

# PERHITUNGAN NERACA MASSA *CONVERTER* (30-R-1201) PADA UNIT ASAM SULFAT PABRIK III B PT PETROKIMIA GRESIK

Aulia Sari Az Zahra<sup>1</sup>, Mia Narulita<sup>1</sup>, Mufid<sup>1</sup>, Alex Zainul Fanani<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 A. Yani, Gresik, Indonesia

[auliasariazzahra@gmail.com](mailto:auliasariazzahra@gmail.com), [[mufid@polinema.ac.id](mailto:mufid@polinema.ac.id)]

## ABSTRAK

PT Petrokimia Gresik merupakan perusahaan penghasil pupuk terlengkap di Indonesia. Total produksi pupuk bahkan mencapai 8,9 ton/hari dimana produk pupuk sebesar 5 juta ton/tahun, dan produk non pupuk sebanyak 3,9 juta ton/tahun. Asam sulfat adalah salah satu produk non pupuk dari PT Petrokimia Gresik yang menggunakan bahan baku utamanya berupa sulfur padat yang dicairkan. Produk asam sulfat di produksi sebanyak 600.000 ton/tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung neraca massa *converter* proses produksi unit asam sulfat pabrik III B. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat diagram alir proses, menandai variabel aliran, menentukan basis perhitungan, mengonversikan laju alir, menyusun neraca dan menyelesaikan neraca massa. Pada proses produksi asam sulfat terdapat alat yang bernama *converter*. *Converter* adalah alat yang berfungsi sebagai tempat konversi gas  $SO_2$  menjadi  $SO_3$ . Pada *converter* terdapat empat bed dimana alat ini menggunakan proses *double contact*. Hasil perhitungan neraca massa didapatkan pada bed 1-3 didapatkan neraca massa *input = output (balance)* sebesar 237703,600 kg/h, dan pada bed empat juga didapatkan neraca massa *input = output (balance)* sebesar 174808,133 kg/h.

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

## ABSTRACT

PT Petrokimia Gresik is a company producing a complete fertilizer in Indonesia. Total fertilizer production even reach 8.9 tons/day where the product of the fertilizer by 5 million tons/year, and non-fertilizer products as much as 3.9 million tons/year. Sulfuric acid is one of the non-fertilizer products of PT Petrokimia Gresik using the main raw material in the form of sulfur solid thawed. The products of sulfuric acid in the production of as much as 600,000 tons/year. The purpose of this study is to calculate the mass balance *converter* the process of production of a unit of sulfuric acid plant III B. The method used in this research is to create a process flow diagram, mark the variable flow, determine the base calculation, convert the flow rate, prepare the balance sheet and complete the mass balance. In the process of production of sulfuric acid, there is tool named *converter*. *Converter* is a tool that serves as a place to gas conversion of  $SO_2$  into  $SO_3$ . On the *converter*, there are four bed where this tool uses a process of *double contact*. The results of the calculation of the mass balance obtained in the bed of 1-3 achieved mass balance *input = output (balance)* of 237703,600 kg/h, and on the bed four also achieved mass balance *input = output (balance)* of 174808,133 kg/h.

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

## 1. PENDAHULUAN

PT Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terlengkap di Indonesia, dahulu bernama proyek Petrokimia Surabaya yang menandatangani kontrak pembangunannya pada

tanggal 10 Agustus 1964. Proyek ini dibuka oleh Presiden Republik Indonesia yaitu HM. Soeharto pada tanggal 10 Juli 1972 dan berubah menjadi perum Petro Kimia Gresik. Kemudian tanggal 10 Juli 1975 ditetapkan sebagai hari jadi PT Petrokimia Gresik hingga sekarang. Selain memproduksi pupuk, PT Petrokimia Gresik juga memproduksi bahan kimia.

