

# PERHITUNGAN NERACA MASSA PADA *STRIPPER* (DA-101) DI PABRIK UREA DEPARTEMEN PRODUKSI I A PT PETROKIMIA GRESIK

Dhevita Tara Dwi Prastika<sup>1</sup>, Dini Qurrota' Ayuni<sup>1</sup>, Achmad Chumaidi<sup>1</sup>, Matmulyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>PT Petrokimia Gresik, Jl. Jendral Ahmad Yani, Gresik, Indonesia

dhevita.tara@gmail.com, [achmad.chumaidi@yahoo.com]

## ABSTRAK

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu perusahaan pupuk terbesar yang ada di Indonesia. PT Petrokimia Gresik mengoperasikan 23 pabrik yang terdiri dari 16 pabrik yang memproduksi pupuk serta 7 pabrik yang memproduksi produk non-pupuk. Pada proses produksi urea terdapat alat yang bernama *stripper*. *Stripper* adalah alat yang digunakan untuk memisahkan satu komponen atau lebih dari campurannya menggunakan prinsip perbedaan kelarutan. Departemen Produksi I A Urea memiliki kapasitas produksi sebesar 460.000 ton/tahun dan konsentrasi produk minimal 98,4%. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan neraca massa untuk mengevaluasi perhitungan neraca massa *stripper* pabrik urea PT Petrokimia Gresik. Perhitungan neraca massa yaitu berdasarkan banyaknya bahan yang masuk serta keluar dari sistem. Untuk menghitung neraca massa harus diketahui terlebih dahulu data bahan baku yang masuk dalam bentuk laju mol dan %mol. Hasil perhitungan neraca massa yang dilakukan pada alat *stripper* diperoleh total neraca massa *input* sama dengan total neraca massa *output* (*balance*) sebesar 232403 kg/jam.

**Kata kunci:** konversi, converter, neraca massa

## ABSTRACT

PT Petrokimia Gresik is one of the largest fertilizer companies in Indonesia. PT Petrokimia Gresik operates 23 factories consisting of 16 factories that produce fertilizers and 7 factories that produce non-fertilizer products. In the urea production process there is a tool called a *stripper*. *Stripper* is a tool used to separate one or more components of a mixture using the principle of difference in solubility. Production Department I A Urea has a production capacity of 460,000 tons/year and a minimum product concentration of 98.4%. In this study, a mass balance was calculated to evaluate the *stripper* mass balance calculation of PT Petrokimia Gresik's urea plant. The calculation of the mass balance is based on the amount of material entering and leaving the system. To calculate the mass balance, it is necessary to first know the incoming raw material data in the form of mole rate and mole %. The results of the mass balance calculations carried out on the *stripper* tool obtained that the total input mass balance equals the total output mass balance (*balance*) of 232403 kg/hour.

**Keywords:** conversion, coverter, mass balance

## 1. PENDAHULUAN

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu pabrik pupuk terbesar di Indonesia. Pada awalnya, pabrik tersebut disebut sebagai Proyek Petrokimia Surabaya. Proyek tersebut diresmikan oleh Presiden Republik Indonesia, Soeharto pada 10 Juli 1972 yang kemudian tanggal tersebut ditetapkan sebagai hari jadi PT Petrokimia Gresik. Hingga saat ini, PT

Petrokimia Gresik menempati area lebih dari 450 hektar di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. PT Petrokimia Gresik merupakan anak perusahaan PT Pupuk Indonesia yang bertransformasi menuju perusahaan Solusi Agroindustri untuk mendukung tercapainya program Ketahanan Pangan Nasional, dan kemajuan dunia pertanian [1]

PT Petrokimia Gresik mengoperasikan 23 pabrik yang terdiri dari 16 pabrik yang memproduksi pupuk serta 7 pabrik yang memproduksi produk non-pupuk. Secara umum PT Petrokimia Gresik dibagi menjadi 3 unit produksi yaitu Kompartemen Produksi I, Kompartemen Produksi II dan Kompartemen Produksi III. Kompartemen Produksi I merupakan unit yang menghasilkan pupuk berbasis Nitrogen dan produk samping sebagai bahan baku untuk produk lain. Kompartemen tersebut membawahi Departemen Produksi I yang terdiri dari pabrik Amonia, Urea, ZA I, dan ZA III [1].

