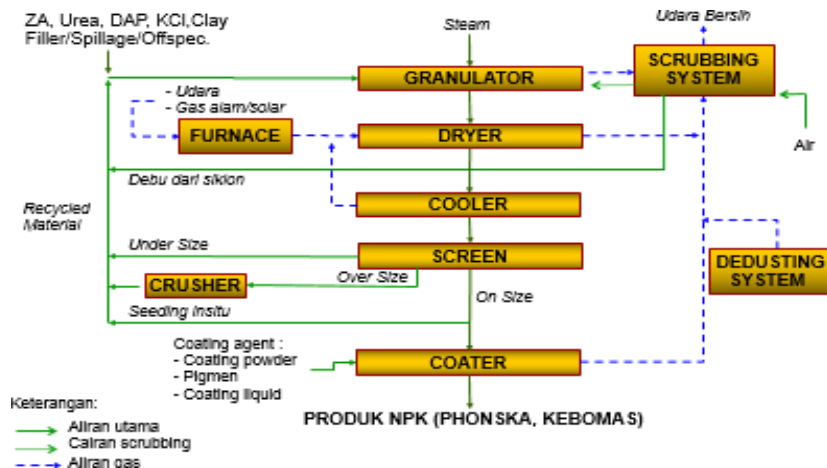




## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Uraian Proses

Dalam proses pembuatan NPK, terdapat berbagai macam variasi formula. Formula tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan permintaan dari konsumen. Pada saat ini, pabrik NPK II memproduksi pupuk Phonska dengan formulasi NPK 15 – 15 – 15. Berikut ini merupakan blok diagram proses produksi NPK granulasi :



Gambar II.1 Diagram Alir Pembuatan NPK Granulasi

#### II.1.1 Langkah-Langkah Proses

##### 1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa DAP karena butiran harus di-crusher terlebih dahulu oleh setelah itu diumpankan ke *Raw material Hopper* , dan Urea juga di-crusher dahulu oleh dan dibawa ke *raw material* oleh Urea *Bucket Elevator* dan melalui Urea diumpankan ke *hopper* , dan selanjutnya bahan baku lainnya seperti KCl, Clay, dan Dolomit dicurahkan ke masing-masing hopper yaitu KCl , Dolomit , Clay , melalui KCl *weigher* dan Clay *weigher*. Bahan baku yang diumpankan ke dalam hopper dilengkapi dengan *level indicator* dan



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

*level alarm* untuk *low level*, *high level*, dan *very high level*. Perbandingan masing-masing bahan baku tergantung dari formula yang akan diproduksi.

## **2. Proses Granulasi**

Campuran bahan baku yang telah homogen akan digranulasi di Granulator M-2112. Pada proses granulasi, perlu ditambahkan steam dan slurry untuk membantu terbentuknya granul. Slurry didapatkan dari proses dedusting dan scrubbing debu menggunakan air. Waktu tinggal di dalam granulator kira-kira 5 menit. Didalam granulator, campuran bahan baku akan diputar dengan kecepatan 10 rpm dengan suhu granulator  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  dan tekanan atmosferik. Penambahan slurry dan steam dilakukan secara manual hingga terbentuk granula yang diinginkan.

Proses terjadinya granulasi terbagi menjadi 3 proses utama, yaitu inisiasi, aglomerasi/akresi dan breakage. Proses inisiasi berlangsung ketika bahan baku dihomogenkan. Pada saat tersebut, bahan baku masih berupa butiran halus. Butiran halus inilah yang akan menjadi inti granul. Aglomerasi merupakan proses menyatunya inti granul menjadi granula yang lebih besar dengan bantuan binder. Dalam proses pembuatan NPK granulasi ini, clay berfungsi sebagai binder. Akresi merupakan proses terbentuknya granul secara bertahap dengan terbentuknya layer pada inti granul. Breakage merupakan proses rusaknya granula. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya kadar air dalam granula, tingginya suhu lingkungan, atau karena proses mekanik.

## **3. Proses Pengeringan (Drying)**

Proses pengeringan dilakukan setelah bahan baku berubah bentuk dari butiran menjadi granul. Dalam proses pengeringan aliran yang digunakan adalah aliran co-current sehingga kandungan air didalam produk dapat diturunkan. Efek dari pengeringan ini adalah produk menjadi panas sehingga perlu didinginkan diproses selanjutnya. Granula yang terbentuk akan ditransportasikan menggunakan belt conveyor M-2113 menuju rotary dryer

---



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

M-2114. Di dalam rotary dryer , granula akan dikeringkan menggunakan udara panas yang dihasilkan dari furnace. Udara didapatkan dari udara lingkungan menggunakan blower C-2104. Udara dari lingkungan akan dibawa menuju ruang TI-2101 untuk dipanaskan menggunakan api hasil dari furnace. Bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran adalah Natural Gas atau solar. Proses pembakaran terjadi di dalam ruangan B-2102 dan B-2103. Temperatur udara panas inlet dryer berkisar antara 180°C - 230°C tergantung dari formula NPK granul yang akan dikeringkan. Kadar air yang keluar dari granul maksimal 1,5% dan temperature gas panas outlet dryer dijaga sekitar 57 °C – 65°C. Gas panas dari dalam dryer dibawa ke scrubbing unit untuk dipisahkan dari debu. Debu dari dryer akan dikembalikan ke belt conveyor bahan baku campuran M-2109 untuk digunakan lagi sebagai bahan baku.

