \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :



Q: heat loss pada dryer (kJ/h)

Nilai entalpi untuk padatan basah terdiri dari entalpi padatan kering ditambah entalpi cair sebagai uap air bebas. Entalpi pembasahan biasanya diabaikan. Entalpi gas H'g pada kJ/kg adalah

$$H'_G = Cp_s (T_G - T_o) + H\lambda_o \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

λ_o : panas laten air pada T_o °C, 2501 kJ/kg (1075,4 btu/lbm) at 0°C, dan C_s adalah humid heat, dalam kJ/kg dry air K.

$$C_s = 1.005 + 1.88H$$

Entalpi padatan basah H'_s dalam kJ/kg dry solid dimana $(T_s - T_o)^\circ C = (T_s - T_o)K$

$$H'_s = Cp_s(T_s - T_o) + X Cp_A (T_s - T_o) \dots \dots \dots (10)$$

Dimana:

Cp_s : Kapasitas panas padatan kering dalam kJ/kg dry solid K

Cp_A : Kapasitas panas liquid moisture dalam kJ/kg H₂O K. diasumsikan bahwa panas pembasahan adsorpsi diabaikan

J. Effisiensi thermal rotary dryer

efisiensi *thermal* adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dan sebagainya. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau kerja, atau mungkin keduanya. Ketika ditulis dalam persentase, efisiensi termal harus berada di antara 0% dan 100%. Karena efisiensi seperti gesekan, hilangnya panas, dan faktor lainnya, efisiensi termal mesin tidak pernah mencapai 100%. Untuk menghitung efisiensi *rotary dryer* sendiri menggunakan rumus :

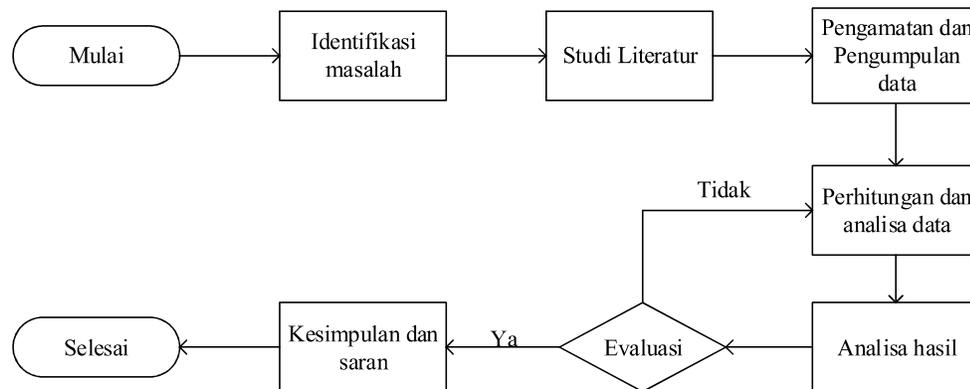
$$\begin{aligned} \text{effisiensi thermal} &= \frac{Q \text{ yang diserap}}{Q \text{ yang disuplai}} \times 100\% \dots \dots \dots (11) \\ &= \frac{Q \text{ masuk} - Q \text{ loss}}{Q \text{ Keluar}} \times 100\% \end{aligned}$$

Dimana:



Qloss yaitu panas yang hilang sebagian karena panas yang dibawa oleh udara panas tidak terserap sempurna oleh umpan.

IX.2.2 Metodologi



A. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data di lapangan yakni pada Pabrik NPK Granulasi I. Data yang dikumpulkan yakni kapasitas produksi pada pabrik NPK Granulasi I, data *design rotary dryer* 15-M114, data T udara panas Dryer (Masuk- keluar), data T Produk NPK pada dryer (Masuk-keluar), serta data kadar air produk NPK (Masuk-keluar), data konsumsi bahan, selama 5 hari pengamatan.

B. Perhitungan dan Analisa Data

Dalam tahap ini dilakukan perhitungan dari data- data yang telah diperoleh untuk didapatkan nilai efisiensi dari *rotary dryer*

C. Analisa Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisa hasil dari perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan sebelumnya

D. Evaluasi

Pada tahap ini melakukan presentasi dengan mentor dan meninjau kembali terkait hasil akhir dan kesimpulan atas *project* khusus yang telah dikerjakan.

E. Kesimpulan dan Saran



Pada tahap ini dilakukan penyimpulan dan pemberian saran terkait project yangtelah dikerjakan

IX.3 Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengamatan serta perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Efisiensi design rotary dryer

1. Hasil perhitungan neraca panas design rotary dryer

Tabel IX. 1 Hasil Perhitungan neraca panas design rotary dryer

Panas Masuk		Panas Masuk	
Q Produk In	3.075.456,63	Q produk Out	3.252.950,15
Q gas In	262.595.241,03	Q Gas Out	250.560.163,54
		Q Loss	11.857.583,97
Total	265.670.697,66	Total	265.670.697,66

2. Efisiensi design rotary dryer

$$\epsilon = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{250.560.163,54 + 3.252.950,15}{262.670.697,66 + 3.075.456,63} \times 100\%$$

$$\epsilon = 95,53 \%$$

Diketahui bahwa pada perhitungan neraca panas *design rotary dryer balance* dimana panas masuk adalah 265.670.697,66 kJ/jam, panas keluar sebesar 250.560.163,54 kJ/jam dan panas yang hilang sebesar 11.857.583,97 kJ/jam . Setelah dilakukan perhitungan neraca panas didapatkan hasil heat loss dryer sebesar 4% dengan membagi QLoss dengan Qin total dan didapatkan nilai efisiensi thermal dryer sebesar 95,58%. Hal ini menunjukkan bahwa *rotary dryer* dipabrik pupuk NPK I Granulasi PT Petrokimia Gresik masih memiliki kemampuan yang baik dalam mengeringkan Granul NPK



b. Efisiensi aktual rotary dryer

1. Hasil perhitungan neraca panas design rotary dryer

Tabel IX. 2 Hasil Perhitungan Neraca Panas Design Rotary Dryer

Panas Masuk		Panas Masuk	
Q Produk In	5.242.695,89	Q produk Out	5.580.259,55
Q gas In	273.462.109,65	Q Gas Out	246.646.968,46
		Q Loss	26.477.577,53
Total	278.704.805,54	Total	278.704.805,54

2. Efisiensi aktual rotary dryer

$$\epsilon = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{246.646.968,46 + 5.580.259,55}{273.462.109,65 + 5.242.695,89} \times 100\%$$

$$\epsilon = 90,49 \%$$

ketahui bahwa pada perhitungan neraca panas aktual rotary dryer balance dimana panas masuk adalah 273.462.109,65kJ/jam, panas keluar sebesar 246.646.968,46 kJ/jam dan panas yang hilang sebesar 26.477.577,53 kJ/jam . Setelah dilakukan perhitungan neraca panas didapatkan hasil heat loss dryer sebesar 10% dengan membagi QLoss dengan Qin total dan didapatkan nilai efisiensi thermal dryer sebesar 90,49%. Hal ini menunjukkan bahwa rotary dryer dipabrik pupuk NPK I Granulasi PT. Petrokimia Gresik masih memiliki kemampuan yang baik dalam mengeringkan Granul NPK.