Departemen Produksi I A Urea memiliki kapasitas produksi sebesar 460.000 ton/tahun. Proses produksi Urea dibagi menjadi 6 unit, yaitu Unit Sintesa, Unit Purifikasi, Unit Recovery, Unit PCT, Unit Konsentrasi dan Unit Prilling. Bahan baku pembuatan urea adalah amonia cair dan gas CO<sub>2</sub>. Amonia cair yang digunakan merupakan produk utama dari pabrik amonia di Departemen Produksi I, sedangkan gas CO<sub>2</sub> yang digunakan merupakan produk samping dari pabrik amonia. Sintesis Urea dijalankan pada reaktor, stripper dan *carbamate condenser* yang disebut sebagai "*Urea Synthesis Loop*". Proses pengolahan amonia dilakukan untuk mendapatkan karbamat yang selanjutnya karbamat didehidrasi menjadi urea.

*Stripper* adalah alat yang digunakan untuk memisahkan satu komponen atau lebih dari campurannya menggunakan prinsip perbedaan kelarutan. Solut adalah komponen yang dipisahkan dari campurannya sedangkan pelarut (*solvent* ; sebagai separating agent) adalah cairan atau gas yang melarutkan solut. Karena perbedaan kelarutan inilah, transfer massa solut dari fase satu ke fase yang lain dapat terjadi [2]. *Stripper* berfungsi untuk menghilangkan gas yang terikat dalam cairan dengan cara proses pemanasan. Larutan karbamat yang tidak terkonversi akan terurai menjadi NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> dan kemudian kedua gas tersebut dipisahkan dari larutan urea. Ekse NH<sub>3</sub> dipisahkan dari aliran dengan menggunakan tray-tray pada bagian *stripper*.

PT Petrokimia Gresik tergolong kedalam proses *recycle* total. Dimana pada proses ini seluruh amonia dan CO<sub>2</sub> yang tidak terkonversi akan dikembalikan ke reaktor, sehingga konversi amonia mampu mencapai 90%. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan neraca massa *stripper* (DA-101) untuk mengetahui banyaknya bahan-bahan yang masuk, keluar serta terakumulasi pada suatu alat pemroses. Neraca massa merupakan perincian banyaknya bahan-bahan yang masuk, keluar dan terakumulasi dalam suatu alat pemroses [3]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zahidin [4] tentang perhitungan massa *rotary klin* PT Semen Indonesia total neraca massa bagian *input* sebesar 629.040 kg dan total massa bagian *output* sebesar 629.040 kg. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perhitungan neraca massa *stripper* pabrik urea PT Petrokimia Gresik. Perhitungan neraca massa bertujuan untuk mengetahui komposisi zat yang terdapat pada aliran [5].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan metodologi penelitian sebagai berikut:

### 2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi data observasi bulanan dan data kadar dari setiap komposisi UREA dalam satu minggu terakhir (21 – 26 Januari 2021) yang diperoleh dari Pabrik Urea PT Petrokimia Gresik.

**Tabel 1.** Data observasi bulanan *stripper DA-101*

Komponen	Input		Komponen	Output	
	Massa (kg/jam)	% Massa		Massa (kg/jam)	% Massa
<b>Aliran A</b>			<b>Aliran D</b>		
Urea	59063,6529	31,11	Urea	59063,6529	46,11
NH <sub>3</sub>	70133,4918	36,93	NH <sub>3</sub>	16195,7404	13,34
CO <sub>2</sub>	24391,49078	12,84	CO <sub>2</sub>	19006,9133	15,65
H <sub>2</sub> O	38289,7140	19,12	H <sub>2</sub> O	30233,69318	24,9
Biuret	146	0,08	Biuret	245	0,2
<b>Aliran B</b>					
CO <sub>2</sub>	40379	100			

Sumber: PT Petrokimia Gresik [6]