#### **4. Proses Pendinginan (Cooling)**

Proses pendinginan diawali dengan mengalirkan NPK granul kering yang keluar dari dryer menuju cooler (M-2125) menggunakan product dryer conveyor untuk didinginkan. Material dibawa oleh shovel untuk ditaburkan didalam shell sehingga membentuk tirai. Udara ambient dilewatkan shell oleh hisapan blower dengan aliran counter current sehingga temperatur produk dapat turun mendekati temperatur ambient. Efek dari pendinginan ini adalah produk yang semula panas dengan sedikit kandungan air dan temperatur tinggi menjadi dingin dan kandungan air lebih rendah kurang dari 2%. Debu yang terbawa di dalam udara pendingin dari dedusting system akan dipisahkan dan dikembalikan ke raw material conveyor guna mengoptimisasi produk yang didapatkan.

Salah satu tujuan proses cooling yaitu untuk mendinginkan produk, sehingga jika terjadi melting pada urea, urea akan segera membeku dan produk menjadi kering. Hal tersebut dapat mengurangi terjadinya penempelan material padat atau scaling pada peralatan selanjutnya.



### **5. Proses Pengayakan (Screening)**

Produk NPK yang telah berbentuk granul dan telah melalui proses pendinginan, akan dibawa oleh product cooler conveyor (M-2116) dan product cooler bucket elevator (M-2117) menuju over vibrating screen untuk dilakukan pengayakan. Untuk ukuran granul yang melebihi ukuran partikel yang diperbolehkan ((-4 mesh) – (+10 mesh)), akan dimasukkan ke dalam oversize conveyor untuk dihaluskan dalam crusher (Q-2104 A/B) dan hasilnya masuk ke raw material untuk digranulasi kembali. Sedangkan untuk ukuran granul yang kurang dari ukuran partikel yang diperbolehkan akan dimasukkan ke dalam undersize vibrating screen untuk dipisahkan menjadi produk onsize dan undersize.

Dalam hal ini, produk onsize akan dimasukkan ke recycle regulator bin, sedangkan undersize masuk ke raw material conveyor untuk dilakukan proses granulasi kembali.

Produk on size dalam recycle bin dikirim menuju Coater (M- 2119). Produk yang masuk Coater dilapisi dengan coating coil maupun coating water yang berupa pigmen. Produk NPK granul onsize yang telah dilapisi oleh coating coil akan langsung dialirkan menuju unit bagging atau pengepakan.

### **6. Proses Pelapisan (Coating)**

Pelapisan diperlukan terutama pada formulasi yang menggunakan urea. Hal tersebut dikarenakan sifat higroskopis bahan baku yang dapat mempercepat proses caking , terutama jika terdapat variasi temperatur udara dan kadar air.

Proses caking merupakan fenomena yang terjadi ketika pupuk dengan karakteristik higroskopis telah menyerap uap air dan menghasilkan pupuk yang memadat hingga seperti bongkahan batu. Tujuan adanya coating pada permukaan granul adalah untuk meminimalisir kandungan uap air yang tidak terserap optimal, sehingga pupuk NPK tetap kering untuk sementara waktu bila berada di udara terbuka.



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

Coating agent terbuat dari silica powder atau dolomit dan coating oil , sesuai dengan produk yang diinginkan. Coating oil diumpankan ke dalam coater drum (M-2119) menggunakan pump (P-2102A/B). Padatan akan diumpankan ke dalam coater melalui screw feeder. Coating oil disimpan di dalam tangki coating oil, diisikan langsung dari truk atau barrel dengan pompa portabel. Coating powder dan pigment dicampur dengan rasio 1:3 atau 1:4, kemudian diumpankan ke coater melalui screw feeder.

Untuk menambah sifat anti-caking, salah satu coating agent akan ditambahkan dengan senyawa teraminasi sehingga dapat memberikan daya tahan ekstra terhadap penyerapan air. Produk keluaran coater (M-2119) akan dialirkan ke final belt conveyor (M-2121-2A/B) menuju ke dalam gudang penyimpanan akhir. Penambahan coating agent bertujuan untuk menaikkan nilai CRH (kelembapan relatif kritis) produk agar sama dengan CRH lingkungan, sehingga produk akan memiliki sifat higroskopis yang rendah.

#### **7. Proses Pengantongan (Bagging)**

Produk NPK akan dialirkan dari Coater (M-2119) menggunakan final product bucket elevator (M-2121-2A/B) menuju ke dalam product hopper (D-2201) yang dilengkapi dengan level indicator . Produk NPK dalam product hopper akan dikantongi dengan berat perkantong mencapai 50 kg yang diukur dengan menggunakan bagging machine (M-2201A/B), dijahit menggunakan sewing machine, dialirkan dengan menggunakan belt conveyor (M-2202A/B) ke penampungan, dan dibawa dengan forklift menuju gudang penyimpanan sementara sebelum di distribusikan ke konsumen.

