

Analisis *Evaporation Loss* Tangki Timbun Pertasol CA dan Pertasol CB melalui Studi Eksperimental dan Pemodelan Matematis

Apriyan Bima Maulana*, Muhammad Izza Alexander

Universitas Islam Indonesia, Sleman

INFORMASI NASKAH

Diterima : 25 Juni 2025
Direvisi : 2 Maret 2026
Disetujui : 13 Maret 2026
Terbit : 31 Maret 2026

Email korespondensi:
22521086@students.uii.ac.id

Laman daring:
[https://doi.org/10.37525/
sp/2026-1/1186](https://doi.org/10.37525/sp/2026-1/1186)

ABSTRAK

Kehilangan produk akibat penguapan (*evaporation loss*) merupakan salah satu tantangan signifikan dalam sistem penyimpanan migas, khususnya pada tangki timbun tipe atap tetap (*fixed roof tank*). Penguapan ini terjadi karena fluktuasi suhu lingkungan dan aktivitas pengisian serta pengosongan tangki yang menyebabkan terbentuknya uap hidrokarbon. Penelitian ini dilakukan di PPSDM MIGAS Cepu dengan fokus pada dua tangki timbun, yaitu Tangki T-116 untuk Pertasol CA dan Tangki T-110 untuk Pertasol CB. Tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisis besar *evaporation loss* yang terjadi serta mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi nilainya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap suhu lingkungan, level cairan tangki (*ullage*), volume *throughput*, serta spesifikasi teknis tangki. Analisis dilakukan dengan pendekatan matematis menggunakan acuan API MPMS Chapter 19.2 dan API Bulletin 2523 untuk menghitung dua komponen utama *evaporation loss*, yaitu *breathing loss* dan *working loss*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Tangki T-116 mengalami kehilangan sebesar 233,905 bbl/tahun, sedangkan Tangki T-110 sebesar 34,021 bbl/tahun. Kerugian finansial total akibat kehilangan ini mencapai lebih dari Rp275 juta per tahun. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik produk dan intensitas *throughput* memiliki pengaruh signifikan terhadap besarnya penguapan. Rekomendasi utama yang disarankan adalah pemasangan sistem pengendali emisi seperti *Vapor Recovery Unit* (VRU) untuk menekan kehilangan produk dan dampak lingkungan.

Kata kunci: *breathing loss, evaporation loss, working loss*



PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi menghadapi tantangan dalam menjaga efisiensi operasional, khususnya pada tahap penyimpanan produk. Kehilangan produk selama proses penyimpanan tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi, tetapi juga berpotensi menimbulkan emisi hidrokarbon yang berkontribusi terhadap pencemaran udara dan pembentukan senyawa volatil di atmosfer (U.S. EPA, 1995; EPA, 1955). Oleh karena itu, pengendalian kehilangan produk (*product loss control*) menjadi bagian penting dalam manajemen fasilitas penyimpanan migas.

Tangki timbun merupakan salah satu infrastruktur penting dalam industri minyak dan gas bumi, baik pada sektor hulu maupun hilir. Tangki ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara produk migas sebelum didistribusikan ke unit pengolahan lanjutan, kilang, maupun pusat distribusi lainnya. Salah satu jenis tangki yang umum digunakan dalam industri ini adalah *fixed roof tank*, yaitu tangki silinder dengan atap tetap yang relatif sederhana dan ekonomis (Makruf et al., 2020). Meskipun demikian, tipe tangki ini memiliki potensi kehilangan produk akibat penguapan (*evaporation loss*) yang cukup signifikan dibandingkan tipe tangki dengan sistem pengendalian uap.

Evaporation loss merupakan kehilangan fraksi hidrokarbon volatil akibat proses penguapan selama penyimpanan. Pada tangki tipe *fixed roof tank*, kehilangan ini terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu *breathing loss* dan *working loss*. *Breathing loss* terjadi akibat fluktuasi suhu harian yang menyebabkan ekspansi dan kontraksi uap di ruang kosong (*ullage*), sedangkan *working loss* timbul akibat aktivitas pengisian dan pengosongan tangki (Varec et al., 1987; API, 2003).



