



## Kajian Pengendalian Losses Pertamina Dengan Peberapan Vapor Recovery

**Rendy Bagus Pratama<sup>1</sup>, Ibnu Lukman Pratama<sup>2\*</sup>, Muhamad Adang. A. K**

<sup>1,2</sup> Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral AKAMIGAS  
Jl. Gaja Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

<sup>1</sup>Email : rendybaguspratama@gmail.com

<sup>2\*</sup>Email : ibnulukmanpratama@gmail.com (Penulis Correspondensi)

Received: <sup>26</sup>th October 2022; Revised: <sup>21</sup>th November 2023; Accepted: <sup>7</sup>th December 2023

### Abstrak

Kehilangan uap bahan bakar tidak dapat dihindari di dunia minyak dan gas, tetapi dapat dikendalikan. Jika kerugian tidak dikendalikan, tidak hanya berdampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga melemahkan keuangan perusahaan. VRU (Vapor Recovery Unit) adalah teknologi yang dapat mengontrol kehilangan bahan bakar akibat penguapan dan mengubah uap bahan bakar menjadi cair sehingga dapat dijual kembali. Penelitian ini dilakukan di PT. Pertamina (Persero) Terminal BBM xxx. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis manfaat VRU dalam mengendalikan susut penguapan pada operasi penyimpanan TBBM xxx. Prakiraan produksi pertamax dengan metode Linear Trends menunjukkan 183.469.805 liter pada tahun 2019 meningkat menjadi 213.567.869 liter pada tahun 2023. Dengan perkiraan dan formula tersebut, kerugian operasi akibat penguapan bahan bakar sebesar 0,16%. 2019-2022 dan 0,15% pada tahun 2023. Loss of use pada tahun 2019 menjadi 298.418 liter dan meningkat menjadi 347.375 liter pada tahun 2023. Aplikasi VRU dapat mengontrol hingga 95% kehilangan sekering Pertamina akibat penguapan di tangki penyimpanan. Uap bahan bakar yang diperoleh dengan cara ini adalah 367.664 liter pada tahun 2019 dan akan meningkat menjadi 630.694 liter pada tahun 2023. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai pengembalian bahan bakar Pertamina daur ulang akan meningkat setiap tahun dari tahun 2019 hingga 2023, yaitu sebesar Rp. 3.621.492.863 Rp. 6.212.331.960 per tahun dan investasi VRU sebesar Rp. 1.889.000.000 dan iuran tahunan sebesar Rp. 1.768.000.000. Investasi Vapour Return Unit (VRU) di Terminal Transit BBM Wayame Ambo dimungkinkan karena memiliki net present value positif sebesar Rp. 10.948.900.000 dan jangka waktu pengembalian investasi VRU adalah 1 tahun 1 bulan.

**Kata kunci :** Losses, Vapor Recovery Unit, Working loss

### Abstract

Fuel vapor loss is inevitable in the oil and gas world, but it can be controlled. If losses are not controlled, it not only affects the environment negatively, but also weakens the company's finances. VRU (Vapor Recovery Unit) is a technology that can control evaporative losses of fuel and turn fuel vapor into a liquid so it can be resold. This study was conducted in PT. Pertamina (Persero) xxx BBM Terminal. The objective of this study was to analyze the benefits of VRU in controlling evaporation losses in TBBM xxx storage operations. Pertamina production forecasts using the Linear Trends method show 183,469,805 liters in 2019, increasing to 213,567,869 liters in 2023. With these estimates and the formula, the operating loss due to fuel evaporation is 0.16%. 2019-2022 and 0.15% in 2023. The loss of use in 2019 was therefore 298,418 liters and increased to 347,375 liters in 2023. The VRU application can control up to 95% of Pertamina fuse loss due to evaporation in storage tanks. The fuel vapor obtained in this way is 367,664 liters in 2019 and will rise to 630,694 liters in 2023. Based on the calculation results, the return value of recycled Pertamina fuel will increase every year from 2019 to 2023, i.e. Rs. 3,621,492,863 Rp. 6,212,331,960 per year and VRU investment of Rp. 1,889,000,000 and an annual fee of Rp. 1,768,000,000. Vapour Return Unit (VRU) investment in Wayame Ambo BBM Transit Terminal is possible because it has a positive net present value of Rp. 10,948,900,000 and the payback period of VRU investment is 1 year and 1 month.

**Keywords :** Losses, Vapor Recovery Unit, Working loss

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah yang terus ada dalam penanganan bahan bakar khususnya pada proses distribusi adalah fuel loss. Kerugian dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kebocoran, pencurian, penguapan dan kesalahan perhitungan. Tentu saja, di antara banyak penyebab kerugian tersebut, salah satu faktor yang tidak dapat dihindari adalah penguapan. Faktor-faktor tersebut tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi akibat berkurangnya volume minyak, tetapi juga berdampak pada lingkungan, karena paparan emisi bahan bakar yang menguap dapat membahayakan kesehatan manusia dan keselamatan kerja.