#### **8. Penyerapan Gas (Scrubber Unit)**

Penyerapan gas ( scrubber unit) harus dilakukan disetiap komponen alat produksi guna meminimalisir debu atau senyawa-senyawa toksik yang dapat menyebabkan kerugian untuk para pekerja maupun lingkungan sekitar. Udara dari granulator, rotary dryer, coater drum, dan lainnya akan dimasukkan ke dalam tail gas scrubber (T-2101) dan di- spray menggunakan air yang di

---



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

pompa dengan Scrubber Pump (P-2101A/B). Air dari scrubber tower akan masuk ke dalam bak scrubber pit (D-2127), kemudian diaduk menggunakan Scrubber pit agitator (M-2124).

Sebagian air slurry di bak akan di pompa menggunakan granulator pump (P-2101B) untuk dialirkan proses granulasi dan diatur aliran flow rate slurry agar dapat di-recycle guna optimalisasi produk. Untuk air yang telah bebas dari slurry, akan ditampung dalam bak (D-2128) guna dialirkan sebagai neutralizer water. (Satria, 2014)

## II.2 Uraian Tugas Khusus

### II.2.1 Neraca Massa

Neraca Massa adalah cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam neraca massa, sistem adalah sesuatu yang diamati atau dikaji. Neraca massa adalah konsekuensi logis dari Hukum Kekekalan Massa yang menyebutkan bahwa di alam ini jumlah total massa adalah kekal; tidak dapat dimusnahkan ataupun diciptakan (Charles, 1979).

Massa yang masuk kedalam suatu sistem harus keluar meninggalkan sistem tersebut atau terakumulasi di dalam sistem. Konsekuensi logis hukum kekekalan massa ini memberikan persamaan dasar neraca massa :

$$[\text{massa masuk}] + [\text{produksi}] = [\text{massa keluar}] + [\text{akumulasi massa}]$$

Dengan : [massa masuk] : massa masuk dalam sistem

[massa keluar] : massa keluar dari sistem

[akumulasi massa] : akumulasi massa dalam sistem

Untuk proses kimia steady state, akumulasi sama dengan nol sehingga persamaan menjadi :

$$[\text{massa masuk}] + [\text{produksi}] - [\text{massa keluar}] = 0$$

Dalam perhitungan neraca bahan sesuai dengan prosesnya dibedakan menjadi dua, yaitu :



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

1. Proses Batch

Yaitu proses dimana bahan baku masuk pada awal proses dan dikeluarkan pada akhir proses, jadi selama proses berlangsung tidak ada umpan atau produk yang masuk dan keluar proses sehingga, persamaan yang berlaku :

$$[massa\ masuk] + [produksi] = [massa\ keluar] + [konsumsi]$$

2. Proses Kontinyu

Yaitu suatu proses yang berlangsung secara terus-menerus, hasil proses tidak tergantung dari lamanya proses. Pada proses kontinyu, suhu, komposisi dalam bermacam-macam bahan masuk (input) maupun output konstan tiap satuan waktu. Karena akumulasinya selalu konstan, maka dalam perhitungan dianggap sama dengan nol sehingga persamaan berlaku:

$$[massa\ masuk] + [produksi] - [massa\ keluar] - [konsumsi] = 0$$

Dimana : [konsumsi] = massa/laju yang berubah menjadi senyawa lain karena reaksi kimia.

Jika komponen tidak reaktif atau pada neraca total, maka produksi dan konsumsi = 0, sehingga didapatkan :

$$[massa\ masuk] = [massa\ keluar]$$

3. Neraca Massa Over All (Neraca Massa Total)

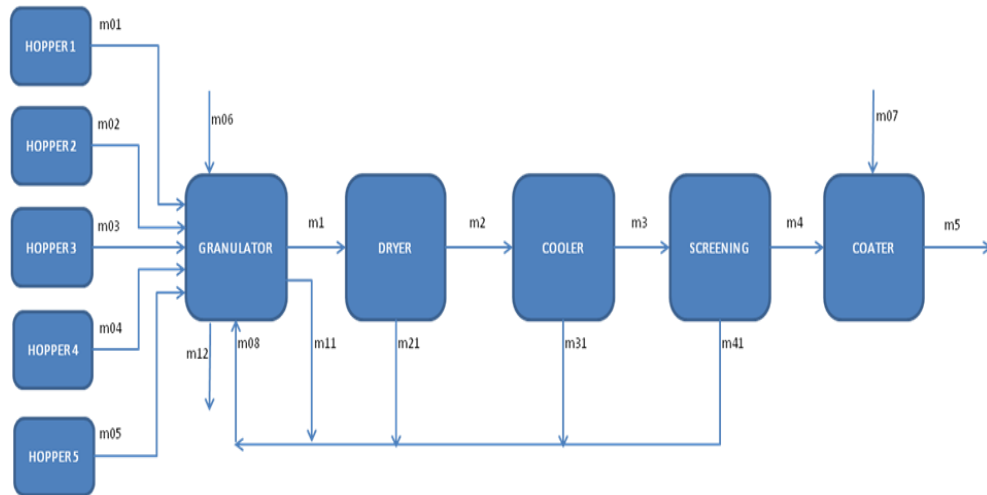
Merupakan neraca massa dimana semua komponen bahan masuk dan keluar dihitung dari proses awal sampai akhir dan merupakan satu kesatuan unit.

4. Neraca Massa Komponen

Merupakan neraca massa yang perhitungannya berdasarkan atas satu komponen bahan masuk saja.