Gambar 1. Tangki T-110 di PPSDM MIGAS Cepu



Gambar 2. Tangki T-116 di PPSDM MIGAS Cepu

Besarnya *evaporation loss* dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tekanan uap produk yang direpresentasikan melalui *Reid vapor pressure* (RVP) dan *true vapor pressure* (TVP), perubahan suhu harian, dimensi tangki, volume ruang kosong, serta intensitas *throughput* (Chilingarian et al., 1987; API, 2017). Secara teoritis, semakin tinggi nilai tekanan uap suatu produk hidrokarbon, maka semakin besar kecenderungannya untuk berpindah ke fase uap pada suhu tertentu. Selain itu, frekuensi operasional tangki yang tinggi akan meningkatkan peluang terjadinya *working loss* karena perpindahan cairan memicu pelepasan uap ke atmosfer (U.S. EPA, 1995).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tangki dengan produk dengan RVP tinggi dan *turnover* intensif cenderung mengalami kehilangan lebih besar dibandingkan tangki dengan volatilitas rendah (Andalucia, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik produk dan kondisi operasional memiliki peran dominan dalam menentukan besarnya kehilangan. Secara termodinamika pula, peningkatan suhu akan meningkatkan tekanan uap zat cair sesuai prinsip kesetimbangan fase uap-cair (Perry & Green, 2008).

Meskipun metode perhitungan *evaporation loss* telah distandarkan dalam API MPMS Chapter 19.2 dan API Bulletin 2523, penerapan analisis kuantitatif secara spesifik pada fasilitas penyimpanan di PPSDM MIGAS Cepu belum terdokumentasi secara ilmiah. Hingga saat ini, belum terdapat data terukur mengenai besarnya *evaporation loss* aktual pada tangki T-116 dan T-110 serta faktor dominan yang memengaruhinya dalam kondisi operasional nyata.

Di lingkungan PPSDM MIGAS Cepu, produk Pertasol CA dan Pertasol CB disimpan pada tangki T-116 dan T-110 yang memiliki karakteristik operasional berbeda. Pertasol CA memiliki volatilitas lebih tinggi dibandingkan Pertasol CB serta frekuensi *throughput* yang relatif intensif. Produk dengan fraksi hidrokarbon ringan memiliki tekanan uap lebih tinggi sehingga rentan mengalami penguapan selama penyimpanan (Speight, 2014). Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk melakukan analisis berbasis standar API guna mengetahui besarnya kehilangan aktual serta mengevaluasi dampak finansial yang ditimbulkannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya *breathing loss* dan *working loss* pada tangki T-116 dan T-110 menggunakan metode API MPMS Chapter 19.2 dan API Bulletin 2523, menganalisis faktor operasional dan karakteristik produk yang memengaruhi *evaporation loss*, mengestimasi *financial loss* akibat kehilangan produk, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meminimalkan kehilangan tersebut.

METODE PENELITIAN

A. Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan secara primer dan sekunder. Data primer diperoleh yaitu suhu harian lingkungan (suhu maksimum, minimum, dan rata-rata), volume cairan dalam tangki, tinggi ruang kosong (*ullage*), serta jumlah *throughput* harian yang masuk atau keluar dari tangki pertasol CA (T-116) dan pertasol CB (T-110). Sementara itu, data sekunder meliputi data spesifikasi tangki pertasol CA (T-116) dan pertasol CB (T-110), data level minyak, serta data fisik produk seperti *Reid vapor pressure* (RVP).

B. Tahapan Analisis Data

Analisis data penghitungan kehilangan produk akibat penguapan (*evaporation loss*) yang terjadi pada *fixed roof tank* terbagi menjadi *breathing loss* dan *working loss*. *Breathing loss* merupakan kehilangan yang terjadi saat tangki dalam kondisi diam, tanpa aktivitas pengisian atau pengosongan, di mana fluktuasi suhu harian menyebabkan ekspansi dan kontraksi uap di ruang kosong (*ullage*) tangki. Sementara itu, *working loss* terjadi selama proses operasional tangki, khususnya saat produk dimasukkan atau dikeluarkan dari tangki. Tahapan pemrosesan data meliputi:

- 1) *Paint factor*, dapat ditentukan berdasarkan warna tangki T-116 dan T-110.

