



Analisis *Retention time* Terhadap Pemisahan Fasa Pada *Three Phase Separator* 260V-105 di *Unit Lube Oil Complex (LOC) III*

Muhammad Farel Devfara ^{1*)}, Agus Triono ²⁾, Hadziqul Abror ³⁾

¹⁾ Teknik Perminyakan, Universitas Jember

²⁾ Teknik Perminyakan, Universitas Jember

³⁾ Teknik Perminyakan, Universitas Jember

* *corresponding* email: farel.devfara16@gmail.com

ABSTRACT

This research analyzes the retention time of the three phase separator in separating oil, water, and gas phases at PT Pertamina refinery unit IV Cilacap. With an initial retention time ranging from 31 - 34 minutes, there are phases that are still not separated in the separator. This study aims to provide recommendations for retention time based on unseparated phases and how to apply them to the separator at the refinery. This study involves three types of lube oil analyzed, namely DAO, MMO, and LMO. The results show that there is still a difference between the phases at the inlet and outlet which indicates that the phase separation at the initial retention time is still not optimal so that new retention time recommendations need to be made. In the type of DAO lube oil with a retention time of 33 minutes with the largest difference at the inlet and outlet of 0.040. In the type of MMO lube oil with a retention time of 31.2 minutes with the largest difference of 0.037. In the type of LMO lube oil with a retention time of 34.2 minutes with the largest difference of 0.036. After making retention time recommendations based on the results of the difference between inlet and outlet, the retention time recommendations for DAO are 54.6 minutes, MMO is 51.6 minutes, and LMO is 55.8 minutes. The application of retention time recommendations for the separator can be done by optimizing the flow rate at 432,439 m³/day or adding new separator facilities that can accommodate operational volumes of up to 60.4 m³.

Keywords: Refinery, Three phase separator, Retention time.

I. PENDAHULUAN

PT Pertamina (Persero) Refinery Unit IV yang bertempat di Cilacap adalah satu dari 7 unit pengolahan milik PT. Pertamina yang berfokus pada pengolahan minyak mentah (*crude oil*) yang menjadi produk BBM (Bahan Bakar Minyak), non-BBM (minyak dasar, pelumas, dan aspal) dan petrokimia. PT Pertamina RU IV Cilacap merupakan unit pengolahan dengan kapasitas produksi terbesar diantara unit pengolahan lain. Kapasitas Produksi dari RU IV Cilacap yaitu 348.000 *barrel*/hari. Kilang ini juga bertanggung jawab dalam memenuhi 34% kebutuhan BBM nasional dan 60% kebutuhan di Pulau Jawa. Secara keseluruhan, PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) RU IV Cilacap memiliki fungsi untuk mengolah minyak dari beberapa sumber minyak baik domestik maupun impor dari luar negeri. Minyak domestik berasal dari lapangan minyak dalam negeri seperti Arjuna dan Attaka. Minyak yang diimpor dari luar negeri berasal dari negara Timur Tengah seperti *Arabian Light Crude (ALC)*, *Iranian Light Crude (ILC)*, dan *Basrah Light Crude (BLC)* [1].

Pada perusahaan Kilang Pertamina RU IV Cilacap telah menggunakan berbagai fasilitas permukaan dalam proses pengolahan minyak, salah satunya yaitu *three phase separator*. *Three phase separator* berfungsi untuk memisahkan fluida di kilang menjadi fasa gas, fasa air, dan fasa minyak. Gas yang terpisah kemudian dialirkan menuju SRU untuk dilakukan pengolahan terkait kandungan sulfurnya. Fasa air dibagi menjadi dua, yaitu *sour water* dan *wash water*. *Sour water* merupakan fasa air yang mengandung sulfur yang dialirkan menuju *Sour Water Stripper (SWS)*. *Wash water* merupakan fasa air yang tidak terkandung sulfur yang akan dialirkan menuju tangki air. Fasa minyak kemudian diteruskan menuju *Crude Distillation Unit (CDU)* dan jika masih ada sisa dapat diteruskan ke *crude tank* [2].