## II.2.2 Perhitungan Neraca Massa Pabrik NPK II



Gambar II.1 Flowsheet Pabrik NPK II

### 1. Neraca Massa Coater

Tabel II.1 Data Pengamatan Neraca Massa Coater

Data Pengamatan	Jumlah	Satuan
Total Produk NPK II	20000	kg/jam
Kadar Nitrogen	15	%
Kadar Fosfat	10	%
Kadar Kalium	12	%
Kadar Sulfur	10	%
Kadar H <sub>2</sub> O	1.5	%
Filler	43.5	%
Pigmen	0.0266667	kg/jam
Dolomit	0.0533334	kg/jam
Oil	0.09	l/jam
Density Oil	0.99	kg/l
Massa Oil	0.0495	kg/jam
Presentase Debu	1	%

#### a. Perhitungan Komponen Neraca Massa Coater

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Oil} &= 1,8 \text{ l / ton produk} \\
 &= \frac{1,8 \text{ l / ton}}{20 \text{ ton/jam}} = 0,09 \text{ l/jam}
 \end{aligned}$$





LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

- 2) Massa oil =  $0,09 \text{ l/jam} \times 0,99 \text{ kg/l}$   
=  $0,0891 \text{ kg/jam}$
- 3) CR Pigmen =  $0,8 \text{ kg / ton produk}$
- 4) Pigmen =  $\frac{\text{Total produk NPK II}}{\text{CR Pigmen}}$   
=  $\frac{20 \text{ ton/jam}}{\frac{0,8 \text{ kg}}{\text{ton produk}}}$   
=  $0,04 \text{ kg/jam}$
- 5) Dolomit =  $2 \times \text{Pigmen}$   
=  $2 \times (0,04)$   
=  $0,08 \text{ kg/jam}$

b. Neraca Massa Solid

$$\begin{aligned} \text{Total Produk NPK II} &= \text{Total Produk NPK II} - (\text{Pigmen} + \text{massa} \\ &\quad \text{Oil} + \text{Dolomit}) \\ &= 20.000 - (0,04 + 0,0891 + 0,08) \\ &= 19999.7909 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c. Neraca Massa Komponen

- 1) Laju Alir Massa Nitrogen =  $\text{Kadar Produk} \times \text{Total Produk NPK II}$   
=  $0,15 \times 19999.7909 \text{ kg/jam}$   
=  $2999.968635 \text{ kg/jam}$
- 2) Laju Alir Massa Fosfat =  $\text{Kadar Produk} \times \text{Total Produk NPK II}$   
=  $0,1 \times 19999.7909 \text{ kg/jam}$   
=  $1999.97909 \text{ kg/jam}$
- 3) Laju Alir Massa Kalium =  $\text{Kadar Produk} \times \text{Total Produk NPK II}$   
=  $0,12 \times 19999.7909 \text{ kg/jam}$   
=  $2399.974908 \text{ kg/jam}$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

- 4) Laju Alir Massa Sulfur =  $Kadar\ Produk \times Total\ Produk\ NPK\ II$   
=  $0,10 \times 19999.7909\text{ kg/jam}$   
=  $1999.97909\text{ kg/jam}$
- 5) Laju Alir Massa Air =  $Kadar\ Produk \times Total\ Produk\ NPK\ II$   
=  $0,015 \times 19999.7909\text{ kg/jam}$   
=  $299.9968635\text{ kg/jam}$
- 6) Laju Alir Massa Filler =  $Kadar\ Produk \times Total\ Produk\ NPK\ II$   
=  $0,435 \times 19999.7909\text{ kg/jam}$   
=  $8699.909042\text{ kg/jam}$
- 7) Massa debu =  $Persen\ Debu \times Total\ Produk\ NPK\ II$   
=  $0,01 \times 19999.7909\text{ kg/jam}$   
=  $199.997909\text{ kg/jam}$
- 8) Total produk NPK II = Massa granul NPK II +  
(Pigmen+oil+dolomit) - Debu  
=  $20.000\text{ kg/jam} + 0,04\text{ kg/jam} + 0,0891\text{ kg/jam}$   
 $+ 0,08\text{ kg/jam} - 199.997909\text{ kg/jam}$   
=  $19800.21119\text{ kg/jam}$

d. Neraca Massa Total

Basis: 1 jam operasi

**Tabel II.2 Neraca Massa Total Coater**

Umpan	Input	Produk	Output
Pigmen	0.04	Total Produk	19800.21119
Coating Oil	0.0891		
Dolomit	0.08		
Granul NPK II	19999.7909		
		Debu	199.997909
Total	20000.0	Total	20000.2091



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

## 2. Neraca Massa Cooler

Tabel II.3 Data Pengamatan Neraca Massa Cooler

Data Pengamatan	Jumlah	Satuan
Massa Produk NPK II	19999.7909	kg/jam
Suhu Masuk	328	K
Suhu Keluar	323	K
Suhu Lingkungan	298.15	K
Kapasitas Blower	52000	m <sup>3</sup> /jam
BM Udara Kering	28.971	kg/kmol
Tekanan	1	Atm
Nilai R	0.0821	m <sup>3</sup> atm/kmol K
Jumlah O <sub>2</sub>	21	%
Jumlah N <sub>2</sub> di Udara	79	%
Presentase Debu	1	%
Massa recycle	39999.5818	kg/jam