PT Petrokimia Gresik saat ini menempati lebih dari 450 hektar di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Total produksi mencapai 8,9 juta ton/tahun, dimana produk pupuk sebesar 5 juta ton/tahun, dan produk non pupuk sebanyak 3,9 juta ton/tahun. Anak Perusahaan PT Pupuk Indonesia ini bertransformasi menuju perusahaan Solusi Agroindustri untuk mendukung terwujudnya rencana ketahanan pangan nasional dan kemajuan dunia pertanian. Bidang usaha Petrokimia Gresik adalah produksi dan pemasaran serta bahan kimia lainnya dan memiliki pabrik urea, amoniak, ZA, SP-36, ZK, dan NPK, yang berada di Kabupaten Gresik, propinsi Jawa Timur.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui cara menghitung neraca massa converter proses produksi unit asam sulfat pabrik III B. Proses yang terjadi pada produksi asam sulfat pabrik III B terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu *sulphur handling, SO<sub>2</sub> generation, SO<sub>2</sub> conversion, drying air and SO<sub>3</sub> absorption dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> storage and distribution*. Produk asam sulfat di produksi sebanyak 600.000 ton/tahun. Terdapat alat yang disebut sebagai *converter* berfungsi sebagai terjadinya konversi gas SO<sub>2</sub> menjadi SO<sub>3</sub>. Pada *converter* ini terbagi menjadi empat bed, kontak pertama dilakukan bed 1-3, sedangkan kontak kedua dilakukan pada bed 4. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan neraca massa pada *converter* tersebut untuk mengetahui banyaknya bahan-bahan yang masuk, keluar dan terakumulasi pada suatu alat pemroses [1]. Perhitungan neraca massa ini dilakukan berdasarkan hukum kekekalan massa yaitu massa yang masuk pada sistem sama dengan massa yang keluar pada sistem [2].

Penelitian serupa dilakukan oleh A. Zaidin, 2020 dan Siti I.M., 2021 [3] mengenai perhitungan neraca massa. Keterbaruan pada penelitian ini adalah perhitungan neraca massa dilakukan pada alat *converter* pada unit asam sulfat pabrik III B PT Petrokimia Gresik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara menghitung neraca massa *converter* proses produksi unit asam sulfat pabrik III B. Converter yang dimiliki PT Petrokimia Gresik ini sudah beroperasi cukup lama sehingga dapat menyebabkan ketidakseimbangan massa dalam sebuah sistem. Penurunan keseimbangan dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan sehingga pada penelitian ini dilakukan perhitungan NM pada alat *converter*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Model Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengambilan data dengan eksperimen dan pengamatan secara langsung (observasi).

### 2.2. Data Bahan Baku Converter

Berikut adalah data bahan baku masuk yang diperoleh dari industri :

**Tabel 1.** Data bahan baku masuk

Komponen	Laju Mol (kmol/h)	% Mol
SO <sub>2</sub>	769,870	10,46%
O <sub>2</sub>	747,330	10,15%
SO <sub>3</sub>	17,560	0,24%
N <sub>2</sub>	5825,220	79,15%
Jumlah	7360,080	100%

Sumber: PT Petrokimia Gresik

Berikut adalah data mol masuk dan keluar *converter* dan *heat exchanger* yang diperoleh dari industri :

**Tabel 2.** Data mol masuk dan keluar *converter* dan *heat exchanger*

Komponen	BM (Kg/Kmol)
SO <sub>2</sub>	64
SO <sub>3</sub>	80
O <sub>2</sub>	32
N <sub>2</sub>	28

### 2.3. Metode Perhitungan

Dasar perhitungan neraca massa yaitu berdasarkan banyaknya bahan yang masuk ke dalam sistem dan yang keluar ke dalam sistem [4]. Persamaanya sebagai berikut [5] :

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

Rumus diatas berlaku jika dalam proses tidak terdapat reaksi. Pada saat yang sama, jika reaksi terjadi dalam suatu proses, rumus untuk menghitung neraca energi adalah sebagai berikut :

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

Untuk menghitung neraca massa tentunya harus diketahui terlebih 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-data kuantitatif dan 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 atau molar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses produksi asam sulfat di PT Petrokimia Gresik terdapat alat yang disebut *Converter*, alat ini digunakan untuk mengontakkan gas SO<sub>2</sub> dengan *dry air* dibantu oleh katalis *Vanadium Pentosida* yang akan menghasilkan gas SO<sub>3</sub>. Pada *converter* terdapat empat

*bed* dimana alat ini menggunakan proses *double contact*. Kontak pertama terjadi pada 3 *bed* terbawah dan kontak kedua terjadi pada *bed* yang paling atas. Suhu optimum yang digunakan sekitar 400°C-500°C pada masing-masing *bed*.

