

EVALUASI NERACA MASSA TOTAL DESAIN DAN AKTUAL DI WATER TRATMENT PLANT (WTP) PT. X

Franklin Sahuburua*, Indar Basma Putria, Ainul Alim Rahman, Firmanullah
 Fadlil

Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

*Corresponding Author: sahuburuafranklin21@gmail.com

ABSTRAK

Unit utilitas, khususnya *Water Treatment Plant* (WTP), memegang peranan penting dalam mendukung proses pengolahan minyak mentah di PT. X. Evaluasi kinerja unit ini dapat dilakukan melalui perhitungan neraca massa, yang menjamin kesetimbangan jumlah bahan masuk, terakumulasi, dan keluar dari sistem sesuai dengan hukum kekekalan massa. Penelitian ini bertujuan menghitung dan membandingkan nilai neraca massa total desain dan aktual guna mengukur tingkat efisiensi operasional. Hasil analisis menunjukkan selisih sebesar 51,56 m³/jam antara nilai desain dan nilai aktual, serta selisih 10,83 m³/jam antara nilai input dan output aktual. Temuan ini menekankan perlunya pemantauan dan pengendalian parameter operasional secara intensif untuk meminimalkan kerugian dan mengoptimalkan kinerja unit utilitas di PT. X.

Kata kunci: Neraca massa, Unit Utilitas, *Water Treatment Plant*

ABSTRACT

The utility unit, particularly the *Water Treatment Plant* (WTP), plays a crucial role in supporting the crude oil processing operations at PT. X. Performance evaluation of this unit can be conducted through mass balance calculations, which ensure equilibrium between the amount of material entering, accumulating in, and exiting the system, in accordance with the law of conservation of mass. This study aims to calculate and compare the total design and actual mass balance values to assess operational efficiency. The analysis results indicate a discrepancy of 51.56 m³/h between the design and actual values, and a difference of 10.83 m³/h between the actual input and output. These findings highlight the need for intensive monitoring and control of operational parameters to minimize losses and optimize the performance of the utility unit at PT. X.

Keywords: Mass balance, Utility unit, *Water Treatment Plant*

1. Pendahuluan

Unit utilitas atau unit penunjang proses merupakan salah satu komponen vital dalam suatu industri, khususnya dalam mendukung kelancaran dan keberlangsungan operasional suatu pabrik. Unit utilitas umumnya terdiri dari berbagai sistem, seperti pembangkit listrik, sistem udara tekan (kompresor), deaerator, sistem pembangkit uap (*steam*), dan *Water Treatment Plant* (WTP). Di PT. X, *Water Treatment Plant* (WTP) berperan sangat penting sebagai unit penunjang yang menjamin ketersediaan air bersih bagi kebutuhan operasional kilang, *mess* TKJP, *mess community*, maupun perkantoran di area

Kilang PT. X. Sumber air baku yang digunakan untuk kebutuhan WTP ini diperoleh dari Telaga PT.X.

Neraca massa memegang peranan yang sangat signifikan dalam suatu sistem proses industri, karena menjadi salah satu dasar perhitungan bagi satuan operasi maupun satuan proses. Semua perhitungan dalam neraca massa didasarkan pada hukum kekekalan massa, yaitu bahwa massa tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, tetapi hanya dapat berpindah atau berubah bentuk. Dalam penerapan neraca massa, jumlah massa yang masuk harus sebanding dengan jumlah massa yang keluar dari suatu sistem, termasuk massa

yang terakumulasi di dalam sistem tersebut (Anugrah & Sari, 2021).

Sejalan dengan itu, analisis neraca massa total desain dan aktual pada *Water Treatment Plant* (WTP) PT. X bertujuan untuk membandingkan nilai desain dengan nilai operasional aktual guna mengevaluasi kesesuaian dan efisiensi kinerja sistem. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi selisih nilai yang terjadi, memahami faktor-faktor penyebab selisih tersebut, serta memberikan rekomendasi teknis bagi perbaikan atau optimalisasi sistem pengolahan air sesuai dengan kebutuhan operasional kilang.

2. Metode

2.1 Pendekatan atau Jenis Kerja Praktek

Kerja praktek ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara data neraca massa total berdasarkan desain dengan kondisi aktual di *Water Treatment Plant* (WTP) PT. X. Pendekatan ini dipilih karena dapat menggambarkan secara angka dan sistematis kondisi aktual sistem pengolahan air terhadap perencanaan desain pengolahan air yang telah ditetapkan sebelumnya.