Masalah penguapan tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikontrol dengan peralatan dan metode yang tepat. Susut penguapan pada tangki bahan bakar Pertamina saat ini dikendalikan oleh katup vakum tekanan (PV Valve) yang dapat mengurangi susut penguapan. Salah satu sistem/teknologi yang digunakan untuk mengontrol susut penguapan bahan bakar adalah sistem kontrol uap;. Perusahaan kelas dunia yang juga bergerak di bidang penyimpanan dan pendistribusian bahan bakar seperti BP, Shell, Total, Vopak dan Aramco telah mengadopsi teknologi VCS ini. Teknologi ini telah terbukti mengurangi emisi evaporatif dan membantu menghemat operasi distribusi bahan bakar.

Sebagai perusahaan migas nasional, PT Pertamina (Persero), dengan visi menjadi perusahaan energi kelas dunia, sudah saatnya menggunakan teknologi VCS baik di lingkungan operasi hulu maupun hilir. Dengan implementasi teknologi VRU, dipastikan tidak hanya akan mempercepat PT Pertamina (Persero) dalam mewujudkan visi korporasinya, tetapi juga akan memberikan kontribusi yang berkelanjutan baik bagi lingkungan maupun bottom line. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis sejauh mana penerapan teknologi steam recovery unit yang dipengaruhi oleh faktor operasi industri dapat memberikan tren positif dalam pengelolaan kerugian dan keuntungan di BBM Wayame Ambo, baik secara finansial maupun operasional. Terminal. Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka penulis mengambil judul penelitian : "Investigasi Limbah Produk Pertamina Menggunakan Vapor Recovery Equipment di Terminal BBM xxx.

### 1.2 Rumusan Masalah

Sesuai latar belakang penelitian maka disusun beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Jumlah losses akibat penguapan selama operasi penimbunan di Terminal BBM xxx.
- b. Jumlah losses BBM yang dapat dikendalikan dengan penerapan VRU di Terminal BBM xxx.
- c. Nilai investasi yang diperlukan untuk penerapan teknologi VRU di Terminal BBM xxx.
- d. Penerapan VRU di Terminal BBM xxx yang mampu memberikan keuntungan yang ekonomis

### 1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisa sejauh mana penerapan teknologi VCS melalui investasi *Vapor Recovery Unit* yang dipengaruhi faktor operasional di lapangan mampu memberikan tren positif baik dari sisi pengendalian losses dan keuntungan secara finansial dan operasional di Terminal BBM xxx.
- b. Mengetahui jenis teknologi *Vapor Recovery Unit* (VRU) manakah yang paling sesuai dengan kondisi operasional di Terminal BBM xxx.
- c. Mendapat hasil besaran emisi yang dihasilkan di Terminal Transit BBM xxx terutama penguapan pada Tangki Timbun.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Terminal Transit BBM xxx

Terminal BBM Wayame merupakan bagian dari PT. Marketing Operations Area (MOR) VIII PERTAMINA (Persero) berlokasi di Jalan Iri. M.Putuheni Km. 24, Kecamatan Wayame, Kota Ambon. Terminal BBM dibuka pada 29 September 1994 dan memiliki luas 14,67 ha.

Kegiatan utama Terminal BBM Wayame adalah penerimaan, penyimpanan dan pendistribusian BBM. Sekaligus sebagai pelabuhan muat pengiriman Terminal BBM ke Indonesia Timur: Provinsi Maluku, Maluku Utara dan Papua. Terminal BBM Wayame sendiri dipasok oleh RU IV Cilacap dan TBBM Tuban. Terminal BBM Wayame menggunakan 3 (tiga) terminal khusus untuk menerima BBM, total  $\pm$  60 panggilan per bulan. Dermaga di Terminal BBM Wayame meliputi Dermaga I dengan kapasitas maksimal 6.500 DWT, Dermaga II dengan kapasitas maksimal 35.000 DWT dan Dermaga III dengan kapasitas maksimal 1.000 DWT. Dari sisi penyimpanan, Terminal BBM Wayame memiliki 17 tangki dengan total kapasitas 160.069 KL.

Operasi pendistribusian di terminal BBM Wayame menggunakan celah antara lubang pengisian dan dermaga yaitu Dermaga I, Dermaga II dan III. Saat mendistribusikan kapal tanker, 10 unit digunakan sebagai titik pengisian. Dermaga I, Dermaga II dan Dermaga III digunakan untuk pengiriman atau transshipment dan layanan bunker untuk pelanggan industri dan kelautan.

### 2.2 Metodologi penelitian

Pelaksanaan penelitian pada penelitian ini meliputi teknik pengumpulan data dan teknik analisis data sebagai berikut:

#### 2.2.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan studi kepustakaan dan studi lapangan sebagai berikut:

##### a. Studi Kepustakaan (*Library research*)

Studi kepustakaan dilakukan untuk penentuan formula *forecasting*, perhitungan *losses* BBM dan analisis investasi. Selain itu, sumber pustaka juga digunakan sebagai dasar dan di dalam pembahasan masalah.

##### b. Studi Lapangan (*Field research*)

Teknik ini dilakukan dengan cara pengamatan dan dokumentasi. Tujuan dari studi lapangan adalah untuk mendapatkan data-data lapangan sebagai sumber perhitungan dalam penelitian. Pengamatan secara langsung dan parameter terkait dengan perhitungan losses akan dilakukan terhadap sistem operasi di Terminal BBM xxx.