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan terkait analisis *retention time* terhadap performa pemisahan fasa pada *three phase separator* 260V-105. Proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan analisis alat *three phase separator* untuk mengetahui performanya dalam pemisahan fasa yang akan dihubungkan dengan *retention time* nya apakah sudah optimal atau tidak. *Separator* dapat dikatakan optimal ketika fasa pada *inlet* dan *outlet* sudah sebanding. *Retention time* perlu dilakukan rekomendasi ketika pemisahan fasa tersebut tidak berjalan dengan optimal. Analisis ini

diharapkan dapat meningkatkan kinerja *separator* dalam memisahkan fasanya. Selain itu, dengan adanya analisis ini dapat mengetahui rekomendasi *retention time* yang optimal dalam memisahkan fasa.

Retention time (waktu tinggal) merupakan laju alir cairan yang masuk ke dalam *separator* dan dipisahkan berdasarkan perbedaan densitas. Waktu tinggal dipengaruhi oleh *flow rate inlet* dan volume fluida di *separator*. Waktu retensi tidak dipengaruhi oleh dimensi *vessel*. Berdasarkan teori, waktu retensi yang sama tidak berpengaruh untuk bejana yang panjang dan tinggi (rasio L/D kecil) atau bejana yang tebal dan tipis (rasio L/D besar), dengan catatan volume fluida yang masuk dapat dicapai. Oleh sebab itu, semakin lama waktu retensi, maka semakin baik pemisahannya [3]. *Retention time* dapat ditentukan dengan membagi volume operasional dengan total *inlet flow rate* pada *separator*. Volume operasional dapat ditentukan dengan mengurangi volume *separator* saat beroperasi dengan volume *separator* saat kosong atau belum diisi oleh fluida.

Analisis terkait *retention time* perlu dilakukan agar dapat mengetahui performa pemisahan *separator* apakah sudah optimal atau tidak. Penentuan rekomendasi *retention time* perlu dilakukan ketika pada *retention time* awal pemisahan antar fasanya belum optimal. Pemisahan fasa yang belum optimal dapat dilihat berdasarkan data pada *inlet* dan *outlet* yang tidak sama, hal tersebut dapat diartikan bahwasannya masih terdapat selisih dikeduanya. Rekomendasi *retention time* dapat diperoleh dengan mengacu pada selisih persentase pada fasa di *inlet* maupun *outlet*. Selain itu, rekomendasi *retention time* mengacu pada selisih persentase yang terbesar dengan asumsi selisih terbesar merupakan fasa yang paling susah dipisahkan dan perlu waktu tinggal yang lebih lama.

II. METODOLOGI PENELITIAN

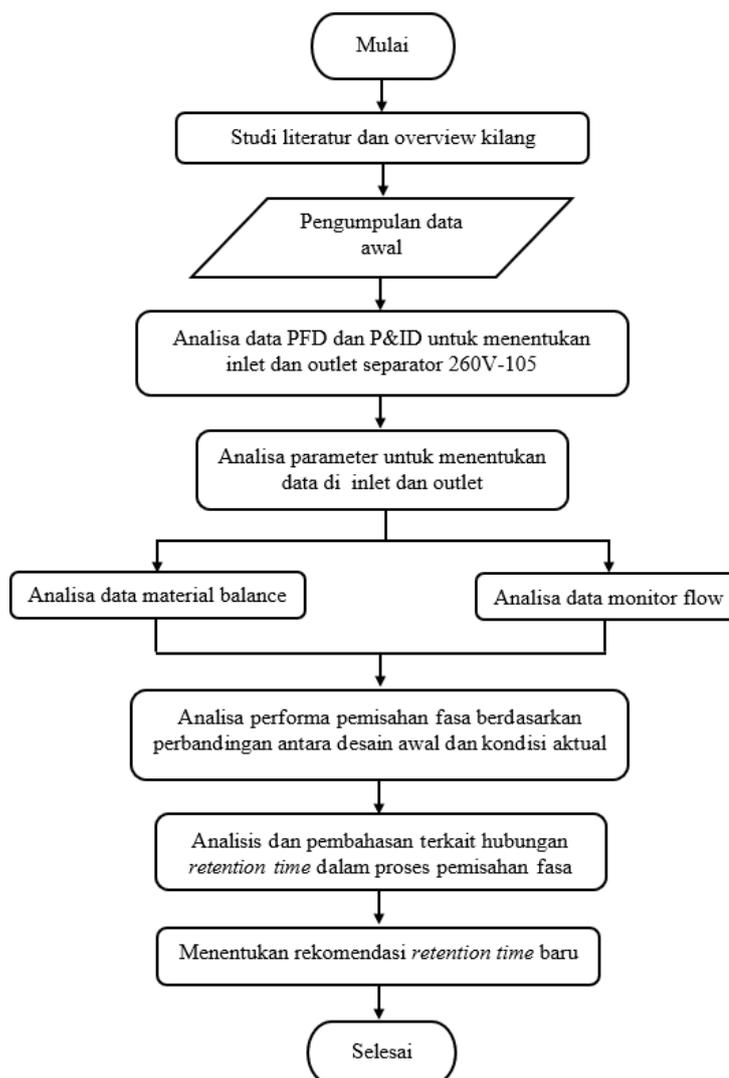
Lokasi penelitian ini dilakukan di Perusahaan PT. Pertamina RU IV Cilacap yang berada di JL. M.T. Haryono Relokasi No.77 Rawakenong, Lomanis, Kecamatan Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Gambar 1 adalah peta Lokasi penelitian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di PT Pertamina RU IV Cilacap [4]