Melalui pendekatan kuantitatif, data input dan output aliran dari masing-masing unit operasi di WTP dikumpulkan, dihitung, dan dianalisis menggunakan prinsip neraca massa. Sementara itu, pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor penyebab perbedaan antara nilai berdasarkan desain dengan nilai aktual yang ditemukan di lapangan.

2.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam kerja praktek ini adalah sistem unit operasi yang terdapat pada *Water Treatment Plant* (WTP) PT. X. Unit yang menjadi fokus utama meliputi *intake*, sistem *clarifier*,

sedimentasi, filtrasi, dan unit desinfeksi. Setiap unit dianalisis berdasarkan data kapasitas desain dan data operasional aktualnya, terutama terhadap parameter massa air yang masuk dan keluar dari masing-masing unit.

Selain itu, data teknis seperti laju aliran, volume air, efisiensi unit proses, serta kehilangan air dalam sistem juga menjadi bagian dari subjek penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumen teknis, data *log sheet* operasional, serta observasi langsung pada unit-unit yang bersangkutan.

2.3 Prosedur Kerja Praktek

Kerja praktek ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Penerjunan, Studi awal dan pengumpulan literatur terkait prinsip neraca massa, proses-proses dalam instalasi pengolahan air, serta data teknis desain WTP PT. X.
2. Identifikasi dan pemetaan unit proses dalam sistem WTP, termasuk data desain kapasitas dan alur proses.
3. Pengumpulan data aktual dari operasional WTP yang meliputi:
 - a. Debit air masuk dan keluar setiap unit
 - b. Volume air harian dan bulanan
 - c. Dokumentasi kondisi operasional
4. Penyusunan neraca massa untuk masing-masing unit berdasarkan data desain dan data aktual.
5. Perbandingan dan analisis selisih antara nilai desain dan aktual.
6. Penyusunan laporan hasil analisis serta rekomendasi teknis untuk perbaikan atau optimalisasi.

2.4 Instrumen Kerja Praktek

Instrumen yang digunakan dalam kerja praktek ini meliputi:

- Dokumen teknis desain WTP, termasuk P&ID (*Piping and Instrumentation Diagram*), *general*

arrangement, dan data kapasitas per unit.

- *Log sheet* operasional harian, yang mencatat data debit, tekanan, dan parameter lainnya.
- *Flowmeter*, yang telah terpasang di WTP untuk mencatat laju aliran aktual.
- *Perangkat lunak spreadsheet (Excel)*, untuk menghitung dan menyusun neraca massa serta grafik hasil analisis.

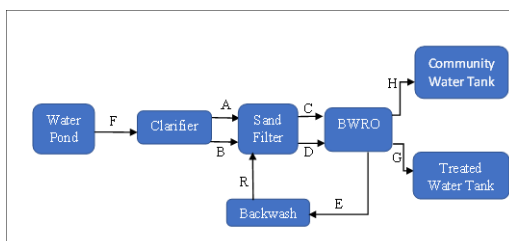
2.5 Teknik Analisis Data

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

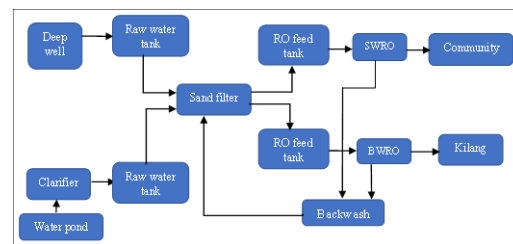
- Perhitungan massa air masuk dan keluar pada setiap unit berdasarkan data aktual dan data desain.
- Penyusunan tabel perbandingan antara desain dan aktual.
- Identifikasi deviasi massa dan evaluasi faktor penyebab.
- Interpretasi hasil untuk menyimpulkan tingkat kesesuaian antara sistem aktual dan desain serta menyusun rekomendasi teknis.

3. Hasil dan Pembahasan

Water Treatment Plant (WTP) adalah unit penunjang yang sangat penting dimana unit ini yang mendukung proses pengolahan minyak mentah. Unit pengolahan air merupakan unit penunjang proses yang berfungsi untuk memasok kebutuhan air bersih di kilang PT. X, *mess TKJP*, *mess community* dan perkantoran. Sumber air olahan berasal dari Telaga PT. X.