- 2) Reid vapor pressure (RVP) dan True vapor pressure (TVP)
- 3) Perubahan suhu harian, dapat ditentukan dengan:

$$\Delta T = T_{TI} - T_{RE} \quad (1)$$

Dimana:

ΔT = Perubahan suhu harian (°F)

T_{TI} = Suhu harian tertinggi (°F)

T_{RE} = Suhu harian terendah (°F)

- 4) Turnover factor

- 5) Perhitungan breathing loss

Berdasarkan API Bull 2523 (2017), untuk menentukan breathing loss melalui persamaan berikut:

$$L_y = \left[\frac{24}{1000} \times \left(\frac{TVP}{14.7 - TVP} \right) \times D \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.50} \times F_p \times K_N \right] \quad (2)$$

Dimana:

L_y = Breathing loss, bbl/tahun

TVP = True vapor pressure, psi

D = Diameter tangki, ft

H = Ullage, ft

ΔT = Selisih suhu harian, °F

F_p = Paint factor

K_N = Turnover factor

- 6) Working loss

- 7) Berdasarkan API Bull 2523 (2017), untuk menentukan working loss melalui persamaan berikut:

$$L_w = \frac{3 \times TVP \times V}{10000} \times K_N \quad (3)$$

Dimana:

TVP = True vapor pressure, psi

V = Throughput, bbl/hari

K_N = Turnover factor

- 8) Evaporation loss

Untuk evaporation loss pada fixed roof tank dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Evaporation Loss} = \text{Breathing Loss} + \text{Working Loss} \quad (4)$$

Dimana:

Breathing loss = Penguapan sebagian crude oil akibat ekspansi dan kontraksi termal uap minyak dengan udara karena perubahan suhu harian, bbl/tahun

Working loss = Kerugian akibat penguapan yang terjadi akibat perubahan level cairan di tangki, bbl/tahun

- 9) Perhitungan financial loss

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Evaporation Loss Tangki Timbun T-116 dan T-110 PPSDM MIGAS Cepu

Perhitungan evaporation loss mulai tanggal 11 Juni 2025 hingga 15 Juni 2025. Ada beberapa tahapan yang dilakukan:

1. Tipe tangki adalah fixed roof tank
2. Warna tangki abu-abu
3. Penentuan paint factor berdasarkan warna dari tangki. Menurut API Bull 2523 (2017), warna tangki abu-abu dan kondisi cat dalam keadaan baik, sehingga paint factor = 1,46. Dapat dilihat pada tabel 1 berikut.



Tabel 1. Tank Color vs Paint Factor

Tank Color		Paint Factor	
Roof	Shell	Paint in Good Condition	Paint in Poor Condition
White	White	1.00	1.15
Aluminium (specular)	White	1.04	1.18
White	Aluminium (specular)	1.16	1.24
Aluminium (specular)	Aluminium (specular)	1.20	1.29
White	Aluminium (diffuse)	1.30	1.38
Aluminium (diffuse)	Aluminium (diffuse)	1.39	1.46
White	Gray	1.30	1.38
Light Gray	Light Gray	1.33	-
Medium Gray	Medium Gray	1.46	-

4. Penentuan *true vapor pressure* (TVP). TVP ditentukan berdasarkan suhu harian dan *reid vapor pressure* (RVP) dari laboratorium Kilang PPSDM MIGAS Cepu.

Tabel 2. Nilai TVP tangki T-116

Tanggal	Suhu Cairan, °F	RVP, psi	TVP, psi
11/06/2025	93,2	8,4	6,9
12/06/2025	94,4	6,5	5,9
13/06/2025	94,1	6,2	5,9
14/06/2025	91,4	7,5	7,1
15/06/2025	93,2	8,2	7,9

Tabel 3. Nilai TVP tangki T-110

Tanggal	Suhu Cairan, °F	RVP, psi	TVP, psi
11/06/2025	111,2	2,6	2,3
12/06/2025	87,8	1,4	1,21
13/06/2025	104	0,8	0,8
14/06/2025	104	1,0	0,87
15/06/2025	113	1,5	1,25

5. Penentuan perubahan suhu harian

Data T_{TI} dan T_{RE} didapatkan dari suhu harian di PPSDM MIGAS Cepu dari tanggal 11 Juni 2025 hingga 15 Juni 2025. Rata-rata perubahan suhu harian adalah 11,57 °F.

Tabel 4. Suhu Harian di PPSDM MIGAS Cepu

Tanggal	Suhu Harian (°F)		Rentang Suhu (°F)
	Tertinggi (T_{TI})	Terendah (T_{RE})	
10/06/2025	91,4	77	14,4
11/06/2025	91,4	78,8	12,6
12/06/2025	89,6	77	12,6
13/06/2025	89,6	78,8	10,8
14/06/2025	89,6	80,6	9
15/06/2025	91,4	80,6	10,8
16/06/2025	91,4	80,6	10,8
Rata-Rata	90,63	79,06	11,57

6. Penentuan *turnover factor*

Berdasarkan API (2003), untuk $turnover \leq 36$, maka nilai *turnover factor* = 1. Sehingga untuk tangki timbun T-116 dan T-110 nilai *turnover factor* adalah 1.