Alat instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah *Separator* dan *Personal Computer* (PC), dengan menggunakan *microsoft excel*, *microsoft word* dan *microsoft power point* dalam proses melakukan pembuatan laporan tugas akhir. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode perbandingan antara kondisi aktual di kilang dengan kondisi berdasarkan desain awal. Dalam melakukan perbandingan diperlukan data pendukung yang meliputi data *daily monitor three phase separator 260V-105*, PFD, P&ID, *specification sheet*, dan data *material balance*.

Penelitian dimulai dengan studi literatur dan *overview* kilang. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, termasuk data *daily monitor three phase separator 260V-105*, PFD, P&ID, *specification sheet*, dan data *material balance*. Analisa dilakukan terhadap data PFD dan P&ID dengan tujuan mengetahui aliran *inlet* dan *outlet* pada *separator 260V-105*. Selanjutnya melakukan analisa terkait beberapa parameter yang meliputi *flow rate inlet* dan *outlet*, serta *Reynold number* untuk dapat menjadi penguat dalam menentukan performa *separator*. Setelah data yang dibutuhkan sudah diketahui, maka dapat menentukan performa pemisahan fasa pada *separator* yang kemudian dihubungkan dengan *retention time*. Kemudian melakukan analisis terkait keoptimalan *retention time* dalam memisahkan fasa pada *separator*. Terakhir dilakukan penentuan rekomendasi *retention time* yang mengacu pada selisih fasa yang belum terpisahkan.



Gambar 2. Flowchart penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

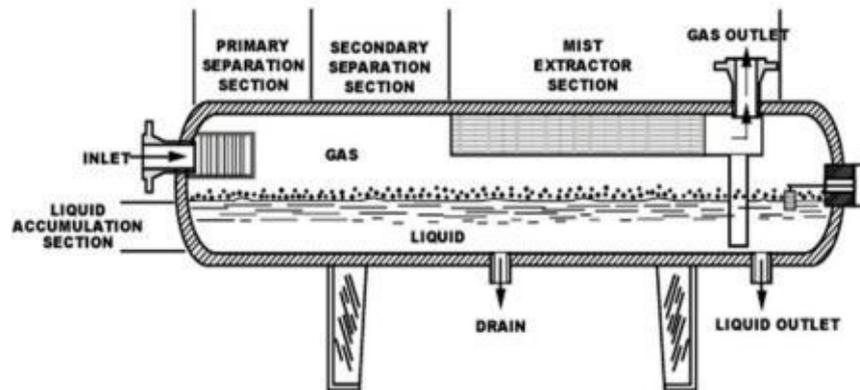
3.1. Separator 260V-105

Alat *separator* merupakan sebuah tabung yang memiliki tekanan yang berfungsi untuk melakukan pemisahan dari fluida menjadi fasa gas, fasa minyak, dan fasa air (*three phase*). Proses kerja dari *separator* 260V-105 dimulai dengan proses masuknya ketiga line yang berbeda menuju ke dalam *separator*. Berdasarkan ketiga inlet tersebut kemudian dipisahkan di dalam *separator* berdasarkan prinsip *gravity settling* yang berfokus pada berat jenisnya. Dari ketiga fasa tersebut, terdapat 4 *outlet* untuk keluaran fluida tersebut berdasarkan fasa yang sudah dipisahkan. 4 *outlet* tersebut berdasarkan fasanya yaitu *sour gas*, *wash oil*, *wash water*, dan *sour gas* [5]. Terdapat 4 bagian utama dari *separator* yang berfungsi sebagai tempat untuk pemisahan pada *separator* yang dapat dilihat pada gambar 3.

