

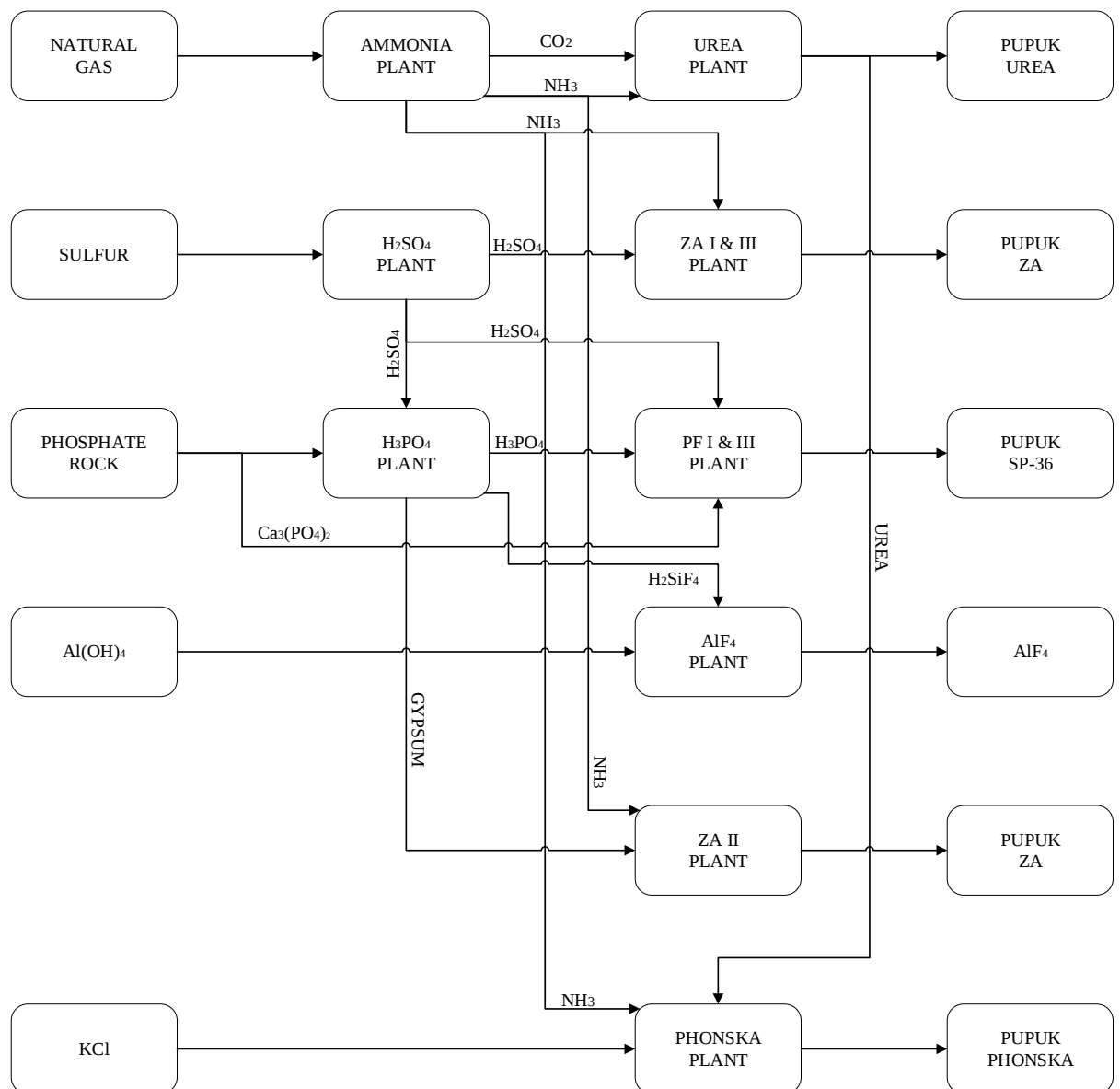
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Unit Produksi

PT. Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terlengkap di Indonesia yang mampu menghasilkan produk pupuk dan prosuk non pupuk serta bahan kimia lainnya. Secara umum, PT. Petrokimia Gresik dibagi menjadi 3 unit produksi, yaitu unit produksi I A dan I B, unit produksi II A dan II B serta unit produksi III A dan III B.



Gambar II.1 Alur Proses Produksi PT. Petrokimia Gresik



II.1.1.1 Unit Produksi I

Unit produksi I merupakan unit yang menghasilkan pupuk berbasis Nitrogen dan produk samping sebagai bahan baku untuk produk lain.