2.2.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisa data sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi kegiatan penyaluran Pertamina terutama yang berkaitan dengan losses di penyaluran produk Pertamina tersebut.
- b. Mengidentifikasi besaran losses BBM di Terminal BBM xxx.
- c. Menganalisis jenis *Vapor Recovery Unit* (VRU) yang tepat dan sesuai dengan kondisi operasi distribusi di Terminal BBM xxx.
- d. Menganalisis besaran losses yang dapat dikendalikan dengan penerapan VRU dan dimensi desain kebutuhan VRU.
- e. Menganalisis biaya investasi penerapan VRU dengan perbandingan losses BBM yang dapat dikendalikan untuk mengetahui kelayakan investasi.

2.2.2.1 Analisis Metode *Tren Linier dan Tren Eksponensial*

Data kinerja tahun sebelumnya digunakan untuk menghitung proyeksi/prakiraan kinerja mendatang. Dalam hal ini, ada dua pendekatan untuk peramalan yaitu tren linier dan tren eksponensial. Kedua metode tersebut cocok sebagai metode apabila pengamatan meliputi kenaikan dan penurunan penjualan produk perusahaan atau hanya satu variabel yang mempengaruhinya yaitu variabel waktu.

2.2.2.2 Analisis Perhitungan *Evaporation Loss*

Anda bisa mendapatkan tekanan uap aktual dan berat molekul dari tabel sifat bensin. Parameter tekanan uap Reid menentukan tekanan dan berat molekul produk bensin yang dihitung. Selain parameter suhu, tekanan, dan berat molekul produk, jumlah kehilangan dipengaruhi oleh nilai saturasi yang ditentukan oleh metode pengisian.

2.2.2.3 Analisis Investasi

Dalam investasi peralatan, variabel biaya dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama diantaranya *capital investment cost* (biaya investasi modal) dan *annual cost* (biaya tahunan). Dalam perhitungan total biaya modal *Vapor Recovery Unit* (VRU), biaya paling besar yang sangat berpengaruh adalah *carbon adsorber* dan *adsorber vessel*.

2.2.2.4 Analisis Finansial

Jumlah dan waktu pendapatan dan pengeluaran yang muncul selama periode investasi adalah arus kas proyek. Pembiayaan steam recovery selalu memiliki biaya (ekspansi) tetapi tidak menutupi potensi pendapatan (pendapatan). Untuk menghasilkan pendapatan, harus mengurangi biaya produksi/operasional atau mengumpulkan (mendaur ulang) polutan yang dapat digunakan.

Analisis yang digunakan dalam analisis finansial adalah analisis net present value (NPV). Dalam perhitungan, nilai uang masa depan dikonversi ke nilai yang setara (biasanya pada tahun ke-0 proyek), suku bunga yang sesuai diterapkan, dan kemudian ditambahkan ke dalam perhitungan. Keputusan ekonomi dari analisis NPV adalah proyek dengan nilai bersih negatif tidak diterima dan proyek dengan nilai bersih positif diterima.

Hasil penelitian harus ditulis dengan jelas dan ringkas. Diskusi harus menggambarkan pentingnya temuan penelitian, bukan mengulanginya. Hindari penggunaan kutipan dan diskusi literatur yang diterbitkan secara berlebihan.

3.1 *Forecast Throughput* Pertamina Tahun 2019-2023

Tujuan akhir peramalan Terminal Transit BBM Pertamina xxx adalah untuk mendapatkan perkiraan kemungkinan kerugian operasi dari manajemen operasional Pertamina BBK sehingga dapat diminimalkan melalui teknik yang memiliki perhitungan keuangan yang berkelanjutan.

Dasar peramalan kebutuhan BBK untuk produk Pertamina di Terminal Transit BBM Wayame Ambo tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 didasarkan pada data kapasitas Pertamina tahun 2017 dan 2018 yang terbagi dalam 5 (lima) triwulan. Data kinerja tercantum dalam Tabel 3.1

**Tabel 3.1 Data Throughput Pertamina Tahun 2014–2018**

Tahun	Throughput Pertamina (liter)
2014	761100
2015	6526900
2016	102443437
2017	158136213
2018	174230184

Sumber : Bagian Penyaluran TBBM xxx

Berdasarkan data realisasi penyaluran Pertamina tahun 2014-2018, dengan menggunakan metode tren linier dan tren eksponensial dapat dihitung prakiraan distribusi tahun 2019-2023.

3.2 Metode *Tren Linier*

Untuk melakukan forecast dibutuhkan tabel agar mempermudah dalam pengerjaan perhitungan metode tren linier dan tren eksponensial. Perhitungan tren linier Pertamina ada pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Perhitungan Throughput Pertamina Tahun 2014 s/d 2018 Dengan Metode *Tren Linier***

Tahun	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
2014	-2	761.100	-1.522.200	4

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

2015	-1	6.526.900	-6.526.900	1
2016	0	102.443.437	0	0
2017	1	158.136.213	158.136.213	1
2018	2	174.230.184	348.460.368	4

Keterangan :

- n = jumlah data,
- Y = penyaluran pada tahun tertentu,
- a dan b = koefisien-koefisien regresi,
- X = faktor untuk tahun yang diperkirakan.