**Tabel 3.** Neraca massa *converter bed I*

Input		Output	
Komponen	Massa (kg/h)	Komponen	Massa(kg/h)
SO <sub>2</sub>	49278,080	SO <sub>2</sub>	16853,103
O <sub>2</sub>	23914,560	O <sub>2</sub>	15808,316
SO <sub>3</sub>	1404,800	SO <sub>3</sub>	41936,021
N <sub>2</sub>	163106,160	N <sub>2</sub>	163106,160
Jumlah	237703,600	Jumlah	237703,600

**Tabel 4.** Neraca massa *converter bed II*

Input		Output	
Komponen	Massa (kg/h)	Komponen	Massa(kg/h)
SO <sub>2</sub>	16853,103	SO <sub>2</sub>	1820,135
O <sub>2</sub>	15808,316	O <sub>2</sub>	12050,074
SO <sub>3</sub>	41936,021	SO <sub>3</sub>	60727,231
N <sub>2</sub>	163106,160	N <sub>2</sub>	163106,160
Jumlah	237703,600	Jumlah	237703,600

**Tabel 5.** Neraca massa *converter bed III*

Input		Output	
Komponen	Massa (kg/h)	Komponen	Massa(kg/h)
SO <sub>2</sub>	1820,135	SO <sub>2</sub>	85,546
O <sub>2</sub>	12050,074	O <sub>2</sub>	11616,427
SO <sub>3</sub>	60727,231	SO <sub>3</sub>	62895,467
N <sub>2</sub>	163106,160	N <sub>2</sub>	163106,160
Jumlah	237703,600	Jumlah	237703,600

**Tabel 6.** Neraca massa *converter bed IV*

Input		Output	
Komponen	Massa (kg/h)	Komponen	Massa(kg/h)
SO <sub>2</sub>	85,546	SO <sub>2</sub>	0,094
O <sub>2</sub>	11616,427	O <sub>2</sub>	11595,064
SO <sub>3</sub>	0	SO <sub>3</sub>	106,815
N <sub>2</sub>	163106,160	N <sub>2</sub>	163106,160
Jumlah	174808,133	Jumlah	174808,133

Proses produksi Asam Sulfat pada Pabrik III B menggunakan perhitungan neraca massa yang mana dilakukan dengan basis satu jam operasi. Pada proses produksi, *converter* digunakan sebagai alat untuk mengonversi SO<sub>2</sub> menjadi SO<sub>3</sub> dengan mereaksikan SO<sub>2</sub> dengan O<sub>2</sub>. Diketahui dengan jumlah komponen berupa gas SO<sub>2</sub> sebanyak 49278,080 kg dan juga *dry air* yang terdiri dari O<sub>2</sub> sebanyak 23914,560 kg dan N<sub>2</sub> sebanyak 163106,160 kg menghasilkan jumlah total *input* pada *converter* sebesar 237706,600kg. Pada proses

sebelumnya pada *input* juga terdapat gas  $SO_3$  yang jumlahnya cenderung kecil yaitu sebanyak 1404,800 kg. Kemudian pada suhu  $420^\circ C$  bahan – bahan tersebut dimasukkan ke *Bed I* dan direaksikan dengan bantuan katalis  $V_2O_5$  (*Vanadium Pentoxide*). Kenaikan suhu dari *output* yang menjadi  $614^\circ C$  terjadi dikarenakan Reaksi yang terjadi pada proses ini berlangsung secara eksotermis. Akan tetapi reaksi yang terjadi pada *Bed I* masih menghasilkan sisa dari gas  $SO_2$  maupun *dry air* yang menyebabkan *Bed I* memiliki konversi sebesar 65,8%. Sehingga dapat ditentukan bahwa gas  $SO_2$  sebesar 16853,103 kg kemudian gas  $O_2$  sebesar 15808,316 kg dan gas  $SO_3$  yang dihasilkan sebesar 41936,021 kg adalah *output* dari *Bed I*, sedangkan gas  $N_2$  jumlahnya tetap karena tidak ikut bereaksi.