**Tabel 2.** Data berat molekul bahan masuk dan keluar *stripper DA-101*

Komponen	BM (kg/kmol)
NH <sub>3</sub>	17
CO <sub>2</sub>	44
H <sub>2</sub> O	18
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	96

## 2.2. Metode Perhitungan

Dasar perhitungan neraca massa yaitu berdasarkan banyaknya bahan yang masuk ke dalam sistem dan yang keluar dari sistem. Persamaannya dapat dilihat pada persamaan no (1):

$$\text{Massa akumulasi} = \text{Massa masuk sistem} - \text{Massa keluar sistem} \quad (1)$$

Rumus diatas berlaku jika dalam proses tidak terdapat reaksi. Pada saat yang sama, jika reaksi terjadi dalam suatu proses, rumus untuk menghitung neraca energi dapat dilihat pada penjelasan persamaan no (2) :

$$\text{Massa akumulasi} = \text{Massa masuk sistem} - \text{Massa keluar sistem} + \text{Generasi didalam sistem} - \text{Konsumsi didalam sistem} \quad (2)$$

Untuk menghitung neraca massa harus diketahui terlebih dahulu data bahan baku yang masuk. Data bahan baku yang masuk diketahui laju mol dan %mol. Selanjutnya dilanjutkan dengan membuat diagram alir proses yang dilengkapi dengan data kuantitatif dan data kualitatif yang tersedia serta kondisi arus masuk dan keluar sistem. Yang ketiga menentukan basis perhitungan dengan memilih salah satu laju alir proses. Konversikan laju alir volumetrik menjadi laju alir massa atau molar. Jika terdapat proses kimia (reaksi),

perhitungan menggunakan satuan molar, sedangkan proses fisis dapat menggunakan satuan massa.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses produksi pupuk urea di PT Petrokimia Gresik terdapat alat yang disebut *Stripper*, alat ini digunakan untuk memisahkan amonia dan gas CO<sub>2</sub> yang terkandung di dalam larutan urea dan menguraikan larutan karbamat dengan cara proses pemanasan dengan menggunakan *tray-tray* pada bagian *stripper*.

**Tabel 3.** Neraca massa *stripper* DA-101

<i>Input</i>		<i>Output</i>	
Komponen	Massa (kg/jam)	Komponen	Massa (kg/jam)
<b>Aliran A</b>		<b>Aliran C</b>	
Urea	59063,6529	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	34890,6669
NH <sub>3</sub>	70133,4918	NH <sub>3</sub>	6001,5098
CO <sub>2</sub>	24391,49078	CO <sub>2</sub>	57673,5010
H <sub>2</sub> O	38289,7140	H <sub>2</sub> O	9092,6691
Biuret	146		
<b>Aliran B</b>		<b>Aliran D</b>	
CO <sub>2</sub>	40379	Urea	59063,6529
		NH <sub>3</sub>	16195,7404
		CO <sub>2</sub>	19006,9133
		H <sub>2</sub> O	30233,69318
		Biuret	245
Jumlah	232403	Jumlah	232403

Proses produksi Urea pada Pabrik I A menggunakan perhitungan neraca massa yang mana dilakukan dengan basis satu jam operasi. Pada proses produksi, *stripper* digunakan sebagai alat untuk memisahkan amonia dan gas CO<sub>2</sub> yang terkandung di dalam larutan urea dan menguraikan larutan karbamat menggunakan pemanasan. Sedangkan eksek NH<sub>3</sub> dipisahkan dari aliran dengan menggunakan *tray-tray* pada bagian bawah *stripper*. Reaksi penguraian yang terjadi :



Kalor yang digunakan untuk reaksi penguraian diperoleh dari steam yang dialirkan pada *falling type heater*. Proses dekomposisi berlangsung dengan adanya pemanasan dengan steam jenuh bertekanan 18 kg/cm<sup>2</sup>. Karbon dioksida diumpankan dari bagian bawah *stripper* untuk membantu proses *stripping*. Gas-gas yang terdekomposisi dan teruapkan akan berkontak dengan larutan dari reaktor secara *counter current* di dalam *tube-tube stripper*. Dalam penggunaan *stripper* terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaannya, yaitu temperatur, level, aliran CO<sub>2</sub>, serta tekanan steam.