$$a = \frac{(\sum Y \cdot \sum X^2) - (\sum X \cdot \sum XY)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(442.097.834 \times 10) - (0 \times 498.547.481)}{(5 \times 10) - (0)^2}$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(5 \times 498.547.481) - (0 \times 442.097.834)}{(5 \times 10) - (0)^2}$$

$$= 49.854.748,1'$$

Persamaan *tren linier Throughput* Pertamina adalah sebagai berikut:

$$Y' = 88.418.566,2 + 49.854.748,1 X$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan *Average Absolute Error* (AAE) *tren linier* yang tersaji dalam tabel 3.3

**Tabel 3.3 AAE *Tren Linier Throughput* Pertamina**

X	Y	Y'	Y - Y'
-2	761.100	-11.289.929	12.051.029,4
-1	6.526.900	38.564.819	32.037.918,7
0	102.443.437	88.419.567	14.023.870,2
1	158.136.213	138.274.31	5 19.861.898
2	174.230.184	188.129.06	13.898.879

$$AAE \text{ tren linier Pertamina} = \sum |Y - Y'|_n$$

$$= 466.589.9245$$

$$= 93.317.984,8$$

#### 4.4.2 Metode *Tren Eksponensial*

Perhitungan *Tren Eksponensial Throughput* Pertamina disajikan pada tabel 3.4

**Tabel 3.4 Perhitungan *Throughput* Pertamina Tahun 2014 s/d 2018 dengan Metode *Tren Eksponensial***

Kwartal	X	X <sup>2</sup>	Y	Log Y	X Log Y
2014	-2	4	761.100	5,88144	-11,76288
2015	-1	1	6.526.900	6,81471	-6,81471
2016	0	0	102.443.437	8,01048	0
2017	1	1	158.136.213	8,19903	8,19903
2018	2	4	174.230.184	8,24112	16,48225

Log a =

$$\frac{(\sum \text{Log } Y_x \cdot \sum X^2) - (\sum X_x \cdot \sum X \text{Log } Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(5 \times 6,10369) - (0 \times 37,14679)}{(5 \times 10) - (0)^2}$$

$$= 7,429358 \rightarrow a = 26.875.559,25$$

$$\text{Log } b = \frac{(n \cdot \sum X \text{Log } Y) - (\sum X_x \cdot \sum \text{Log } Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(\sum \text{Log } Y_x \cdot \sum X^2) - (\sum X_x \cdot \sum X \text{Log } Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(\sum X \text{Log } Y)(5 \times 10) - (0)^2}{(5 \times 10) - (0)^2}$$

$$= 0,610369 \rightarrow b = 4,08$$

Persamaan *tren eksponensial* Pertamina adalah sebagai berikut:

$$Y' = (5. 294. 448, 4)(4,08)^X$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan *Average Absolute Error* (AAE) *Tren Eksponensial* yang tersaji dalam tabel 3.5

**Tabel 3.5 AAE *Tren Eksponensial Throughput* Pertamina**

X	Y	Y'	Y - Y'
-2	761.100	6.925.084	6.163.984,2
-1	6.526.900	13.642.416	7.115.515,9
0	102.443.437	26.875.559	75.567.877,7
1	158.136.213	52.944.852	105.191.361

2	174.230.184	446.781.369	272.551.185,1
---	-------------	-------------	---------------

$$AAE \text{ tren Eksponensial Pertamax} \\ = \sum |Y - Y'|_n = 466.589.9245 \\ = \mathbf{93.317.984,8}$$

4.4.3 Forecast Throughput BBK Pertamina Tahun 2019-2023

Berdasarkan analisis trend linear produk Pertamina dan perhitungan forecast trend eksponensial, rata-rata absolute error (AAE) performa produk Pertamina dihitung sesuai trend linear.

**Tabel 3.6 Perbandingan AAE Tren Linier dengan AAE Tren Eksponensial**

Tren	AAE
Linier	18.374.719,08
Eksponensial	93.317.984,8

Perhitungan perkiraan Throughput Pertamina pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 dapat dihitung dengan rumus  $Y' = 22.32.455,2 + 38.243.932, X$  seperti yang tersaji pada tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Peramalan Throughput Pertamina Tahun 2019 s/d 2023**

Tahun	X	Y'
2019	3	237.983.811
2020	4	287.838.559
2021	5	337.693.307
2022	6	387.548.055
2023	7	437.402.804

3.5 Perhitungan Evaporation Loss

Losses akibat penguapan (evaporation) berupa proses yang terjadi di dalam tangki (working loss). Losses tersebut merupakan total loss yang akan dikendalikan Vapor Recovery Unit (VRU).

3.5.1 Perhitungan Working loss

Kehilangan tenaga dalam wadah penyimpanan dapat disebabkan saat pengisian dan distribusi. Kehilangan akibat penguapan pada tangki bahan bakar Pertamina TBBM xxxi merupakan salah satu parameter dalam perhitungan uap bahan bakar yang dikontrol oleh VRU. Data dan asumsi yang digunakan dalam formula kehilangan bersifat variabel sebagai berikut:

a. Safe Capacity Tangki Timbun Pertamina

Data safe capacity digunakan untuk menghitung tank maximum liquid volume (VLX) dalam perhitungan working loss tangki timbun. Berikut ini adalah tabel 3.8 berupa data safe capacity tangki timbun Pertamina di TBBM xxx.