Tabel 5. Spesifikasi Tangki Timbun T-116 dan T-110

No	Spesifikasi	T-116	T-110
1	Diameter Tangki	5998 mm	5796 mm
2	Volume Bersih	70510 liter	73927 liter
3	Tinggi lubang ukur dari meja ukur	2975 mm	3389 mm
4	Tinggi tangki dari meja ukur	2729 mm	3063 mm
5	Tinggi maksimum volume bersih	2500 mm	2800 mm
6	Tinggi meja ukur	0 mm	-5 mm
7	Tinggi dasar tangki dari meja ukur	-21 mm	0 mm
8	Tinggi Tangki	2495,444 mm	2801,925 mm

Tabel 6. Data Perhitungan Tangki Timbun T-116 dan T-110

No	Variabel	T-116	T-110
1	Tipe Tangki	<i>Fixed Roof Tank</i>	<i>Fixed Roof Tank</i>
2	<i>Paint factor</i>	1,46	1,46
3	Diameter Tangki	19,678 ft	19,016 ft
4	Tinggi Tangki	8,187 ft	9,193 ft
5	<i>Reid Vapor Pressure</i>	8,4 psi	2,6 psi
6	Perubahan Suhu Harian	12,6 °F	12,6 °F
7	Suhu Cairan	93,2 °F	111,2 °F
8	<i>True Vapor Pressure</i>	6,9 psi	2,3 psi
9	<i>Throughput</i>	269,06 bbl/hari	128,57 bbl/hari
10	<i>Turnover Factor</i> (K_N)	1	1
11	<i>Ullage</i>	2,30 ft	0,63 ft

7. Penentuan *breathing loss*, menggunakan persamaan 2:

a. *breathing loss* T-116:

$$Ly = \left[\frac{24}{1000} \times \left(\frac{6,9}{14,7 - 6,9} \right) \text{psi} \times 19,678 \text{ ft} \times 2,3^{0,51} \text{ ft} \times 12,6^{0,50} \text{ °F} \times 1,46 \times 1 \right]$$

$$Ly = 30,300 \text{ bbl/tahun}$$

$$Ly = 0,083 \text{ bbl/hari}$$

$$Ly = \frac{0,083 \text{ bbl}}{318,981 \text{ bbl}} \times 100\% = 0,026\%$$

b. *breathing loss* T-110:

$$Ly = \left[\frac{24}{1000} \times \left(\frac{2,3}{14,7 - 2,3} \right) \text{psi} \times 19,016 \text{ ft} \times 0,63^{0,51} \text{ ft} \times 12,6^{0,50} \text{ °F} \times 1,46 \times 1 \right]$$

$$Ly = 5,412 \text{ bbl/tahun}$$

$$Ly = 0,015 \text{ bbl/hari}$$

$$Ly = \frac{0,015 \text{ bbl}}{463,8196 \text{ bbl}} \times 100\% = 0,0032\%$$

8. Penentuan *working loss*, menggunakan persamaan 3:

a. *working loss* T-116

$$\text{Throughput (V)} = 269,06 \text{ bbl}$$

$$\text{Turnover factor (K}_N\text{)} = 1$$

$$\text{True Vapor Pressure (P)} = 6,9$$



$$Lw = \frac{3 \times 6,9 \text{ psi} \times 269,06 \text{ bbl}}{10000} \times 1$$

$$Lw = 0,557 \text{ bbl}$$

b. *working loss* T-110

$$\text{Throughput (V)} = 128,57 \text{ bbl}$$

$$\text{Turnover factor (K}_N\text{)} = 1$$

$$\text{True Vapor Pressure (P)} = 2,3$$

$$Lw = \frac{3 \times 2,3 \text{ psi} \times 128,57 \text{ bbl}}{10000} \times 1$$