1. Pabrik Amonia

Tahun berdiri 1994

Kapasitas produksi : 445.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas alam dan nitrogen yang diambil dari udara

2. Pabrik Urea

Tahun berdiri 1994

Kapasitas produksi : 460.000 ton/tahun

Bahan baku : Amoniak Cair dan Gas Karbondioksida

3. Pabrik ZA I

Tahun berdiri 1972

Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat

4. Pabrik ZA III

Tahun berdiri 1986

Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat

Selain menghasilkan pupuk, Unit Produksi I, juga menghasilkan produk samping non pupuk, antara lain :

1. CO₂ cair dengan kapasitas 10.000 ton/tahun
2. CO₂ padat (*Dry Ice*) dengan kapasitas 4.000 ton/tahun
3. Gas Nitrogen dengan kapasitas 500.000 ton/tahun
4. Nitrogen cair dengan kapasitas 250.000 ton/tahun
5. Gas Oksigen dengan kapasitas 600.000 ton/tahun
6. Oksigen cair dengan kapasitas 3.300 ton/tahun



II.1.1.2 Unit Produksi II (Pabrik Pupuk Fosfat)

A. Pabrik Pupuk Fosfat

1. Pabrik Pupuk Fosfat I Tahun berdiri 1979
Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun Bahan baku : *Fosfat rock*
2. Pabrik Pupuk Fosfat II Tahun berdiri 1983
Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun Bahan baku : *Fosfat rock*

B. Pabrik Phonska

1. Pabrik Pupuk PHONSKA I
Kapasitas : 450.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2000
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang, filler
2. Pabrik Pupuk PHONSKA II
Kapasitas : 600.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2005
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler
3. Pabrik Pupuk PHONSKA III
Kapasitas : 600.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2009
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler
4. Pabrik Pupuk PHONSKA IV
Kapasitas : 60.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2011
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan Filler

C. Pabrik Pupuk NPK

1. Pabrik Pupuk NPK I
Tahun operasi : 2005
Kapasitas : 70.000 ton/tahun
Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler
2. Pabrik Pupuk NPK II
Tahun operasi : 2008
Kapasitas : 100.000 ton/tahun



Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

3. Pabrik Pupuk NPK III

Tahun operasi : 2009

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

4. Pabrik Pupuk NPK IV

Tahun operasi : 2009

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

5. Pabrik Pupuk NPK Blending

Tahun operasi : 2003

Kapasitas : 60.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

D. Pabrik Pupuk K_2SO_4 atau ZK

Tahun operasi : 2005

Kapasitas : 10.000 ton/tahun

Bahan baku : H_2SO_4 dan KCl

II.1.1.3 Departemen Produksi III A

Departemen Produksi III A merupakan unit penghasil produk utama berupa Asam yang digunakan sebagai bahan baku produksi di Pabrik I dan II, sering disebut dengan istilah pabrik Asam Fosfat. Pabrik tersebut terdiri dari pabrik Asam Fosfat, pabrik Asam Sulfat dan pabrik ZA II.

1. Pabrik Asam Fosfat (H_3PO_4)

Tahun berdiri 1985

Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : *Phospate Rock*

2. Pabrik Asam Sulfat II

Tahun berdiri 1985

Kapasitas produksi : 550.000 ton/tahun

Bahan baku : Belerang, H_2O



3. Pabrik ZA II

Tahun berdiri : 1985
Kapasitas produksi : 250.000 ton/tahun
Bahan baku : Amoniak, Asam fosfat, dan CO_2

II.1.1.4 Departemen Produksi III B (*Revamping* Pabrik Asam Fosfat)

Merupakan perluasan dari Departemen Produksi IIIB yang memproduksi asam fosfat, asam sulfat dan purified gypsum.

1. Pabrik Asam Fosfat (PA Plant)

Kapasitas Produksi : 650 T/hari (100% P_2O_5)
Konfigurasi Proses : HDH (Hemi-dihydrate)

2. Pabrik Asam Sulfat (SA Plant)

Kapasitas Produksi : 1850 T/hari (100% H_2SO_4)
Konfigurasi Proses : Double Contact Double Absorber

3. Pabrik Purified Gypsum (GP Plant)

Kapasitas Produksi : 2000 T/hari
Konfigurasi Proses : Purifikasi



II.2 Uraian Tugas Khusus

II.2.1 Latar Belakang

PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu produsen pupuk di Indonesia yang merupakan anak perusahaan BUMN yaitu PT. Pupuk Indonesia. PT. Petrokimia Gresik memiliki 3 buah pabrik yaitu Produksi I, II, dan III. Pada produksi II terbagi menjadi dua, yaitu Kompartemen Produksi II-A dan Kompartemen Produksi II-B. Kompartemen Produksi II-B merupakan bagian dari kompartemen pabrik II. Produksi II-B terdiri dari unit produksi Phonska IV, NPK Granulasi II, III, dan IV dan ZK. Pupuk Phonska IV merupakan salah satu unit proses dari NPK yang mengandung unsur utama N, P, dan K sesuai dengan Standar Mutu Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan. Kapasitas produksi Phonska IV adalah 600.000 ton/tahun.

