AGITASI

AGITASI: JURNAL TEKNIK KIMIA
Vol.1 No.2 (2025)

# ANALISIS PERHITUNGAN NERACA MASSA GAS PADA ALAT *SCRUBBER* DI PT. X

**Hajirum Tuheteru[1*], Meliyanus Korue[2], Nita Indriyani[3]**
[1,2,3]Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong, Indonesia

**Corresponding Author: rumtuheteru77@gmail.com*

**ABSTRAK**

Unit scrubber merupakan peralatan penting dalam sistem pengolahan gas alam yang berfungsi memisahkan gas dari cairan dan pengotor sebelum didistribusikan. Penelitian ini bertujuan menganalisis neraca massa total dan neraca massa komponen gas pada unit scrubber di PT. X. Perhitungan neraca massa dilakukan dengan basis operasi satu jam menggunakan data laju alir dan komposisi gas hasil analisis kromatografi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa neraca massa total berada dalam kondisi relatif seimbang, yang mengindikasikan unit scrubber beroperasi pada kondisi tunak. Namun, ditemukan ketidaksesuaian kecil pada neraca massa komponen minor yang diduga disebabkan oleh variasi kondisi operasi, perbedaan waktu pengambilan sampel, serta ketidakpastian pengukuran. Oleh karena itu, diperlukan ketelitian dan standarisasi prosedur analisis data operasi

**Kata kunci**: neraca massa, gas alam, scrubber, pengolahan gas.

***ABSTRACT***

*The scrubber unit is an essential component in natural gas processing systems, functioning to separate gas from liquids and impurities prior to distribution. This study aims to analyze the total and component mass balance of natural gas in the scrubber unit at PT. X. Mass balance calculations were performed using a one-hour operating basis and operational data including gas flow rate and composition obtained from gas chromatography analysis. The results indicate that the total mass balance is relatively well maintained, suggesting steady-state operation of the scrubber unit. However, minor discrepancies were observed in the component mass balance, particularly for minor components, which are attributed to variations in operating conditions, differences in sampling time, and measurement uncertainties. Therefore, careful data acquisition and standardized analytical procedures are required to improve the accuracy of mass balance evaluation.*

***Keywords**: mass balance, natural gas, scrubber, gas processing*



ISSN 2776-513X

## 1. Pendahuluan

Gas alam merupakan salah satu sumber energi utama yang banyak dimanfaatkan pada sektor industri dan pembangkit listrik. Pemanfaatan gas alam yang efisien dan aman memerlukan sistem pengolahan serta distribusi yang andal agar kualitas gas memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan. Gas alam yang tidak memenuhi spesifikasi dapat menyebabkan gangguan operasi, penurunan efisiensi peralatan, serta potensi risiko keselamatan. Gas alam mentah umumnya masih mengandung uap air, kondensat hidrokarbon berat, dan gas pengotor seperti karbon dioksida ($CO_2$) dan nitrogen ($N_2$). Keberadaan komponen tersebut dapat menyebabkan korosi pada sistem perpipaan, pembentukan hidrat, dan penurunan kinerja peralatan. Oleh karena itu, diperlukan unit pemisahan yang efektif sebelum gas didistribusikan ke pengguna akhir. PT. X merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Kabupaten Sorong yang berperan dalam pengelolaan dan penyaluran gas alam ke pembangkit listrik tenaga mesin gas. Pada sistem Metering and Regulating Station (MRS), unit *scrubber* digunakan untuk memisahkan gas dari cairan (kondensat) guna menjaga kualitas gas yang disalurkan.

*Scrubber* atau dengan nama lain *Gas-Liquid Separator* adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan gas dari kondensat yang masih tercampur di dalam gas agar menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Rindiarto, 2016). *Scrubber* merupakan salah satu komponen yang terdapat didalam sistem pemurnian gas. Terdapat dua jenis pemasangan *scrubber,* yaitu pemasangan dalam arah *vertikal* maupun *horizontal*. Jenis *Scrubber* yang digunakan untuk menghilangkan kandungan *liquid* di dalam suatu aliran gas adalah *vertical scrubber*. Berdasarkan fungsi dan prinsip kerjanya, *scrubber* terbagi kedalam lima jenis yang berbeda, yaitu *Wet Scrubber, Venturi Scrubber, Packed Scrubber, Chamber Scrubber, dan Cyclone Scrubber, dan Dry gas scrubber.*

Berdasarkan hasil observasi lapangan, dokumentasi, serta analisis sistem penyaluran gas di PT. X, dan juga beberapa literatur dapat disimpulkan bahwa jenis *scrubber* yang digunakan termasuk dalam kategori *dry gas scrubber* dengan desain bejana arah *vertikal* yang berfungsi untuk memisahkan gas dengan kondensat berdasarkan perbedaan *densitas,*

**Gambar 1**. Unit Scrubber PT.X

Sejalan dengan itu analisis perhitungan neraca massa pada alat *scrubber* bertujuan untuk melihat efisiensi proses kerja alat sehingga evaluasi kinerja unit *scrubber* dapat dilakukan melalui analisis neraca massa berdasarkan hukum kekekalan massa.