- a. Laju Alir Massa Granul = massa produk NPK II  
= 19999.7909 kg/jam
- b. Densitas udara kering (menggunakan persamaan gas ideal)
- $$\text{Densitas} = \frac{p \times \text{BM udara kering}}{R \times T}$$
- $$= \frac{1 \text{ atm} \times 28,971 \text{ kg/mol}}{0,0821 \frac{\text{m}^3 \text{ atm}}{\text{kmol} \text{ K}} \times 303,15}$$
- $$= 1.162683833 \text{ kg/m}^3$$
- c. Laju Alir Massa Udara Kering = kapasitas blower  $\times$  densitas udara kering  
= 52.000 m<sup>3</sup>/jam  $\times$  1.162683833 kg/m<sup>3</sup>  
= 60459.5593 kg/jam
- d. Massa debu = Presentase debu  $\times$  Total produk NPK II  
= 0,01  $\times$  19999.7909 kg/jam  
= 199.997909 kg/jam



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

e. Total produk NPK II = (Massa granul + Massa recycle) – Debu  
= (19999.7909 Kg/jam+ 39999.5818 kg/jam )-  
199.997909 kg/jam  
= 59.799,37479 kg/jam

f. Neraca Massa Total

Basis: 1 jam operasi

**Tabel II.4 Neraca Massa Total Cooler**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul	19999.7909	Total Produk NPK II	59799.37479
recycle	39999.58	Debu	199.997909
Total	59999.3727	Total	59999.3727

**3. Neraca Massa Screen**

**Tabel II.5 Data Pengamatan Neraca Massa Screen**

Data Pengamatan	Jumlah	Satuan
Massa Granul NPK II	19999.7909	kg/jam
Perbandingan Recycle	2:1	
Massa Recycle	39999.5818	kg/jam
Undersize	5	%
Oversize	5	%
Onsize	90	%
Presentase Debu	1	%

a. Neraca massa komponen

1) Massa undersize = Persen undersize × Massa granul NPK II  
= 0,05 x 59999.3727 kg/jam  
= 2999. 968635 kg/jam

2) Massa oversize = Persen oversize × Massa granul NPK II  
= 0,05 x 59999.3727 kg/jam  
= 2999. 968635kg/jam

3) Massa onsize = Persen onsize × Massa granul NPK II  
= 0,9 x 59999.3727 kg/jam  
= 53999.43543 kg/jam



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

- 4) Massa debu = Presentase debu  $\times$  Massa granul NPK II  
= 0,01  $\times$  19999.7909 kg/jam  
= 199.997909 kg/jam
- 5) Total produk NPK II= (undersize+oversize+onsize)  
= (2999.968635 kg/jam + 2999.968635 kg/jam +  
53999.43543 kg/jam)  
= 59999.3727 kg/jam

b. Neraca Massa Total Screen

**Tabel II.6 Neraca Massa Total Screen**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul NPK II	19999.7909	Total Massa:	
Massa recycle	39999.5818	Massa Undersize	2999.968635
		Massa Oversize	2999.968635
		Massa Onsize	53999.43543
Total	59999.3727	Total	59999.3727

**4. Neraca Massa Dryer**

**Tabel II.7 Data Pengamatan Neraca Massa Dryer**

Data Pengamatan	Jumlah	Satuan
Massa Granul NPK II	59999.3727	kg/jam
Kadar H <sub>2</sub> O Dalam Produk	2	%
Kadar H <sub>2</sub> O Dalam Umpan	5	%
Suhu Umpan	328	K
Suhu Produk	338	K
Suhu Lingkungan	298.15	K
Kapasitas Blower	73000	m <sup>3</sup> /jam
% Rh	60	%
Presentase Debu	1	%
Kadar Umpan Bebas H <sub>2</sub> O	95	%
Suhu Furnace	573	K



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

a. Komposisi Massa Keluar Dryer

1) Massa H<sub>2</sub>O dalam produk granul = Kadar H<sub>2</sub>O dalam produk × massa granul produk  
= 0,02 × 59999.3727 kg/jam  
= 1199.987454 kg/jam

2) Massa Produk granul bebas H<sub>2</sub>O = massa granul produk NPK II – massa H<sub>2</sub>O dalam produk granul  
= 59999.3727 kg/jam - 1199.987454 kg/jam  
= 58799.38525 kg/jam

3) Massa debu = kadar debu × massa produk granul  
= 0,01 × 59999.3727 kg/jam  
= 599.993727 kg/jam

b. Komposisi Massa Umpan Dryer

1) Massa H<sub>2</sub>O dalam umpan granul = kadar H<sub>2</sub>O dalam umpan × massa granul produk  
= 0,05 × 59999.3727 kg/jam  
= 2999.968635 kg/jam

2) Massa umpan granul bebas H<sub>2</sub>O = massa granul produk NPK II + massa debu  
= 59999.3727 kg/jam + 599.993727 kg/jam  
= 60599.36643 kg/jam

3) Massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan = massa H<sub>2</sub>O dalam umpan granul – massa H<sub>2</sub>O dalam produk granul  
= 2999.968635 kg/jam - 1199.987454 kg/jam  
= 1799.981181 kg/jam