Secara garis besar proses pembuatan Phonska IV terdiri dari pengumpanan bahan baku, persiapan *slurry*, proses granulasi, pengeringan dan pengayakan, pendinginan, pelapisan (*coating*), dan penyerapan gas (*scrubing*). Proses pembuatan Pupuk Phonska juga memerlukan bahan pendukung diantaranya *coating powder*, *coating oil*, dan pigmen. Pada proses produksi pupuk Phonska IV terdapat alat utama yaitu *Pre-neutralizer* dan Granulator.

Neraca massa digunakan untuk mengetahui jumlah massa masuk dan keluar pada suatu alat yang digunakan dalam proses produksi Pupuk Phonska IV. Sedangkan Neraca energi digunakan untuk mengetahui efisiensi perpindahan panas pada suatu sistem. Neraca massa dan neraca energi pada alat utama yaitu *Pre-neutralizer* dan Granulator sangat penting dalam produksi pupuk Phonska IV karena pada alat utama ini terjadi reaksi pembentukan pupuk serta penyempurnaannya.

II.2.2 Tujuan

1. Untuk mengetahui proses produksi pupuk Phonska IV
2. Untuk mengetahui perhitungan neraca massa dan neraca energi tangki *pre-neutralizer*.

II.2.3 Manfaat

Agar dapat mengetahui perhitungan neraca massa dan neraca energi pada



tangki *pre-neutralizer* serta menjadi evaluasi untuk unit Phonska IV setelah ini.

II.2.4 Tinjaun Pustaka

II.2.4.1 Pupuk Phonska IV

Pabrik Phonska IV beroperasi sejak tahun 2011 dengan kapasitas optimasi sebesar 600.000 ton/tahun. Pupuk Phonska IV (15:15:15) merupakan salah satu produk pupuk NPK yang telah beredar di pasaran dengan kandungan Nitrogen (N) 15% , Fosfor (P_2O_5) 15%, Kalium (K_2O) sebesar 15%, Sulfur (S) 10%, dan kadar air maksimum sebesar 3%. Pupuk ini berbentuk padat, granular yang memiliki ukuran butir 70% US Mesh -4+10. Pupuk majemuk ini hampir seluruhnya larut dalam air, sehingga unsur hara yang dikandungnya dapat segera di serap dan di gunakan oleh tanaman dengan efektif (Petrokimia, 2021). Pada penelitian yang dilakukan oleh Ratna (2020), pemberian pupuk phonska pada tanaman padi berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman dan jumlahan akan padi per rumpun) dan generatif (jumlah malai dan produksi).

II.2.4.2 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 konsekuesi logis dari Hukum Kekekalan Massa yang menyebutkan bahwa di alam ini jumlah total massa adalah kekal; tidak dapat dimusnahkan ataupun diciptakan (Bucher, 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 :

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

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 :

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

Dalam perhitungan neraca bahan sesuai dengan prosesnya dibedakan menjadi

dua, yaitu :

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.2.4.3 Neraca Panas (Neraca Energi)

Neraca panas digunakan untuk mengetahui efisiensi perpindahan panas pada suatu sistem. Persamaan neraca panas atau neraca energi yaitu,
(energi masuk) – (energi keluar) + (Generasi energi) – (konsumsi energi)
= (Akumulasi energi)

(Himmelblau, 1996)

Persamaan Neraca Panas :

Heat Transfer Feed Streams :

$$Q_{feed} = n \times Cp \times \Delta T \text{ (persamaan 1)}$$

Heat Transfer Output Streams :

$$Q_{output} = n \times Cp \times \Delta T \text{ (persamaan 2)}$$

Heat Transfer to Cooling Water :

$$Q_{cw} = F_{cw} \times Cp_{cw} \times \Delta T \text{ (persamaan 3)}$$

Keterangan :

n = Kuantitas materi (kmol)

Cp = Kapasitas Energi (kJ/kmol.K)

ΔT = Perbedaan temperatur (K)

(Smith, 2001)