Bahan masuk pada *Bed II* dengan suhu  $440^\circ C$  yang mana konversi reaksi pada *Bed II* diketahui sebesar 23,4% dengan *input* sebesar 237703,600 kg. Reaksi yang terjadi pada *Bed II* masih sama yaitu gas  $SO_2$  direaksikan dengan  $\frac{1}{2} O_2$  dan menghasilkan  $SO_3$ . *Output* dari *Bed II* dengan suhu sebesar  $509^\circ C$  diperoleh perhitungan neraca massa *balance* dan jumlah *output* sebesar 237703,600 kg.

Bahan masuk pada *Bed III* dengan suhu  $440^\circ C$  yang mana konversi reaksi pada *Bed III* diketahui sebesar 6,1% dengan *input* sebesar 237703,600 kg. Reaksi yang terjadi pada *Bed III* masih sama yaitu gas  $SO_2$  direaksikan dengan  $\frac{1}{2} O_2$  dan menghasilkan  $SO_3$ . *Output* dari *Bed III* dengan suhu sebesar  $459^\circ C$  diperoleh perhitungan neraca massa *balance* dan jumlah *output* sebesar 237703,600 kg.

Bahan masuk pada *Bed IV* dengan suhu  $410^\circ C$  yang mana konversi reaksi pada *Bed IV* diketahui sebesar 4,59% dengan *input* sebesar 174808,133 kg yang berasal dari kolom absorber yaitu berupa gas  $SO_2$  sisa yang belum bereaksi kemudian akan direaksikan kembali dengan  $O_2$  sehingga menghasilkan gas  $SO_3$ . *Output* dari *Bed IV* dengan suhu sebesar  $410^\circ C$  diperoleh perhitungan neraca massa *balance* dan jumlah *output* sebesar 174808,133 kg.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Produk asam sulfat diproduksi pada departemen produksi IIIB 600.000 ton/tahun. Tahapan proses terjadi pada produksi asam sulfat pabrik III B terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu *sulphur handling*, *SO<sub>2</sub> generation*, *SO<sub>2</sub> convertion*, *drying air and SO<sub>3</sub> absorption* dan *H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> storage and distribution*. Hasil perhitungan neraca massa pada penelitian ini yang dilakukan pada alat *converter* pada *bed* 1-3 didapatkan neraca massa *input = output (balance)* sebesar 237703,600 kg/h, dan pada *bed* empat juga didapatkan neraca massa *input = output (balance)* sebesar 174808,133 kg/h. Dari hasil penelitian ini diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mengambil data secara langsung, pengecekan dan perawatan alat harus dilakukan secara berkala sehingga alat bisa bekerja dengan baik.

#### REFERENSI

- [1] D. Paranita, Jenny, D. C. S. Purba, and M. R. Rangkuti, 2019, *Perhitungan Neraca Massa Pada Proses Pengambilan Minyak Pada Unit Decanter Di PT Perusahaan Perkebunan & Dagang Indah Pontjan Perbaungan*, Ready Star, vol. 2, no. 1, pp. 16–24.
- [2] A. Zahidin and L. Rubianto, 2020, *Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas Dan Efisiensi Pada Rotary Kiln Unit Kerja Rkc 3 Pt Semen Indonesia (Persero) Tbk.*, Distilat J. Teknol. Separasi, vol. 6, no. 2, pp. 309–315, doi: 10.33795/distilat.v6i2.114.

- [3] S. I. Munawaroh, N. Azizah, Mufid, and M. Subur, 2021, *Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Energi Evaporator pada Unit Kilang PPSDM Migas Cepu*, Distilat J. Teknol. Separasi, vol. 7, no. 1, pp. 13–19, doi: 10.33795/distilat.v7i1.173.
- [4] M. Alexander, 2018, *Neraca Masa Dan Neraca Energi Pengelolaan Sampah Terpadu – Penujah Kabupaten Tegal*, Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin, vol. 8, no. 3, pp. 129–138, doi: 10.35814/teknobiz.v8i3.894.
- [5] D. M. Himmelblau and J. B. Riggs, 2012, *Basic principles and calculations in chemical engineering* / David M. Himmelblau, James B. Riggs. [Online]. Available: [http://cataleg.uab.cat/record=b1878214~S1\\*cat](http://cataleg.uab.cat/record=b1878214~S1*cat).