**Tabel 3.8 Data Tangki Timbun Pertamina**

Nomor Tangki	Tinggi (m)	Diameter (m)	Safe Capacity (L)
4	29	15,950	9.664.007
5	15	10,080	1.511.368
<b>Total Capacity</b>			<b>11.175.375</b>

Sumber : Bagian Maintenance TBBM xxx

b. Data BBK Pertamina (density, tekanan dan berat molekul uap)

Pada perhitungan Working loss ini, dibutuhkan data True vapor pressure (PVA), vapor molecular weight (Mv), density observed dan temperature observed. Hasil observasi lapangan dapat dilihat melalui tabel 3.9 yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3.9 Data Properties Pertamina**

Produk	Average Observed Temperature	Average Vapor Pressure (Hasil Uji Laboratorium)	Density
Pertamax	25,9 °C	8,56 Psi	739,1 Kg/m <sup>3</sup>

Sumber : Laboratorium Quality Control TBBM xxx

Berdasarkan data di atas, tangki Pertamina memiliki temperatur permukaan cairan rata-rata 25,9°C, sehingga tekanan uap aktual (PVA) adalah 6,22498 psi. Demikian pula,

berat molekul (Mv) uap dapat ditemukan dengan mengkorelasikan nilai RVP pada Tabel 2.2. Menggunakan data pengamatan dari tes harian yang dilakukan di laboratorium TBBM di xxx, Pertamina ditemukan memiliki RVP sebesar 8,56 psi, menghasilkan Mv sebesar 67,69 lb/lb mol. Densitas Pertamina digunakan untuk menghitung susut pakai dalam liter, berdasarkan hasil observasi lapangan, densitas Pertamina adalah 739,1 Kg/L.

Untuk mendapatkan operating loss dihitung menggunakan persamaan (2.8) dengan pergantian Tangki Storage Pertamina (N) pada tahun 2018 berdasarkan persamaan yaitu:

$$N \text{ (Dimensionless)} = Q / VLX$$

$$= 174.230.184 / 11.175.375$$

$$N = 15,59 \text{ (Dibulatkan menjadi 16)}$$

Dari data N, turnover tangki timbun kurang dari 36, maka nilai saturation factor (KN) = 1. Dengan rumus working loss pada persamaan didapatkan volume losses pada tangki timbun di tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$LW = 0,0010 \times MV \times PVA \times Q \times KN \times KP$$

$$LW = 0,001 \times 67,69 \times 6,22498 \times 1095875 \times 1 \times 1$$

$$LW = 461.768 \text{ lb}$$

Dapat diketahui bahwa besar working loss akibat penguapan adalah 461.767 lb setara dengan 283.391 liter yaitu 0,16% dari throughput Pertamina tahun 2018.

Dengan menggunakan rumus yang sama, maka estimasi working loss (Lw) pada tangki timbun Pertamina tahun 2019-2023 sesuai pada tabel 3.10 berikut ini.

**Tabel 3.10 Estimasi Working loss Tangki Timbun Pertamina 2019-2023**

Tahun	Fore cast	Throug hput (Liter)	Turno ver	KN	Lw (lb)	Lw (liter) %
2019	237.983.811	21	1	630.616	387.015	0,16%
2020	287.838.559	26	1	762.867	468.179	0,16%
2021	337.693.307	30	1	894.999	549.269	0,16%

2022	387.548.055	35	1	1.027.131	630.359	0,16%
2023	437.402.80	39	0,933	1.081.764	663.88	0,15%

Tabel di atas menjelaskan bahwa berdasarkan hasil ramalan penjualan Pertamina 5 tahun ke depan, persentase penguapan Pertamina antara tahun 2019 hingga 2023 rata-rata sebesar 0,158% (dibulatkan menjadi 0,16%). kemampuan untuk memprediksi kenyaringan. Dibandingkan dengan volume masukan, penguapan pada tangki penyimpanan sama setiap tahunnya. Pada floating roof tank, drainase selalu minimal atau bahkan hampir tidak ada, sehingga uap produk biasanya sangat kecil. Dalam tangki dengan atap berbentuk kerucut tetap, volume pengisian bisa sangat besar, tergantung pada level cairan di dalam tangki. Jika isiannya kecil, akan membatasi jumlah uap yang dihasilkan di dalam tangki. Untuk volume yang lebih kecil, penguapan juga berkurang.

#### 4.6 Vapor Control System

Pemilihan VCS dilakukan dengan membandingkan Vapor Destruction dan Vapor recapture terhadap kesesuaian operasional di Terminal Transit BBM. Perbandingan ini menggunakan asumsi bahwa jumlah uap BBM yang dikontrol adalah sama jumlahnya. Perbedaan mendasar pada Vapor Destruction dan Vapor recapture adalah sebagai berikut

**Tabel 3.11 Perbedaan Vapor Destruction dan Vapor Recapture**

Vapor Destruction	Vapor Recapture
Pembakaran sebagai proses utama sistem eliminasi emisi.	Proses adsorpsi dan kondensasi sebagai proses utama dalam me-recovery emisi.
Banyak digunakan dikilang, pengeboran dan industri petrokimia	Diaplikasikan di Terminal Transit BBM, kilang dan lapangan pengeboran.
Memberikan secondary energi berupa heat.	Memberi nilai tambah berupa recovered product.