$$Lw = 0,089 \text{ bbl}$$

$$Lw = \frac{0,089 \text{ bbl}}{463,82 \text{ bbl}} \times 100\% = 0,019\%$$

9. Penentuan *evaporation loss*, menggunakan persamaan 4:

a. *Evaporation loss* T-116

$$\text{Evaporation Loss} = \text{Breathing Loss} + \text{Working Loss}$$

$$\text{Evaporation Loss} = 30,300 \text{ bbl/tahun} + 203,288 \text{ bbl/tahun}$$

$$\text{Evaporation Loss} = 233,588 \text{ bbl/tahun}$$

b. *Evaporation loss* T-110

$$\text{Evaporation Loss} = \text{Breathing Loss} + \text{Working Loss}$$

$$\text{Evaporation Loss} = 5,412 \text{ bbl/tahun} + 32,380 \text{ bbl/tahun}$$

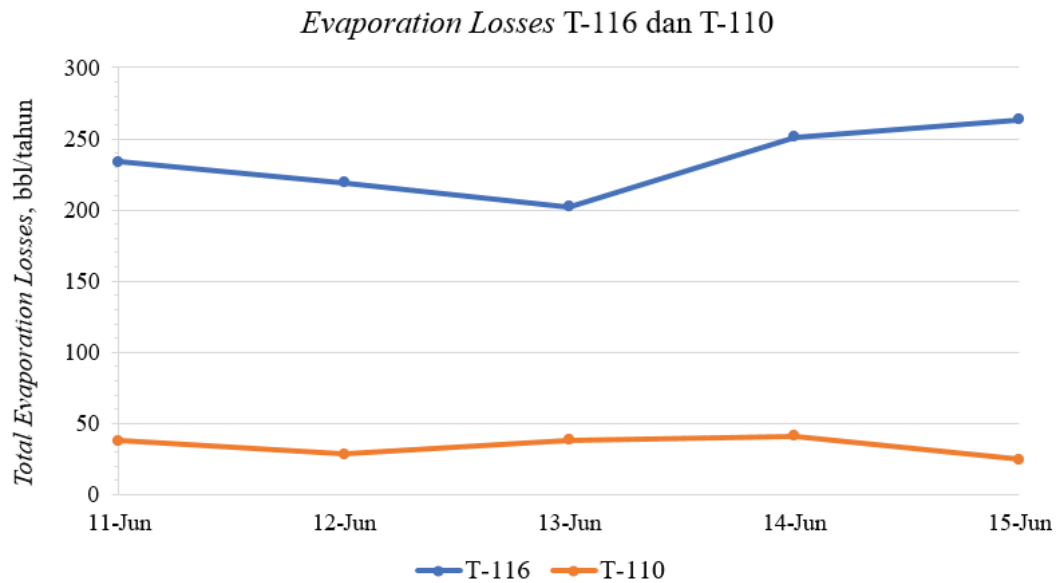
$$\text{Evaporation Loss} = 37,792 \text{ bbl/tahun}$$

Tabel 7. *Evaporation Loss* Tangki Timbun T-110

<i>Evaporation Loss T-110</i>							
Tanggal	Level Ullage (H)	Perubahan Temperatur Harian (T)	Throughput (V)	Breathing Loss (Ly)	Working Loss (Lw)	Total Evaporation Loss	
	ft	°F	bbl/tahun	bbl/tahun	bbl/tahun	bbl/tahun	%
11/06/2025	0,63	12,6	46928,06	5,412	32,380	37,792	0,0008
12/06/2025	1,97	12,6	61891,96	5,915	22,467	28,382	0,0005
13/06/2025	3,98	10,8	134799,07	5,787	32,352	38,139	0,0003
14/06/2025	4,62	9	134799,07	6,060	35,183	41,243	0,0003
15/06/2025	1,38	10,8	52984,33	4,680	19,869	24,549	0,0005
Kumulatif				27,855	142,251	170,105	0,0023
Rata-rata				5,571	28,450	34,021	0,0005

Tabel 8. *Evaporation Loss* Tangki Timbun T-116

<i>Evaporation Loss T-116</i>							
Tanggal	Level Ullage (H)	Perubahan Temperatur Harian (T)	Throughput (V)	Breathing Loss (Ly)	Working Loss (Lw)	Total Evaporation Loss	
	ft	°F	bbl/tahun	bbl/tahun	bbl/tahun	bbl/tahun	%
11/06/2025	2,30	12,6	98206,62	30,300	203,288	233,588	0,0024
12/06/2025	2,41	12,6	109242,44	25,726	193,359	219,085	0,0020
13/06/2025	0,35	10,8	109242,44	8,845	193,359	202,204	0,0019
14/06/2025	2,64	9	104542,98	28,538	222,677	251,215	0,0024
15/06/2025	0,51	10,8	104542,98	15,668	247,767	263,435	0,0025
Kumulatif				109,078	1060,449	1169,527	0,0112
Rata-rata				21,816	212,090	233,905	0,0022