Diketahui pada *stripper* terdapat 4 aliran, yaitu 2 aliran masuk serta 2 aliran keluar. Pada aliran masuk pertama diketahui dengan jumlah komponen berupa larutan urea

sebanyak 59063,6592 kg, larutan amonia sebanyak 70133,4918 kg, gas CO<sub>2</sub> sebanyak 24391,49078 kg, H<sub>2</sub>O sebanyak 38289,7140 kg serta biuret sebanyak 146 kg. Untuk menguraikan karbamat ditambahkan aliran CO<sub>2</sub> sebesar 40379 kg. Sehingga menghasilkan jumlah total *input* pada *stripper* sebesar 232403 kg.

Pada aliran *output* terdapat 2 aliran yaitu aliran atas menuju *Carbamate Condensor* yang di *recycle* kembali pada Unit Sintesa serta aliran bawah menuju *HP Decomposer* yang akan diolah pada Unit Purifikasi. Pada *output* atas didapatkan dengan jumlah komponen berupa (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebanyak 34890,6669 kg, NH<sub>3</sub> sebanyak 6001,5098 kg, gas CO<sub>2</sub> sebanyak 57673,5010, serta H<sub>2</sub>O sebanyak 9092,6691 kg. Sedangkan pada *output* bawah diketahui dengan jumlah komponen berupa larutan urea sebanyak 59063,6592 kg, larutan amonia sebanyak 16195,7404 kg, gas CO<sub>2</sub> sebanyak 19006,9133 kg, H<sub>2</sub>O sebanyak 30233,69318 kg serta biuret sebanyak 245 kg diperoleh perhitungan neraca massa *balance* dengan jumlah *output* sebesar 232403 kg. Gas-gas dari *stripper* akan dikondensasi di *Carbamate Condensor* dengan dilarutkan kedalam larutan karbamat encer dari Unit Recovery. Sedangkan produk bawah dari *stripper* akan dialirkan menuju *HP Decomposer* di Unit Purifikasi untuk memisahkan amonium karbamat yang tidak terkonversi di Unit Sintesa.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan neraca massa yang dilakukan berdasarkan hukum kekekalan massa yaitu massa yang masuk sistem sama dengan massa yang keluar sistem pada alat *stripper* diperoleh total massa *input* sama dengan neraca massa *output (balance)* sebesar 232403 kg/jam. Pada hasil perhitungan dapat diketahui bahwa tidak ada massa yang hilang pada sistem.

#### REFERENSI

- [1] Maghfiroh, N., 2018, *Dampak Industri PT Petrokimia Gresik terhadap Kehidupan Sosiokultural Masyarakat Sekitar Tahun 1980-2000*, Jurnal Avatara, Vol. 6, No. 1, 102–113.
- [2] Ludwig, E.E., 2016, *Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants, Third Edition*, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Boston.
- [3] Paranita, D., Jenny, Purba, D.C.S. dan Rangkuti, M.R., 2019, *Perhitungan Neraca Massa Pada Proses Pengambilan Minyak Pada Unit Decanter Di PT. Perusahaan Perkebunan & Dagang Indah Pontjan Perbaungan*, Jurnal Ready Star, Vol. 2, No. 1, 16–24.
- [4] Zahidin, A. dan Rubianto, L., 2020, *Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Efisiensi pada Rotary Kiln Unit Kerja Rkc 3 Pt Semen Indonesia (Persero) Tbk*, Jurnal Distilat Teknologi Separasi, Vol. 6, No. 9, 309–315.
- [5] Alexander, M., 2018, *Neraca Masa dan Neraca Energi Pengelolaan Sampah Terpadu–Penujah Kabupaten Tegal*, Jurnal Teknobiz, Vol. 8, No. 3, 129–138.
- [6] Departemen I A., 2021, *Operation Instruction*, Gresik: PT. Petrokimia Gresik.