Terminal Transit BBM xxx terletak di tepi laut dan luas wilayahnya terbatas, sehingga berdasarkan aspek tersebut, penggunaan jet uap tidak sesuai untuk penggunaan Terminal Transit BBM xxx. Selain ketersediaan lahan, sebagian besar

lokasi Terminal Transit BBM berada di lokasi strategis, sehingga tidak cocok digunakan di Terminal Transit BBM selain untuk pembuangan uap, tetapi juga karena prinsip kerja pembuangan uap, yang menggunakan pembakaran sebagai proses utama. Proses pembakaran sangat berbahaya dalam pengoperasian Terminal Transit BBM. Meskipun hasil pemulihan kerusakan uap dapat dipulihkan dalam bentuk panas, namun tidak dimanfaatkan secara optimal di Terminal Transit BBM. Oleh karena itu steam recovery menjadi pilihan yang tepat untuk digunakan di Terminal Transit BBM xxx

3.7 Proses VOC Recapture Melalui Vapor Recovery

Kapasitas pertamax di Terminal Transit BBM Wayame Ambo masih tergolong rendah meski setiap tahun terus meningkat. Penguapan memungkinkan menciptakan nilai karena daur ulang produk membantu penurunan uap. Metode sistem kontrol uap melalui unit pemulihan uap (VRU). VRU merupakan pilihan yang sangat cocok untuk investasi Terminal Transit BBM jangka panjang.

3.7.1 Pemilihan Teknologi Vapor Recovery Unit

Ada dua metode pemulihan uap, yaitu menggunakan adsorben karbon dan kondensor berpendingin. Teknologi yang memberikan keuntungan paling besar adalah Carbon Adsorben, karena metode ini lebih efisien dan emisi yang dihasilkan memenuhi standar polusi yang ditetapkan dibandingkan dengan metode pendinginan. Hal ini sesuai dengan pedoman VRU yang diterbitkan oleh Badan Pencegahan Polusi, yang menyatakan bahwa metode pendinginan tidak disarankan karena tidak memenuhi standar polusi udara yang ditetapkan oleh EPA. Teknologi regenerasi uap menggunakan penyerap karbon meliputi proses dan peralatan berikut:

a. Regeneration

Material utama yang digunakan pada proses ini adalah *activated carbon*. Sarana dan fasilitas yang digunakan dalam proses *adsorption* dan *regeneration* adalah *fixed regenerable bed carbon adsorber*.

b. Pengembalian Uap ke Bentuk Cair I

*Recovery* produk dengan menggunakan proses *absorption* dimana penggunaan Pertamax sebagai *absorbent*. Beberapa komponen utama dari VRU yang dipilih adalah sebagai berikut:

- *Vessel* sejumlah 2 unit sebagai tempat untuk *adsorption* dan untuk *regeneration*.
- *Absorber Columm* digunakan sebagai tempat untuk proses *absorption*.
- *Air Compressor* digunakan untuk meregenerasi karbon (*regeneration*).

- Pompa produk digunakan untuk memompa *absorbent* ke kolom *absorber* dan memompa hasil *recovery* ke tangki penyimpanan produk
- *Vent* digunakan untuk sebagai saluran pembuangan udara murni
- *Decanter* digunakan sebagai fasilitas penyaringan cairan yang terikut dalam uap
- Jaringan pipa digunakan baik untuk jalur penyaluran uap maupun produk.

3.7.2 Penentuan Lokasi Vapor Recovery Unit

Lokasi Instalasi VRU di Terminal BBM sangat penting agar sumber *evaporation loss* dapat *direcovery* dengan optimal. Sumber *evaporation loss* ada pada Tangki Timbun.

3.7.3 Perhitungan Volume Recovered Product

Keuntungan yang didapat dari penggunaan VRU adalah *revenue* dari hasil *recovered product* yang terjual. Perhitungan *volume recovered product* membutuhkan data berikut :

a. Data Total Loss Tahun 2019-2023 yang merupakan Estimasi Loss Operasional Tangki Pertamax (tabel 3.9). Total tebu yang dilepas selama ini ke tangki Pertamax dan tanker diharapkan dapat didaur ulang menjadi produk Pertamax oleh VRU.

b. Efisiensi VRU memberikan output berupa total loss yang dapat berupa *recovery product*. Efisiensi peralatan VRU bekas diasumsikan 95% (7:9) Produk daur ulang diperoleh dengan mengalikan efisiensi VRU dengan penjumlahan total kerugian. Untuk hasil daur ulang produk sesuai tabel berikut:

**Tabel 3.12 Volume Recovered Product Pertamax 2019-2023**

Tahun	Working loss (liter) B	Efisiensi VRU (%) c	Recovered Product (liter) b x c
2019	387.015	95	367.664,25
2020	468.179		444.769,1
2021	549.269		521.805,55
2022	630.359		598.841,05
2023	663.888		63

3.8 Analisa Finansial Investasi Vapor Recovery Unit

Analisis finansial digunakan untuk menilai apakah investasi VRU memiliki nilai finansial atau tidak. Salah satu parameter

evaluasi keuangan investasi VRU adalah analisis Net Present Value (NPV) dengan informasi sebagai berikut:

a) Pendapatan atau uang diperoleh dengan mengalikan jumlah produk daur ulang dengan harga Pertamina. Harga standar Pertamina adalah Rp. 9.850.