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

c. Komposisi Udara Dryer

1) Densitas udara (Pers. Gas ideal)

$$\begin{aligned} \text{Densitas} &= \frac{P \times BM \text{ udara kering}}{R \times T} \\ &= \frac{1 \text{ atm} \times 28,971 \text{ kg/kmol}}{0,0821 \frac{\text{m}^3 \text{ atm}}{\text{kmol} \cdot \text{K}} \times 573 \text{ K}} \\ &= 0,6158368992 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Laju alir massa udara masuk} &= \text{kapasitas blower} \times \text{densitas udara} \\ &= 73.000 \times 0,615836899 \text{ kg/m}^3 \\ &= 44.956,09363 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Laju alir massa H}_2\text{O dalam udara} &= \% \text{ Rh} \times \text{laju alir massa udara} \\ &= 0,06 \times 44.956,09363 \\ &= 2.697,365618 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ Laju alir massa udara kering} &= \text{Laju alir massa udara masuk} - \\ &\quad \text{laju alir massa H}_2\text{O dalam udara} \\ &= 44.956,09363 - 2.697,365618 \\ &= 17.982,43746 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \text{ Laju alir massa H}_2\text{O dalam udara keluar} &= \text{massa H}_2\text{O yang} \\ &\quad \text{teruapkan} + \text{laju alir massa} \\ &\quad \text{H}_2\text{O dalam udara} \\ &= 1799.981181 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 2.697,365618 \text{ kg/jam} \\ &= 28773.63737 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6) \text{ Total produk NPK II} &= \text{Massa granul NPK II} - \text{Debu} \\ &= 59999.3727 \text{ kg/jam} - 599.993727 \\ &\quad \text{kg/jam} \\ &= 59399.37897 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

d. Neraca massa total Dryer

Basis: 1 jam operasi

**Tabel II.8 Neraca massa Total Dryer**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul NPK II	59999.3727	Produk Granul NPK II	59399.37897
Massa H <sub>2</sub> O Granul	2999.968635	Massa H <sub>2</sub> O Granul	1199.987454
H <sub>2</sub> O Dalam Udara	26973.65618	H <sub>2</sub> O Dalam Udara	28773.63737
		Debu	599.993727
Total	89972.99752	Total	89972.99752

#### 4. Neraca Massa Granulator

**Tabel II.9 Data Pengamatan Neraca Massa Granulator**

Data Pengamatan	Jumlah	Satuan
Suhu Masuk	303	K
Suhu Keluar	328	K
Laju Alir Steam	30	kg/jam
Laju Alir Slurry	0	kg/jam
Kadar Nitrogen	15	%
Kadar Phospat	10	%
Kadar Kalium	12	%
Kadar Sulfur	10	%
Kadar H <sub>2</sub> O	1.5	%
Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> dalam DAP	46	%
Kadar N dalam DAP	18	%
Kadar N dalam urea	46	%
Kadar N dalam ZA	21	%
Kadar K <sub>2</sub> O dalam KCl	60	%
Presentase Debu	1	%
Perbandingan Recycle	2:01	
Massa Recycle	39999.5818	kg/jam





LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

a. Komposisi Bahan Baku

$$\begin{aligned} 1) \text{ Urea} &= 0,1 \times \text{Total produk NPK II} \\ &= 0,1 \times 59999.3727 \text{ kg/jam} \\ &= 5999.93727 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2) DAP

$$\begin{aligned} - \text{ Kadar P} &= \frac{\text{Kadar produk} \times \text{Total produk NPK II}}{\text{Kadar Fosfat dalam DAP}} \\ &= \frac{0,15 \times 19999,7909 \text{ kg/jam}}{0,46} \\ &= 4347.78063 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Kadar N} &= \text{Kadar Fosfat} \times \text{Kadar nitrogen dalam DAP} \\ &= 4347.78063 \text{ kg/jam} \times 0,18 \\ &= 782.6005135 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ ZA} &= (\text{Kadar Produk} \times \text{Total produk NPK II}) - (\text{Kadar N Urea} \\ &\quad \times \text{jumlah Urea}) - (\text{Kadar N DAP} - \text{Jumlah N DAP}) \\ &= ((0,15 \times 19999.7909 \text{ kg/jam}) - (0,46 \times 5999.93727 \\ &\quad \text{kg/jam}) - (0,18 \times 782.6005135 \text{ kg/jam})) / 0,21 \\ &= 1813.645634 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ KCl} &= \frac{\text{Kadar produk} \times \text{Total Produk NPK II}}{\text{Kadar Kalium dalam KCl}} \\ &= \frac{0,15 \times 19999.7909 \text{ kg/jam}}{0,6} \\ &= 4999.947725 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \text{ H}_2\text{O} &= \text{Kadar H}_2\text{O dalam produk} \times \text{Total produk NPK II} \\ &= 0,015 \times 19999.7909 \text{ kg/jam} \\ &= 299.9968635 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6) \text{ Clay} &= \text{Total Produk NPK II} - (\text{Urea} + \text{DAP} + \text{ZA} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}) \\ &= 19999.7909 \text{ kg/jam} - (5999.93727 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 4347.78063 \text{ kg/jam} + 1813.645634 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 4999.947725 \text{ kg/jam} + 299.9968635 \text{ kg/jam}) \\ &= 2538.5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

---

$$\begin{aligned} 7) \text{ Total Bahan Baku} &= \text{Urea} + \text{DAP} + \text{ZA} + \text{H}_2\text{O} + \text{Clay} \\ &= 5999.93727 \text{ kg/jam} + 4347.78063 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 1813.645634 \text{ kg/jam} + 4999.947725 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 299.9968635 \text{ kg/jam} \\ &= 19999.8 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b. Neraca Massa Total Granulator

**Tabel II.10 Neraca Massa Total Granulator**

Umpan	Input	Produk	Output
Total Bahan Baku	19999.8	Produk Granul NPK II	19999.7909
recycle	39999.5818		39999.5818
Total	59999.37270	Total	59999.3727



### II.2.3 Pembahasan

Proses pembuatan pupuk NPK II secara garis besar terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu pengumpanan bahan baku solid, penyiapan slurry, proses granulasi, pengeringan (*drying*), pengayakan (*screening*), pendinginan (*cooling*), dan pelapisan (*coating*). Adapun alat utama yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk NPK II adalah *granulator, dryer, screen, cooler, dan coater*.