## 2. Metode

### 2.1. Pendekatan atau Jenis Kerja Praktek

Kerja praktek ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif yang bertujuan untuk menganalisi hasil perhitungan berdasarkan data-data yang dikumpulkan. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung perhitungan neraca massa berdasarkan data operasi aktual unit scrubber di PT. X. Basis perhitungan yang digunakan adalah satu jam operasi sistem dengan asumsi kondisi tunak (steady state). Dimana massa yang masuk sama dengan massa yang keluar dari sistem, persamaan disederhanakan sebagai berikut:



ISSN 2776-513X

*Input = output (Himmelblauw,2022)*

Aliran yang dianalisis meliputi aliran masuk (feed) dari PT. X serta aliran keluar berupa destilat dan bottom setelah melewati unit *scrubber.* Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laju alir gas, densitas gas, dan komposisi gas yang diperoleh dari hasil analisis kromatografi gas. Neraca massa total disusun dengan membandingkan jumlah massa aliran masuk dan keluar, sedangkan neraca massa komponen dihitung berdasarkan fraksi massa masing-masing komponen gas pada setiap aliran. Hasil perhitungan selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi kesesuaian neraca massa dan mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian data.

### 2.2. Prosedur Kerja Praktek

Kerja praktek ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut:

a. Penerjunan, Studi awal dan pengumpulan data terkait laju alir volumetrik, densitas, tekanan, dan suhu pada alat *scrubber* di PT. X.
b. Pembimbingan tahap awal dan pelaporan data terkait
c. Perhitungan neraca massa gas pada alat *scrubber* serta penyusunan laporan akhir hasil analisis

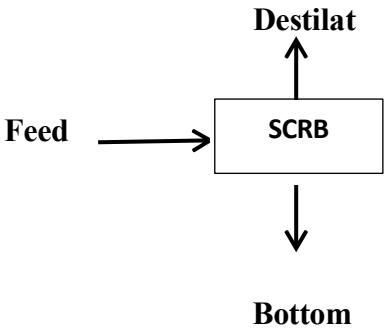
### 2.3. Teknik Analisi Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik kuantitatif-komparatif. Langkah-langkah analisis meliputi:

a. Perhitungan neraca massa komponen gas masuk dan keluar pada unit *scrubber*
b. Perhitungan dan penyusunan tabel neraca massa total gas masuk dan keluar pada unit *scrubber*
c. Analisis dan interprestasi hasil perhitungan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan neraca massa ini menganalisis perhitungan neraca massa masuk, keluar, dan total pada alat *scrubber*. Kapasitas gas masuk dari PT. X ke PT. XI adalah sebesar 8.738,083 *mmscfd* atau setara dengan 7.405 $m^3$/jam menggunakan *densitas* gas yaitu 0,623568 kg/$m^3$. Kapasitas gas keluar PT. XI ke PT. XII adalah sebesar 7.278,496 *mmscfd* atau setara dengan 6.168 $m^3$/jam menggunakan *densitas* gas yaitu 0,532763 kg/$m^3$




**Gambar 2.** Diagram Blok

Diagram blok pengolahan gas pada gambar 2. menunjukkan aliran gas yang melewati unit utama, yaitu *scrubber*. *Scrubber* atau dengan nama lain *Gas- Liquid Separator* adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan gas dari kondensat yang masih tercampur di dalam gas agar menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Rindiarto, 2016). Gas di kirim dari hulu ke hilir melalui jalur perpiaan dengan jarak pipa sepanjang 3,6 km setelah itu gas masuk ke alat *scrubber* untuk proses pemisahan di *Metering Regulation Stasion (MRS)*.



ISSN 2776-513X

**Tabel 1.** Neraca Massa Total Gas

| Neraca Massa Total | | | |
|---|---|---|---|
| **Komponen** | **Input** | **Output** | |
| | **Feed** | **Destilat** | **Botom** |
| | **Kg/jam** | **kg/jam** | **kg/jam** |
| $CH_4$ | 3,678 | 2,603 | 1,074 |
| $C_2H_6$ | 0,518 | 0,371 | 0,147 |
| $C_3H_8$ | 0,149 | 0,109 | 0,039 |
| i-$C_4H_{10}$ | 0,016 | 0,011 | 0,005 |
| n-$C_4H_{10}$ | 0,014 | 0,012 | 0,002 |
| i-$C_5H_{12}$ | 0,003 | 0,001 | 0,001 |
| n-$C_5H_{12}$ | 0,002 | 0,003 | -0,001 |
| $C_6H_{14}$ | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| $N_2$ | 0,016 | 0,018 | -0,002 |
| $CO_2$ | 0,218 | 0,155 | 0,063 |
| **Total** | **4,618** | **3,286** | **1,332** |