Gambar 3. *Evaporation Loss* Tangki Timbun T-116 dan T-110

Berdasarkan grafik dari tangki timbun T-116 dan T-110 selama periode 11–15 Juni 2025, terlihat bahwa tangki T-116 mengalami *evaporation loss* yang jauh lebih tinggi dibandingkan T-110. Perbedaan ini menunjukkan bahwa produk yang ditimbun dalam T-116, yang merupakan Pertasol CA dengan nilai RVP lebih tinggi, memiliki volatilitas yang lebih besar dibandingkan produk di T-110, yaitu Pertasol CB. Pola harian juga menunjukkan fluktuasi pada T-116, dengan penurunan pada 13 Juni dan peningkatan signifikan hingga mencapai 263,44 bbl/tahun pada 15 Juni. Sebaliknya, T-110 menunjukkan kecenderungan penguapan yang lebih stabil dan relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik produk yang ditimbun sangat berpengaruh terhadap besarnya *evaporation loss*.

B. *Financial Loss* Tangki Timbun T-116 dan T-110 PPSDM MIGAS Cepu

Berdasarkan Indonesian Crude Price (ICP) terkini sebesar US\$62,75 per barel per Mei 2025, dan nilai tukar US\$1 = Rp16.398,01 per 20 Juni 2025, maka berikut adalah estimasi kerugian keuangan akibat *evaporation loss* dari dua tangki yang ada di PPSDM MIGAS Cepu.

1. *Financial loss* T-116

Financial loss T-116 = *Evaporation loss* × Harga minyak mentah (ICP)

Financial loss T-116 = 233,905 bbl/tahun × US\$62,75

Financial loss T-116 = US\$14.677,56/tahun

Financial loss T-116 = Rp240.682.819,09/tahun

2. *Financial loss* T-110

Financial loss T-110 = *Evaporation loss* × Harga minyak mentah (ICP)

Financial loss T-110 = 34,021 bbl/tahun × US\$62,75

Financial loss T-110 = US\$2.134,82/tahun

Financial loss T-110 = Rp35.006.794,09/tahun

Evaporation loss pada tangki timbun tipe *fixed roof* merupakan kombinasi dari *breathing loss* dan *working loss* yang terjadi selama penyimpanan produk migas seperti Pertasol CA dan CB. *Breathing loss* terjadi akibat fluktuasi suhu harian yang menyebabkan ekspansi termal uap di ruang kosong (*ullage*), sedangkan *working loss* muncul ketika tangki mengalami pengisian atau pengosongan, sehingga menimbulkan perpindahan uap keluar dari tangki.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tangki T-116 yang menyimpan Pertasol CA memiliki *evaporation*



loss rata-rata sebesar 233,905 bbl/tahun, yang berasal dari kombinasi *breathing loss* dan *working loss* pada periode pengamatan 11–15 Juni 2025. Sementara itu, tangki T-110 yang digunakan untuk menyimpan Pertasol CB menunjukkan *evaporation loss* yang jauh lebih rendah, yaitu sebesar 34,021 bbl/tahun. Perbedaan signifikan ini sebagian besar disebabkan oleh volatilitas produk, di mana Pertasol CA memiliki nilai RVP lebih tinggi (>5 psi) dibandingkan Pertasol CB, sehingga lebih mudah menguap.

Dari segi komponen *loss*, tangki T-116 mengalami *working loss* harian rata-rata sebesar 0,581 bbl dan *breathing loss* sebesar 21,816 bbl selama lima hari pengamatan. Sedangkan pada tangki T-110, *working loss* rata-rata hanya sebesar 0,078 bbl, dan *breathing loss* sebesar 5,571 bbl. Nilai *breathing loss* yang tinggi pada T-116 menunjukkan bahwa desain tangki dan besar ruang *ullage* sangat memengaruhi tingkat kehilangan produk, terutama saat suhu lingkungan mengalami fluktuasi signifikan.