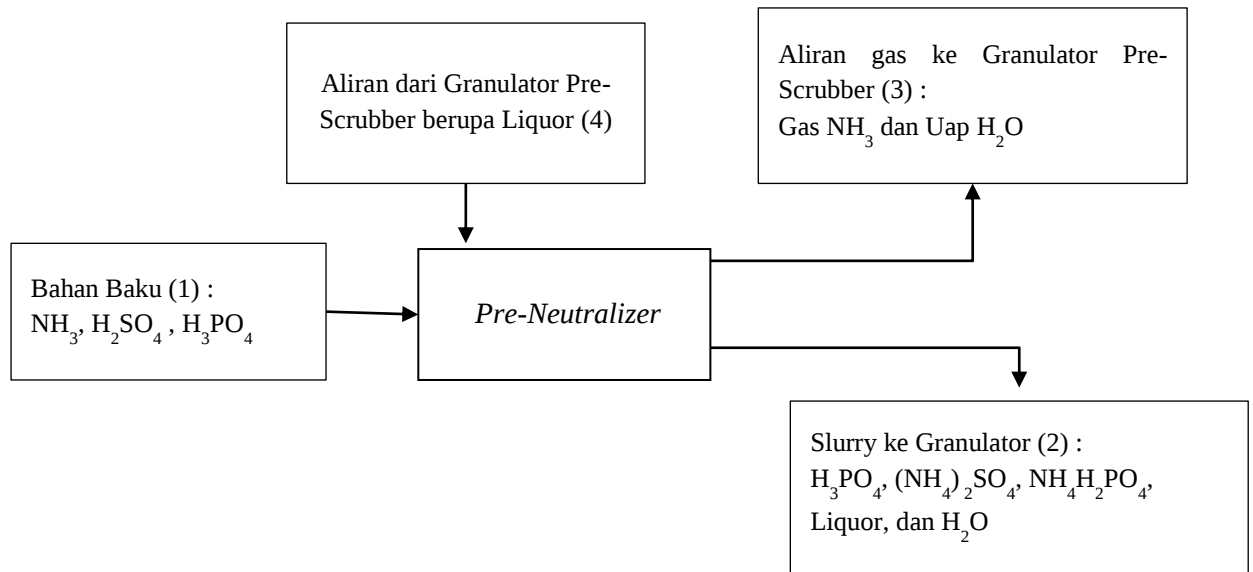
II.2.5 Pembahasan

Proses pembuatan pupuk NPK Phonska IV secara garis besar terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu persiapan bahan baku, penyiapan slurry, proses granulasi, pengeringan (drying), pengayakan (screening), pendinginan (cooling), dan pelapisan (coating). Adapun alat utama yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk phonska IV adalah *pre-neutralizer* dan granulator.

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 alat, terutama alat utama yaitu alat *pre-neutralizer tank* dan alat Granulator. Alat pertama adalah *pre-neutralizer tank*. Alat ini berfungsi sebagai tempat reaksi amonia dan asam sulfat membentuk ZA serta tempat reaksi asam fosfat dan amonia membentuk MAP. Tangki dilengkapi dengan pengaduk

(agitator) yang berfungsi mengaduk bahan-bahan baku sehingga dapat meningkatkan efisiensi reaksi. Produk dari tangki *pre-neutralizer* berupa slurry MAP dan ZA.



Gambar II.2 Diagram Neraca Massa Alat *Pre-Neutralizer Tank*



Tabel II.1 Neraca Massa *Pre-Neutralizer Tank*

Komponen	Input		Output	
	<1>	<4>	<2>	<3>
H ₃ PO ₄	6823,561	2540,392	4749,766	
H ₂ SO ₄	10933,697			
NH ₃	5364,250			770,507
H ₂ O	2909,793	49828,899	8696,201	44042,491
Sludge	193,867	185,067	761,873	
MAP		4662,703	10077,309	
ZA			14727,020	
Debu		382,940		
Total	83825,167		83825,167	

Tabel II.2 Neraca Panas *Pre-Neutralizer Tank*

Energi Masuk (kJ/jam)		Energi Keluar (kJ/jam)	
Bahan Baku dari heater <1>		Gas ke GPS <3>	
H ₂ SO ₄	= 1.008.818,573	NH ₃	= 0,007
NH ₃	= 0,049	H ₂ O	= 60.166.021,772
H ₂ O	= 2.890.917,355		60.166.021,779
Sludge	= 11.421,068	Slurry ke Granulator <2>	
H ₃ PO ₄	= 389.278,332	H ₃ PO ₄	= 371.020,616
	4.300.435,378	H ₂ O	= -39.764.549,405
Liquor Dari GPS <4>		Sludge	= 61.455,780
H ₃ PO ₄	= 144.927,199	MAP	= 1.349.220,249
Sludge	= 10.902,642	ZA	= 2.166.634,720
H ₂ O	= 49.716.316,042		-35.816.218,040
MAP	= 455.931,217	Q serap	= -268.323.578,013
Debu	= 41.145,697		
ΔH Reaksi	= -238.003.723,578		
	= 50.369.222,797		
TOTAL	= 292.673.381,752	TOTAL	= 292.673.381,752