Pada bagian *primary separation section*, merupakan bagian utama pada *separator* yang berfungsi untuk mengakumulasi sebagian besar fluida yang masuk ke dalam *separator*. Pada bagian ini terdapat *inlet port* serta *baffle* yang bertujuan untuk membelokkan arah aliran utama fluida dari aliran yang berfasa gas. Pada bagian *gravity settling section* dilakukan pengaturan ukuran sedemikian rupa. Tujuannya yaitu agar tetesan cairan yang lebih besar dari 100 hingga 140 mikron jatuh ke gas *liquid interface*, sementara tetesan cairan yang lebih kecil tetap bersama gas. Tetesan cairan yang lebih besar dari 100 hingga 140 mikron tidak diinginkan karena dapat membebani *mist extractor* secara berlebih pada *outlet separator*. Pada bagian ini juga berfungsi untuk memisahkan butiran cairan yang sangat kecil yang tidak dapat terpisahkan pada *primary section*.

Gas yang keluar dari bagian *gravity settling* umumnya berisi tetesan cairan yang relatif kecil, sekitar 100 hingga 140 mikron. Ketika gas akan keluar dari *separator*, fasa gas melewati bagian penggabungan atau *mist extractor*. Saat gas mengalir melalui elemen penggabungan, fasa gas perlu melakukan banyak perubahan arah. Dikarenakan massa dari fasa gas lebih besar, maka tetesan cairan tersebut tidak dapat mengikuti pergerakan perubahan aliran yang cepat tersebut.

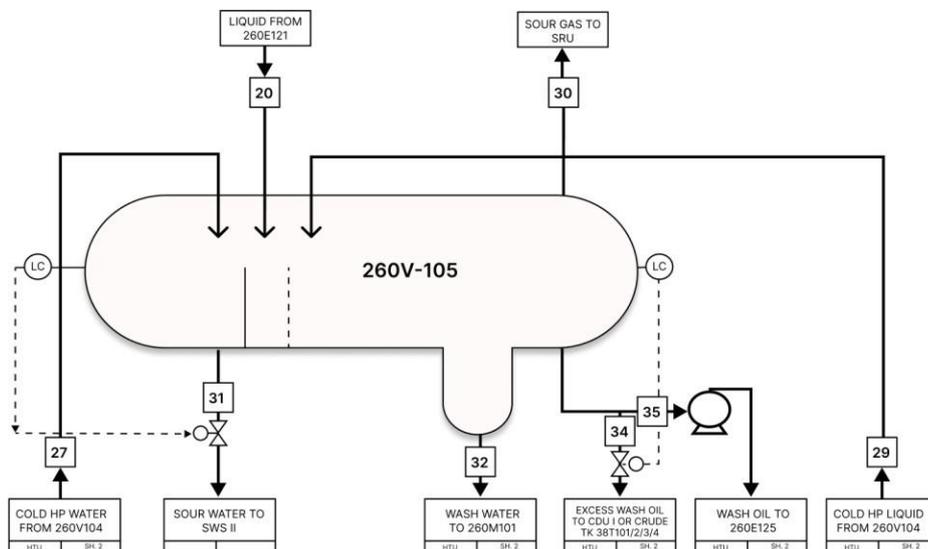
Kemudian tetesan tersebut mengumpul pada bagian penggabungan, yeang mana selanjutnya akan jatuh ke bagian pengumpul cairan. Pada bagian *liquid collecting section* berfungsi sebagai bagian penampungan semua cairan yang sudah tidak mengandung gas. Umumnya *sight glass* dipasang pada daerah ini untuk mengetahui ketinggian fluida yang terdapat di dalam *separator* [6]



Gambar 3. Bagian Utama Separator [7]

3.2. Data Inlet dan Outlet Separator 260V-105

Data *inlet* dan *outlet separator* merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui aliran yang masuk dan keluar dari *separator* beserta line atau pipa yang mengangkutnya. Data *inlet* dan *outlet* diperoleh melalui hasil analisis data PFD dan P&ID yang diperoleh melalui perusahaan. Data *inlet* dan *outlet* perlu dilakukan untuk membantu dalam penentuan *flow rate* dan fraksi berdasarkan desain yang mengacu pada data *material balance*. Data dari *material balance* berupa data pada setiap line, oleh sebab itu perlu untuk mengetahui line mana saja yang akan digunakan dalam menentukan *flow rate* dan fraksi baik di *inlet* maupun *outlet*. Gambar 4 merupakan ilustrasi penulis terkait *inlet* dan *outlet separator*.