Pentingnya penyusunan neraca (neraca massa atau panas) suatu sistem proses dalam industri merupakan perhitungan kuantitatif dari semua bahan-bahan yang masuk, yang keluar, yang terakumulasi (tersimpan) dan yang terbuang dalam sistem itu. Perhitungan neraca digunakan untuk mencari variabel proses yang belum diketahui, berdasarkan data variabel proses yang telah ditentukan/diketahui. Oleh karena itu, perlu disusun persamaan yang menghubungkan data variabel proses yang telah diketahui dengan variabel proses yang ingin dicari (Distantina, 2009).

Pada produksi II B PT. Petrokimia Gresik akan dilakukan perhitungan Neraca Massa pada setiap unit dimana dimulai dari alat Granulator dan diakhiri dengan alat Coater. Alat pertama adalah Granulator. Campuran bahan baku yang telah homogen akan digranulasi di Granulator. Pada proses granulasi, perlu ditambahkan steam dan slurry untuk membantu terbentuknya granul. Slurry didapatkan dari proses dedusting dan scrubbing debu menggunakan air. Waktu tinggal di dalam granulator kira-kira 5 menit. Didalam granulator, campuran bahan baku akan diputar dengan kecepatan 10 rpm dengan suhu granulator  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  dan tekanan atmosferik. Penambahan slurry dan steam dilakukan secara manual hingga terbentuk granula yang diinginkan.

Dalam proses terjadinya granulasi terdapat proses aglomerasi/akresi. Aglomerasi merupakan proses menyatunya inti granul menjadi granula yang lebih besar dengan bantuan binder. Dalam proses pembuatan NPK granulasi ini, clay berfungsi sebagai binder. Akresi merupakan proses terbentuknya granul secara bertahap dengan terbentuknya layer pada inti granul.



**Tabel II.11 Neraca Massa Granulator**

Kapasitas Bahan Baku masuk = 20000 kg/jam

Umpan	Input	Produk	Output
Total Bahan Baku :		Produk Granul NPK II	19999.7909
Urea	5999.93727		
DAP	4347.78063		
ZA	1813.645634		
KCl	4999.947725		
H <sub>2</sub> O	299.9968635		
Clay	2538.5		
Recycle	39999.5818		39999.5818
Total	59999.3727	Total	59999.3727

Alat yang kedua adalah Dryer. Proses pengeringan dilakukan setelah bahan baku berubah bentuk dari butiran menjadi granul. Dalam proses pengeringan aliran yang digunakan adalah aliran co-current sehingga kandungan air didalam produk dapat diturunkan. Efek dari pengeringan ini adalah produk menjadi panas sehingga perlu didinginkan diproses selanjutnya. Granula yang terbentuk kemudian akan di transportasikan dengan menggunakan belt conveyor menuju rotary dryer. Di dalam rotary dryer , granula akan dikeringkan menggunakan udara panas yang dihasilkan dari furnace. Udara didapatkan dari udara lingkungan menggunakan blower. Udara dari lingkungan akan dibawa menuju ruang untuk dipanaskan menggunakan api hasil dari furnace. Bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran adalah Natural Gas atau solar. Proses pembakaran terjadi di dalam ruangan. Temperatur udara panas dari furnace batu bara sebesar 500°C kemudian udara diserap oleh blower sehingga inlet dryer dari blower tersebut berkisar antara 15- C \_200 C tergantung dari formula NPK granul yang akan dikeringkan. Kadar air yang keluar dari granul maksimal 1,5% dan temperature gas panas outlet dryer dijaga sekitar 57 °C – 65°C. Gas panas dari dalam dryer dibawa ke scrubbing unit untuk dipisahkan dari debu. Debu dari dryer akan dikembalikan ke belt conveyor bahan baku campuran untuk digunakan lagi sebagai bahan baku.



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

**Tabel II.12 Neraca Massa Dryer**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul NPK II	59999.3727	Produk Granul NPK II	59399.37897
Massa H <sub>2</sub> O Granul	2999.968635	Massa H <sub>2</sub> O Granul	1199.987454
H <sub>2</sub> O Dalam Udara	26973.65618	H <sub>2</sub> O Dalam Udara	28773.63737
		Debu	599.993727
Total	89972.99752	Total	89972.99752

Alat yang ketiga adalah Cooling. Proses pendinginan diawali dengan mengalirkan NPK granul kering yang keluar dari dryer menuju cooler menggunakan product dryer conveyor untuk didinginkan. Material dibawa oleh shovel untuk ditaburkan didalam shell sehingga membentuk tirai. Udara ambient dilewatkan shell oleh hisapan blower dengan aliran counter current sehingga temperatur produk dapat turun mendekati temperatur ambient. Efek dari pendinginan ini adalah produk yang semula panas dengan sedikit kandungan air dan temperatur tinggi menjadi dingin dan kandungan air lebih rendah kurang dari 2%. Debu yang terbawa di dalam udara pendingin dari dedusting system akan dipisahkan dan dikembalikan ke raw material conveyor guna mengoptimisasi produk yang didapatkan. Salah satu tujuan proses cooling yaitu untuk mendinginkan produk, sehingga jika terjadi melting pada urea, urea akan segera membeku dan produk menjadi kering. Hal tersebut dapat mengurangi terjadinya penempelan material padat atau scaling pada peralatan selanjutnya.