B. Nilai tukar default untuk \$1,00 adalah Rp. 14.400 (rata-rata nilai tukar dolar ke rupee pada tahun 2019).

C. Suku bunga diasumsikan 10%.

### 3.8.1 Total investasi modal

Material utama peralatan VRU adalah karbon aktif dan kontainer, dimana jumlah material dasar yang dibutuhkan saat menghitung total investasi dengan data dan asumsi sebagai berikut:

a Menurut pedoman pengendalian polusi udara USEPA, kapasitas kesetimbangan (Ni) batubara diasumsikan sebesar 0,333 lb/lb.

b. Waktu yang diperlukan untuk proses adsorpsi ( $\Theta A$ ) adalah 12 jam.

c. Uap pertamax yang masuk ke VRU (mvoc) dihitung dengan menggunakan work loss 0,16 dan throughput rata-rata Pertamina aktual sebesar 480 KL per hari.

d. Harga karbon aktif diperkirakan \$1,2 per pon. e) Bejana untuk proses adsorpsi dan regenerasi menetapkan rasio diameter (D) terhadap tinggi (L) sebesar 1:2.

f. Kepadatan karbon aktif diasumsikan 30 lb/ft<sup>3</sup>

#### 3.8.1.1 Total Biaya Kebutuhan Carbon Adsorption (Cc)

Penguapan Pertamina yang masuk ke sistem VRU merupakan informasi yang dibutuhkan untuk menghitung carbon demand (mc). Massa uap pertamax diperoleh sebagai persentase dari total loss (load loss dan operating loss) dikalikan dengan output daya harian dan densitas Pertamina. Hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut

**Mvoc = Prosentase Total Loss x Throughput Pertamina x Density Pertamina**

$$= 0,16 \% \times 480 \text{ KL} \times 739,1 \text{ Kg/KL}$$

$$= 567,6288 \text{ Kg} = 1251 \text{ lb}$$

Didapat jumlah massa uap yang masuk ke dalam sistem VRU adalah 1.251 lb per hari atau sebesar 52,13 lb per jam. Maka didapatkan kebutuhan karbon (mc) untuk VRU sebagai berikut :

$$\mathbf{Mc = mvocwc(1+NDNA)}$$

$$\text{Mc} = 52,13 \text{ lb/hr} \times 12 \text{ h} \times (1+1/1) 0,167 \text{ lb}$$

$$\text{Mc} = 7.492 \text{ lb}$$

Dari perhitungan ini dihasilkan kebutuhan karbon sebanyak 7.492 lb. Sehingga dengan rumus 2.17 akan didapatkan total biaya kebutuhan karbon sebagai berikut:

$$\mathbf{Cc = \$1,2/lb \times 7.492 \text{ lb} = \$8.990}$$

Pengeluaran biaya kebutuhan *carbon* sesuai dengan perhitungan yang sudah dilakukan adalah \$8.990, jika dalam kurs rupiah sebesar Rp. 129.456.000

### 3.8.1.2 Biaya Tambahan Peralatan

Dari data jumlah karbon yang masuk di sistem VRU, maka perhitungan volume karbon untuk satu Vessel sebagai berikut :

$$\mathbf{Volume \text{ Karbon} (Vc) = Mc/2Density \text{ Karbon Katif}}$$

$$\text{Volume Karbon (Vc)} = 3,746 \text{ lb} / \text{ft}^3$$

$$\text{Volume Karbon (Vc)} = 125 \text{ ft}^3$$

Dari perhitungan volume karbon mengindikasikan kapasitas *vessel* pada VRU sebesar 125 ft<sup>3</sup> atau sebesar 3,54 m<sup>3</sup>. Dengan bantuan rumus perhitungan tabung dan perbandingan dimensi D:L = 1:2, maka dimensi *vessel* sebagai berikut:  $3 D = 2 \times Vc / \pi$

Dari perhitungan didapat hasil D = 4ft, dan dengan perbandingan dimensi D:L = 1:2 maka L = 8 ft, sehingga luas area permukaan *vessel* sesuai.

Luas permukaan untuk 1 *vessel* sesuai perhitungan diatas adalah 125,6 ft<sup>2</sup>, dimana sesuai dengan rumus 2.12 akan didapatkan total biaya kebutuhan *vessel* (CV) sebagai berikut:

$$\text{Cv} = 271 \text{ \$0,778}$$

$$\text{Cv} = 271 \times 125,6 \text{ 0,778} = \$ 11.640,8$$

Dengan asumsi harga med-1999, kalikan indeks dengan asumsi inflasi 10% (faktor majemuk) untuk mendapatkan harga 2019 yang relevan sebagai berikut:

$$\mathbf{Cv \text{ 2019} = P(F/P, i, n)}$$

$$= \$ 11.640,8 (2,5937)$$

$$= \$ 30.192,77$$

Perhitungan untuk satu unit *vessel*, sedangkan kebutuhan *vessel* ada 2 buah maka total biayanya

$$= 2 \times \$ 30.192,77$$

$$= \$60.385,54$$

,atau dalam kurs rupiah sebesar Rp. 869.551.776, sehingga total kebutuhan *karbon* dan *vessel* adalah Rp. 999.007.776.