Gambar 4. Ilustrasi Inlet dan Outlet Separator 260V-105

Aliran *inlet* dari *separator* 260V-105 terdapat tiga line yaitu line 27, 20, dan 29. Line 27 mengalirkan *cold high pressure* (HP) *water* dari *vessel* 260V-104. Line 20 membawa *liquid* dari *evaporator* 260E-121. Line 29 mengangkut *cold HP liquid* dari *vessel* 260V-104. Untuk line 20 dan 29 nantinya akan terdapat dua aliran, yaitu *liquid* dan *vapor*, sedangkan untuk line 27 hanya terdapat aliran *liquid* karena hanya mengandung *water* di dalamnya. *Inlet* pada *separator* memiliki 5 aliran yang dilakukan analisis pada penelitian ini, yaitu line 27 *liquid*, line 20 *vapor*, line 20 *liquid*, line 29 *vapor*, dan line 29 *liquid*.

Aliran *outlet* dari *separator* 260V-105 terdapat 5 line, yaitu line 30, 31, 32, 34, dan 35. Line 30 mengalirkan *sour gas* menuju *Sulfur Recovery Unit* (SRU). Line 31 mengalirkan *sour water* menuju *Sour Water Stripper* (SWS). Line 32 mengalirkan *wash water* menuju 260M101. Line 34 mengalirkan *wash oil* menuju *Crude Distillation Unit* (CDU) dan ketika masih ada sisa dialirkan menuju *crude oil tank* 38T-101/2/3/4. Line 35 mengalirkan *wash oil* menuju *evaporator* 260E-125.



3.3. Penentuan *Flow rate* dan Fraksi Berdasarkan Desain

Penentuan *flow rate* dan fraksi berdasarkan desain digunakan sebagai acuan awal dalam menentukan *flow rate* dan fraksi berdasarkan data aktual. Penentuan *flow rate* dan fraksi berdasarkan desain mengacu pada data *material balance* sesuai dengan line di *inlet* dan *outlet*. Pada setiap line yang terdapat di *inlet* dan *outlet*, terdapat tiga jenis *lube oil* yaitu DAO, MMO dan LMO. Kapasitas yang terdapat di data berdasarkan desain yaitu 100%. Hal tersebut yang nantinya menjadi perbedaan mendasar terkait data desain dengan data aktual. Perbedaannya akan terletak pada nilai *flow rate* dan nilai fraksi komponen yang terkandung di dalamnya. Fraksi komponen tertera pada data *material balance* yaitu fraksi hidrogen, hidrogen sulfida, hidrokarbon, dan air.

Pada *inlet* berdasarkan data desain nilai total *flow rate* DAO 1926,2 t/d; MMO 1954,78; dan LMO 1933,32. Pada *outlet* berdasarkan data desain nilai total *flow rate* DAO 2100,71; MMO 2124,64; dan LMO 2101,5. Data terkait *flow rate* dan fraksi pada *inlet* dan *outlet* berdasarkan desain dapat dilihat pada Tabel 1.

3.4. Penentuan *Flow rate* dan Fraksi Separator Berdasarkan Data Aktual

Penentuan terkait *flow rate* dan fraksi berdasarkan data aktual dapat dilakukan ketika sudah memiliki data berdasarkan desain awal. Hal tersebut dikarenakan data *flow rate* dan fraksi aktual diperoleh dari hasil perbandingan berdasarkan kapasitas dan juga data desain awal. Penentuan data aktual berdasarkan perbandingan dari desain dilakukan agar meminimalisir terdapatnya *error data* yang dapat mengakibatkan perhitungan data kurang valid.

Kapasitas yang digunakan pada data aktual ini diperoleh dari hasil rata – rata monitor *flow* pada *lube oil* DMO, MMO, dan LMO. Kapasitas pada DAO yaitu 77.84%, MMO yaitu 79.75%, dan LMO yaitu 74.77%. Kapasitas inilah yang nantinya menjadi perbedaan mendasar antara data aktual dengan data desain yang mana kapasitas untuk seluruh jenis *lube oil* yaitu 100%.