Pada perhitungan neraca massa unit *scrubber* ini digunakan basis perhitungan 1 jam operasi. Bagian neraca massa pada unit *scrubber* terdiri dari *input* dan *output*. Berdasarkan Tabel 1, hasil perhitungan neraca massa total gas adalah 4,618 kg/jam untuk *input*, dan total *output (destilat + bottom)* juga menunjukkan angka yang mendekati 4,618 kg/jam (3,286 kg/jam + 1,333 kg/jam = 4,619 kg/jam). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah massa *input* secara keseluruhan sama dengan jumlah massa *output.* Ini mengindikasikan bahwa tidak ada akumulasi massa yang signifikan terjadi pada unit *scrubber.*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa laju massa gas yang masuk ke unit scrubber sebesar 4,618 kg/jam. Setelah proses pemisahan, aliran gas keluar terbagi menjadi aliran destilat sebesar 3,286 kg/jam dan aliran bottom sebesar 1,332 kg/jam. Perbandingan antara massa masuk dan massa keluar menunjukkan bahwa neraca massa total berada dalam kondisi seimbang.

Meskipun neraca massa total menunjukkan keseimbangan, terdapat anomali pada neraca massa komponen n-$C_5H_{12}$ dan $N_2$. Untuk kedua komponen ini, massa *bottom* menunjukkan nilai negatif (n-$C_5H_{12}$ = -0,001 kg/jam dan $N_2$ = -0,002 kg/jam). Hal ini terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi mol dari komponen $N_2$ dan juga n-$C_5H_{12}$ sehingga menyebabkan perhitungan masa kedua komponen tersebut menjadi negatif. Hasil negatif yang di dapatkan karena massa komponen n-$C_5H_{12}$ dan $N_2$ yang keluar melalui *destilat* ternyata lebih besar dari massa komponen yang sama, yang masuk melalui aliran *input* utama *scrubber*.

Anomali ini mengindikasikan adanya ketidakakuratan atau inkonsistensi pada data primer yang digunakan. Beberapa kemungkinan penyebabnya meliputi:

a. Ketidaksesuaian Periode Waktu Pengambilan Data: Data input dan output tidak diambil pada periode waktu yang sama atau *representatif*.
b. Perbedaan alat sampling antara PT. X dan PT. XI. dimana PT XI menggunakan alat otomatis seperti *gas cromatografi* sedangkan PT. X masih melakukan sampling menggunakan alat laboratirum
c. Perbedaan tekanan dan suhu antara PT. X dan PT. XI Tekanan dari PT. X sebesar 180 psi sedangkan di PT.XI sebesar 165 psi, dan suhu sebesar 65 ºF dan 85 ºF

Anomali pada neraca massa komponen ini berpotensi memengaruhi perhitungan turunan lainnya yang sangat bergantung pada akurasi laju alir massa per komponen. Ini dapat berdampak pada analisis kinerja *scrubber*, efisiensi pemisahan, dan evaluasi proses secara keseluruhan.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

a. Neraca massa total gas pada *scrubber* menunjukkan keseimbangan dimana massa yang masuk sama dengan massa yang keluar yaitu sebesar 4,618 kg/jam dan tidak ada akumulasi massa selama



ISSN 2776-513X

proses pemisahan gas

b. Meskipun neraca massa total seimbang adanya anomali pada neraca massa komponen tertentu (n-$C_5H_{12}$ dan $N_2$) perlu menjadi perhatian
c. Anomali ini menggarisbawahi pentingnya validasi data primer yang lebih ketat dan potensi kebutuhan untuk menganalisa lebih lanjut mengenai sumber ketidaksesuaian tersebut untuk memastikan akurasi perhitungan neraca massa dan analisis proses yang lebih akurat.

**Ucapan Terimakasih**
Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. X dan seluruh pihak terkait yang telah memberikan izin, data, dan arahan yang diperlukan selama pelaksanaan kerja praktek

**Daftar Pustaka**

Ahmad Muhamr, dkk, (2018), Laporan Praktikum Instrumentasi Analitik "Analisis Kualitatif Menggunakan KromatografiGas (GC). https://www.scribd.com/document /40 0732657/

Himmelblauw, (2022) Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering

Koko Pratama Saragi, (2023), Perhitungan Neraca Massa dan Energi Pada Proses Pelumatan Fruit di Unit Digester PT. Socfin Indonesia, Perkebunan Tanah

Prayogo K. Dan Rindiarto, (2016) Analisis- Kinerja Sistem Pengendalian Tekanan Dan Level Pada Gas-Scrubber Pv 3700 Di Joint Operating Body Pertamina Petrochina Jawa Timur,

Zainal Abidin, (2010), Analisis Potensi Penggunaan Bahan Bakar Gas Untuk Sektor Transportasi Di Dki Jakarta, (Tesis Universitas Indonesia)



ISSN 2776-513X

ISSN 2776-513X
9 772776 513008