**Tabel II.13 Neraca Massa Cooler**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul	19999.7909	Total Produk NPK II	59799.37479
Recycle	39999.58	Debu	199.997909
Total	59999.3727	Total	59999.3727



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

Alat Keempat adalah Screen. Produk NPK yang telah berbentuk granul dan telah melalui proses pendinginan, akan dibawa oleh product cooler conveyor dan product cooler bucket elevator menuju over vibrating screen untuk dilakukan pengayakan. Untuk ukuran granul yang melebihi ukuran partikel yang diperbolehkan ((-4 mesh) – (+10 mesh)), akan dimasukkan ke dalam oversize conveyor untuk dihaluskan dalam crusher dan hasilnya masuk ke raw material untuk digranulasi kembali. Sedangkan untuk ukuran granul yang kurang dari ukuran partikel yang diperbolehkan akan dimasukkan ke dalam undersize vibrating screen untuk dipisahkan menjadi produk onsize dan undersize. Dalam hal ini, produk onsize akan dimasukkan ke recycle regulator bin, sedangkan undersize masuk ke raw material conveyor untuk dilakukan proses granulasi kembali. Produk on size dalam recycle bin dikirim menuju Coater. Produk yang masuk Coater dilapisi dengan coating coil maupun coating water yang berupa pigmen. Produk NPK granul onsize yang telah dilapisi oleh coating coil akan langsung dialirkan menuju unit bagging atau pengepakan.

**Tabel II.14 Neraca Massa Screen**

Umpan	Input	Produk	Output
Massa Granul NPK II	19999.7909	Total Massa:	
Massa recycle	39999.5818	Massa Undersize	2999.968635
		Massa Oversize	2999.968635
		Massa Onsize	53999.43543
Total	59999.3727	Total	59999.3727

Alat terakhir adalah coater. Pelapisan diperlukan terutama pada formulasi yang menggunakan urea. Hal tersebut dikarenakan sifat higroskopis bahan baku yang dapat mempercepat proses caking, terutama jika terdapat variasi temperatur udara dan kadar air. Proses caking merupakan fenomena yang terjadi ketika pupuk dengan karakteristik higroskopis telah menyerap uap air dan menghasilkan pupuk yang



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

memadat hingga seperti bongkahan batu. Tujuan adanya coating pada permukaan granul adalah untuk meminimalisir kandungan uap air yang tidak terserap optimal, sehingga pupuk NPK tetap kering untuk sementara waktu bila berada di udara terbuka. Coating agent terbuat dari silica powder atau dolomit dan coating oil, sesuai dengan produk yang diinginkan. Coating oil diumpankan ke dalam coater drum menggunakan pump. Padatan akan diumpankan ke dalam coater melalui screw feeder. Coating oil disimpan di dalam tangki coating oil, diisikan langsung dari truk atau barrel dengan pompa portabel. Coating powder dan pigment dicampur dengan rasio 1:3 atau 1:4, kemudian diumpankan ke coater melalui screw feeder. Untuk menambah sifat anti-caking, salah satu coating agent akan ditambahkan dengan senyawa teraminasi sehingga dapat memberikan daya tahan ekstra terhadap penyerapan air. Produk keluaran coater akan dialirkan ke final belt conveyer menuju ke dalam gudang penyimpanan akhir. Penambahan coating agent bertujuan untuk menaikkan nilai CRH (kelembapan relatif kritis) produk agar sama dengan CRH lingkungan, sehingga produk akan memiliki sifat higroskopis yang rendah.

**Tabel II.15 Neraca Massa Coater**

Umpan	Input	Produk	Output
Pigmen	0.04	Total Produk	19800.21119
Coating Oil	0.0891		
Dolomit	0.08		
Granul NPK II	19999.7909		
		Debu	199.997909
Total	20000.0	Total	20000.2091

Sehingga berdasarkan perhitungan diperoleh jumlah neraca massa peralatan utama di Pabrik NPK II Kompartemen Produksi II B PT. Petrokimia Gresik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
PERIODE SEPTEMBER 2021

**Tabel II.16 Neraca Massa Total Pabrik NPK II Kompartemen Produksi II B  
PT. Petrokimia Gresik**

Input		Output	
Bahan Baku Masuk :		Total produk	19800,2112
Urea	5999.93727		
DAP	4347.78063		
ZA	1813.645634		
KCl	4999.947725		
H <sub>2</sub> O	299.9968635		
Clay	2538.5		
Bahan Baku Penolong :			
Pigmen	0,04		
Coating Oil	0,0891		
Dolomit	0,08		
		Total Debu	199,997909
Total	20000,2091	Total	20000,2091