Total biaya *carbon* dan *vessel* adalah komponen utama dalam perhitungan Total *capital investment*. Sedangkan untuk menghitung *direct cost* dan *indirect cost* disesuaikan dengan menggunakan faktor biaya yang telah dikeluarkan EPA *Air Pollution Control Cost Manual* (Bab II tabel 2.2). Dari perhitungan pada tabel tersebut, didapatkan Total *capital investment* sebesar Rp. 1,889 Miliar dengan detail sebagai berikut :

**Tabel 3.13 Total Capital Investment (Dalam Juta Rupiah)**

<i>Cost item</i>	<i>Cost</i>
------------------	-------------

<b>Direct Cost</b>	
<i>Purchased equipment cost</i>	
<i>Carbon Adsorber</i>	999
<i>Vessel</i>	
<i>Instrumentation</i>	100
<i>Sales Taxes</i>	30
<i>Freight</i>	50
<hr/>	
<i>Purchased Equipment Cost, PEC</i>	1.179
<hr/>	
<i>Direct installation cost</i>	
<i>Foundations &amp; supports</i>	94
<i>Handling &amp; erection</i>	165
<i>Electrical</i>	47
<i>Piping</i>	24
<i>Insulation</i>	12
<i>Painting</i>	12
<hr/>	
<i>Direct installation cost</i>	354
<hr/>	
<i>Total Direct Costs, DC</i>	1.533
<hr/>	
<b>Indirect Cost (installation)</b>	
<i>Engineering</i>	
	118
<i>Construction and field</i>	
	59
<i>expenses</i>	118
<i>Contractor fees</i>	
	24
<i>Start-up</i>	
	12
<i>Performance test</i>	
	35
<i>Contingencies</i>	
<hr/>	
<b>Total Indirect Cost, IC</b>	366
<hr/>	
<b>Total Capital Investment = DC + IC</b>	1.889
<hr/>	

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada Bab III dan kesimpulan diatas, maka dapat disarankan Working loss di tangki timbun Terminal Transit BBM xxx secara persentase akan mengalami

penurunan di tahun 2023. Working loss pada tahun 2019 hingga 2022 diperkirakan sebesar 0,16% sedangkan untuk tahun 2023 diperkirakan turun sebesar 0,15% dari total volume produk yang disalurkan. Dan secara volume, working loss mengalami peningkatan karena laju *Throughput* BBM Pertamina meningkat. Dengan demikian working loss pada tahun 2019 adalah 387.015 liter dan naik hingga 663.888 liter di tahun 2023.

Dengan penerapan VRU di Terminal Transit BBM xxx maka dapat mengendalikan losses BBM Pertamina akibat penguapan pada tangki timbun hingga 95%. Dengan demikian uap BBM yang dapat direcovered adalah sebesar 367.664 liter pada tahun 2019 dan meningkat hingga 630.694 liter pada tahun 2023. Total investasi modal (total capital investment) dari Vapor Recovery Unit adalah sebesar Rp. 1.889.000.000 dengan total biaya tahunan (total annual cost) sebesar Rp. 1.768.000.000. Nilai pengembalian dari BBM Pertamina yang di-recovery meningkat per tahun dari 2019 hingga 2023 yaitu sebesar Rp. 3.621.492.863 hingga Rp. 6.212.331.960 per tahun.

#### REFERENSI

- [1] Abraham, Kristin, 2001. Gasoline Marketing Stage 1 and Stage 2 Volume III Chapter 11. West Virginia: Eastern Research Group, Inc.
- [2] Jakfar, Ir., M.T., 2015. "Forecasting". Cepu. Sekolah Tinggi Energi dan Mineral (STEM) Akamigas.
- [3] Mussatti, Daniel C. 2002. "EPA Air Pollution Control Cost Manual. sixth edition. US Environmental Protection Agency". North Carolina.
- [4] Rachman, Adi. 2014. "Vapour Recovery Unit Sebagai Pengendali Rugi Penguapan di Terminal BBM". Cepu. Sekolah Tinggi Energi dan Mineral (STEM) Akamigas.
- [5] Richards, Larry. 2011. "Increasing Profits Using Vapor Recovery". Hy-bon lEngineeringl Company, Inc.
- [6] -----, 1992, Standard For Vapour Emission Control System. [pdf]. ([http://www.transportstyrelsen.se/global/sjofart/dokument/imo\\_dokument/msc/msc\\_circ\\_585.pdf](http://www.transportstyrelsen.se/global/sjofart/dokument/imo_dokument/msc/msc_circ_585.pdf) diakses pada tanggal 1 Juni 2019)
- [7] -----, 1999, Guide to Vapor Recovery Unit Bureau of Discharger Prevention. [pdf]. (<https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/36805/pdf/1/> diakses tanggal 1 Juni 2019)
- [8] -----, 1999, Carbon Adsorbers Chapter 3-1. [pdf]. (<https://www3.epa.gov/ttn/ecas/docs/cs3-1ch1.pdf> diakses tanggal 1 Juni 2019)
- [9] -----, 2006, Volatile Organic Liquid Storage Tanks Chapter 7-1. [pdf]. (<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch07/final/c07s01.pdf> diakses tanggal 1 Juni 2019)
- [10] -----, 2008, Transportation And Marketing Of Petroleum Liquids Final Chapter 5-2