Gambar 1. Diagram Blok Aktual



Gambar 2. Diagram Blok Desain

Air dari telaga dipompakan menuju bak *clarifier* dan sembari menginjeksikan *chemical* setelah melewati bak *clarifier* ditampung pada *Raw Water Tank*. Kemudian air dari *Raw Water Tank* dialirkan kedalam *Sand Filter* yang berfungsi menyaring air yang mengandung padatan tersuspensi serta mengurangi tingkat kekeruhan air. Dari *sand filter* kemudian menuju *RO feed tank*, dari *RO feed tank* menuju *Cartridge Filter*, kemudian dari *Cartridge Filter* menuju *SWRO (Sea Water Reverse Osmosis)* dan *BWRO (Brackish Water Reverse Osmosis)* hingga di dapat air bersih dari *RO* dan didistribusikan ke *Community Water Tank* serta *Treated Water Tank* untuk kebutuhan kilang. Air kebutuhan kilang sebelum didistribusikan akan dialirkan terlebih dahulu ke *softener* baru menuju ke kilang.

Alat-alat pada *Water Treatment Plant (WTP)* PT. X adalah sebagai berikut, *Clarifier* merupakan tempat berlangsungnya proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi, *Sand Filter* merupakan tempat berlangsungnya proses filtrasi air dengan media pasir silika gel, *SWRO* dan *BWRO* merupakan tempat berlangsungnya penyaringan bertekanan dan penambahan bahan kimia untuk pemurnian air, *Softener* merupakan tempat berlangsungnya pelembutan air proses, pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan atau mentransfer fluida ke tempat yang dituju, dan tangki merupakan tempat

penyimpanan ataupun penampungan yang digunakan sebelum didistribusikan.

Tabel 1. Perhitungan Neraca Massa Desain

Neraca Massa Total Desain	
Input	= Output
<i>Feed</i>	<i>= Community water tank+ trated water tank + backwash</i>
51,35 m ³ /jam	= 25 m ³ /jam+ 25 m ³ /jam + 1,35 m ³ /jam
51,35 m ³ /jam	= 51,35 m ³ /jam

Tabel 2. Perhitungan Neraca Massa Aktual

Neraca Massa Total Aktual	
Input	= Output
F	= H + G + E
102,91 m ³ /jam	= 35,99 m ³ /jam + 22,57 m ³ /jam + 33,52 m ³ /jam
102,91 m ³ /jam	= 92,08 m ³ /jam
Selisih input dan output	= 10,83 m ³ /jam

Diketahui berdsarkan pada Tabel 1, perhitungan neraca massa total desain menunjukkan bahwa umpan masuk pada WTP PT. X sebesar 51,35 m³/jam, produk yang dikeluarkan bersumber dari RO1 dan RO2 sebesar 50 m³/jam (25 m³/jam RO1 dan 25 m³/jam RO2) serta dari *backwash* sebesar 1,35 m³/jam yang didapat dari desain WTP. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa massa yang masuk sama dengan massa yang keluar yaitu sebesar 51,35 m³/jam.

Diketahui berdsarkan pada Tabel 2, perhitungan neraca massa total aktual menunjukkan bahwa umpan masuk pada WTP Kilang PT. X sebesar 102,91 m³/jam yang didapat dari perhitungan data aktual yang dikumpulkan mulai dari tanggal 11-15 juni 2023 di WTP, produk

yang dikeluarkan bersumber dari tangki komunitas (H) sebesar 35,99 m³/jam, tangki kilang (G) sebesar 22,57 m³/jam dan tangki *backwash* (E) sebesar 33,52 m³/jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat selisih massa yang masuk dan massa yang keluar sebesar 10,83 m³/jam.

Selisih antara perhitungan neraca massa desain dan aktual yang sebesar 51,56 m³/jam, disebabkan karena adanya perbedaan gambar diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Perbedaan tersebut dapat dilihat jumlah umpan yang masuk dimana pada gambar diagram blok desain terdapat dua umpan yakni dari *deep well* dan dari *water pond* sedangkan pada gambar diagram blok aktual hanya terdapat satu umpan yaitu yang berasal dari *water pond*, dan adanya pengurangan unit yakni unit SWRO yang tidak digunakan pada gambar diagram blok aktual. Dengan demikian seluruh umpan yang berasal dari *water pond* semuanya masuk pada *clarifier* dan akan melewati satu unit saja yang bekerja yaitu unit BWRO. Walaupun umpan hanya berasal dari *water pond* yang beroperasi, namun sampai saat ini masih mampu menyuplai kebutuhan air di PT. X.

Selisih antara *input* dan *output* pada perhitungan neraca massa total aktual yang sebesar 10,83 m³/jam, disebabkan karena adanya aliran *purgung* pada *output Sand Filter* menuju BWRO. Aliran *purgung* adalah aliran proses yang menyeleksi bahan (air keluaran dari *Sand Filter*), bahan yang tidak diinginkan akan dibuang ke sistem drainase, sedangkan bahan yang masih bisa digunakan akan dialirkan kembali untuk digunakan. Aliran *purgung* dan sistem drainase ini perlu dilakukan untuk mencegah kotoran atau pasir halus yang terbawa dari *Sand Filter* yang dapat mengganggu proses pengolahan air pada BWRO. Sehingga dengan adanya aliran

purging ini kualitas air sebelum masuk ke dalam BWRO dapat terjaga. Air yang di buang ke sistem drainase sebesar $10,83 \text{ m}^3/\text{jam}$ akan langsung dibuang ke laut karena pH dan turbiditasnya masih memenuhi standar air limbah yang dapat dibuang ke laut.