Faktor dominan yang memengaruhi besarnya *loss* adalah nilai RVP dan *throughput* harian. T-116 memiliki RVP lebih tinggi (6–8 psi) dibandingkan T-110 (1–2 psi), sehingga volatilitas produk lebih besar. Selain itu, *throughput* T-116 hampir dua kali lebih besar dibandingkan T-110, sehingga meningkatkan *working loss* secara signifikan. Temuan ini sejalan dengan teori API (2003) bahwa *working loss* menjadi dominan pada tangki dengan frekuensi pengisian tinggi.

Dari sisi finansial, kerugian akibat *evaporation loss* juga cukup besar. Tangki T-116 diperkirakan menyebabkan kerugian sebesar Rp240.682.819,09 per tahun, sedangkan Tangki T-110 sebesar Rp35.006.794,09 per tahun. Total kerugian perusahaan dari kedua tangki mencapai Rp275.689.613,18 per tahun berdasarkan harga minyak mentah ICP Mei 2025 sebesar US\$62,75/bbl dan kurs Rp16.398,01/US\$.

Nilai *evaporation loss* di PPSDM MIGAS cenderung lebih terkendali meskipun produk yang disimpan cukup volatil. Biasanya, tangki dengan *ullage* tinggi justru menunjukkan *evaporation loss* lebih besar. Hal ini berbeda dengan temuan di PPSDM MIGAS, di mana nilai *evaporation loss* lebih banyak dipengaruhi oleh *throughput* dan karakteristik produk, bukan hanya tinggi *ullage*. Namun secara teori, semakin besar ruang kosong dalam tangki, maka semakin besar peluang terjadinya penguapan karena volume uap yang terbentuk semakin besar.

Untuk menekan angka kehilangan, beberapa rekomendasi teknis disarankan. Penggunaan sistem pengendali uap seperti *Vapor Recovery Unit* (VRU) sangat dianjurkan untuk menangkap uap hidrokarbon yang timbul selama penyimpanan dan proses pemompaan, serta mengembalikannya ke bentuk cair atau digunakan kembali sebagai bahan bakar (Shell Global Solutions, 2010). Teknologi ini tidak hanya mengurangi emisi, tetapi juga meminimalkan kerugian produk secara langsung.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menjawab permasalahan terkait besarnya *evaporation loss* pada tangki T-116 dan T-110 di PPSDM MIGAS Cepu. Tangki T-116 mengalami kehilangan sebesar 233,905 bbl/tahun, sedangkan T-110 sebesar 34,021 bbl/tahun. Faktor dominan yang memengaruhi kehilangan adalah nilai RVP produk dan besarnya *throughput* harian, bukan semata-mata tinggi *ullage*. Estimasi kerugian finansial total mencapai Rp275.689.613,18 per tahun. Implementasi sistem pengendalian uap seperti *Vapor Recovery Unit* (VRU) direkomendasikan untuk mengurangi kehilangan produk dan meningkatkan efisiensi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. (2003). *Manual of Petroleum Measurement Standards (MPMS) Chapter 19.2: Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks*. API Publishing Services.
- American Petroleum Institute. (2017). *API Bulletin 2523: Evaporative Loss Reference Information for Tanks*. API Publishing Services.



- Andalucia, S. (2023). Calculation of evaporation loss in Tank Y and Tank Z at SA Field PT X Prabumulih. *Journal of Earth Energy Engineering*, 12(1), 19–27. <https://doi.org/10.25299/jeee.2023.11934>
- Chilingarian, G. V., Robertson, J. O., & Kumar, S. (1987). Vapor recovery in Chilingarian, G. V., Robertson, J. O. and Kumar, S. (eds.) *Petroleum Engineering: Downstream Engineering*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Makruf, A., Pratama, H., & Nugroho, D. Y. (2020). Pengukuran tegangan, arus, daya pada prototype PLTS berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *SainETIn: Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 8–16. <https://doi.org/10.33005/sainetin.v5i1.116>
- Perry, R.H. & Green, D.W. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. (8th ed.). McGraw-Hill.
- Shell Global Solutions. (2010). *Storage Tank Emissions Handbook*. Shell Global Solutions International B.V.
- Speight, J.G. (2014). *The Chemistry and Technology of Petroleum*. (5th ed.). CRC Press.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1995). *Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Chapter 7: Liquid Storage Tanks*. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>
- Varec, G., Chilingarian, G. V., & Kumar, S. (1987) Vapor recovery. *Petroleum Engineering: Downstream Engineering*. Houston: Gulf Publishing Company.