4. Kesimpulan

Analisis neraca massa total menunjukkan bahwa terdapat selisih nilai yang signifikan antara desain dan kondisi operasional aktual. Selisih sebesar $51,56 \text{ m}^3/\text{jam}$ disebabkan oleh perbedaan konfigurasi sistem, yakni jumlah umpan masuk yang semula terdiri dari dua sumber (*deep well* dan *water pond*) dalam desain, tetapi hanya satu sumber (*water pond*) yang digunakan pada pelaksanaan aktual, serta tidak dioperasikannya unit SWRO. Selisih lainnya sebesar $10,83 \text{ m}^3/\text{jam}$ muncul dari aliran *purging* yang dilakukan setelah *sand filter*, yaitu proses pemisahan air dengan kontaminan tertentu, di mana air yang tidak memenuhi standar dikembalikan ke sistem *drainase* dan air yang dapat digunakan tetap dialirkan ke BWRO. Meskipun terdapat selisih nilai masuk dan keluar, sistem WTP PT. X tetap dapat memenuhi kebutuhan air bagi kilang dan kawasan terkait. Hasil ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk optimalisasi desain dan operasional WTP agar dapat lebih efisien dan sesuai dengan nilai perancangan awal.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. X dan seluruh pihak terkait yang telah memberikan izin, data, dan arahan yang diperlukan dalam pelaksanaan kerja praktek ini.

6. Daftar Pustaka

Anhar, A., Dewi, E., dan Purnamasari, I. (2021). Proses pengolahan air

pada tangki klarifier ditinjau dari laju alir dan konsentrasi koagulan di PLTG Borang, *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 1(8), 315–320.

Anugrah, S. I., & Sari, M. A. (2021). *Menghitung neraca massa pada kiln system di PT. Baturaja (Persero) Tbk* [Laporan kerja praktik, Universitas Muhammadiyah Palembang].

Eba, E. N. M., & Amamehi, O. H. (2022). *Laporan kerja praktik PT Kilang Pertamina Internasional (Persero) Refinery Unit VII Kasim* [Laporan kerja praktik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].

Ellis, V. K. (1985). Slow sand filter. *Reviews in Environmental Control*, 15(4), 255.

Fikri, M. (2021) 'Penggunaan Teknologi Clarifier Tank pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit'.

Hanum, F. (2002) 'Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum'.

Hasiany, S., Noor, E. and Yani, M. (2015) 'Penerapan Produksi Bersih Untuk Penanganan Air Terproduksi Di Industri Minyak Dan Gas', 5.

Hidayat, Z.I. (2017) 'Pengelolaan dan Proses Instalasi Perawatan Air Limbah dalam Pembersihan Minyak dan Gas dengan Menggunakan Separator dan Scrubber di Lapangan "X"', *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 1(2), p. 39. Available at: <https://doi.org/10.30588/jo.v1i2.292>.

Kamal, A.L. and Azzahra, A. (2024) 'Implementasi Teknologi Sea Water Reverse Osmosis dalam Mewujudkan Air Bersih di Kepulauan Seribu'.

- Kencanawati, M. (2017) 'Analisis Pengolahan Air Bersih Pada Wtp Pdam Prapatan Kota Balikpapan', 02.
- Maryani, D. and Hakim, J.A.R. (2014) 'Pengaruh Ketebalan Media dan Rate filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform', 3.
- Maulida, saffira and Panala, rahel (2019) 'PT. ENERGI AGRO NUSANTARA (ENERO) UNIT Water Treatment Process'.
- Nu'aimah, Z. and Hendrasarie, N. (2025) 'Efektivitas Unit Clarifier, Filtrasi, Desinfeksi dan Reservoir di Instalasi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian'.
- Pratama, H., Handayani, Y. L., & Sujatmoko, B. (2017). Efektivitas backwashing untuk menjaga kinerja rapid sand filter didaerah gambut, *JOM FTEKNIK*, 4(1).
- Sefentry, A. and Masriatini, R. (2020) 'Pemanfaatan Teknologi Membran Reverse Osmosis (RO) Pada Proses Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih', *Jurnal Redoks*, 5(1), p. 58. Available at: <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i1.4128>.