Flow rate berdasarkan data aktual dapat ditentukan ketika sudah mengetahui kapasitasnya. Penentuan *flow rate* melalui perbandingan antara kapasitas aktual dengan kapasitas dan *flow rate* berdasarkan desain. Rumus yang digunakan untuk menentukan *flow rate* berdasarkan data aktual dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$Flow\ Rate\ Aktual = \left(\frac{Kapasitas\ Aktual}{Kapasitas\ Desain} \right) \times Flow\ Rate\ Desain \quad (1)$$

$$Flow\ Rate\ Aktual = \left(\frac{77.84}{100} \right) \times 167.8 = 130.62$$

Nilai total *flow rate* berdasarkan data aktual pada *inlet separator* untuk DAO yaitu 1499.91 t/d; MMO yaitu 1954.78 t/d; LMO yaitu 1933.52 t/d. Sedangkan nilai total *flow rate* berdasarkan data aktual pada *outlet separator* untuk DAO yaitu 1635.2 t/d; MMO yaitu 1694.4 t/d; LMO yaitu 1571.3 t/d. D 2ata terkait *flow rate* dan fraksi pada *inlet* dan *outlet* berdasarkan data aktual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. *Flow rate* dan Fraksi Berdasarkan Desain pada *Inlet Separator*

		Line 27			Line 29			Line 29			Line 20			Line 20		
		Cold HP Water To 260V105			Cold HP Liquid To			Cold HP Liquid To			Low Flow Mixture From 260E121			Low Flow Mixture From		
		DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO
Capacity	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Flowrate	t/d	167.8	166.8	166.6	29.19	38.1	26.2	1713.7	1722.8	1718.6	9.57	14.18	11.32	6.66	12.9	10.6
	Total	1926.9	1954.8	1933.3												
Hydrogen	WT%				6.44	5.43	7.52	0	0	0	14.74	11.62	15.28	0	0	0
Hydrogen Sulphide	WT%				69.74	61.05	67.12	1.43	1.45	1.41	52.49	46.23	50.44	0.68	0.79	0.68
Hydrocarbons	WT%				23.07	32.87	24.5	98.57	98.53	98.58	30.23	40.01	31.68	99.3	99.19	99.3
Water	WT%	100	100	100	0.75	0.65	0.86	0.0	0.02	0.01	2.54	2.14	2.6	0.02	0.02	0.02
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hydrogen	Vol															
	%				54.81	50.77	58.87				76.01	71.23				
Hydrogen Sulphide	Vol															
	%				35.11	33.74	31.1				16.01	16.77				
Hydrocarbons	Vol															
	%				9.37	14.81	9.27				6.51	10.53				
Water	Vol															
	%				0.71	0.68	0.76				1.47	1.47				
Total		0	0	0	100	100	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0



Tabel 2. Flow rate dan Fraksi Berdasarkan Desain pada Outlet Separator

		Line 30 (Vapor)			Line 34 (Liquid)			Line 35 (Liquid)			Line 32 (Liquid)			Line 31 (Liquid)		
		Sour Gas From 260V-105			Excess Wash Oil To Refinery			Wash Oil To 260P103			Wash Water To 260M101			Sour Water From 260V105		
		DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO
Capacity	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Flowrate Desain	t/d	42.31	56.54	41.1	16.6	31.3	25.5	1700	1700	1700	170.9	167.7	167.4	170.9	169.1	167.5
	Total	2100.71	2124.64	2101.5												
Hydrogen	WT%	7.77	6.57	8.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydrogen Sulphide	WT%	66.13	57.51	63.34	1.24	1.25	1.22	1.24	1.25	1.22	0.46	0.44	0.38	1.21	0.91	0.37
Hydrocarbons	WT%	24.39	34.37	25.82	98.74	98.73	98.76	98.74	98.73	98.76	0	0	0	0	0	0
Water	WT%	1.71	1.55	1.86	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	99.54	99.56	99.62	98.79	99.09	99.63
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Hydrogen	Vol %	59.78	55.92	63.57												
Hydrogen Sulphide	Vol %	30.11	28.97	26.52												
Hydrocarbons	Vol %	8.64	13.64	8.44												
Water	Vol %	1.47	1.47	1.47												
	Total	100	100	100												

Tabel 3. Flow rate dan Fraksi Berdasarkan Data Aktual pada Inlet Separator

		Line 27 (Water)			Line 29 (Vapor)			Line 29 (Liquid)			Line 20 (Vapor)			Line 20 (Liquid)		
		Cold HP Water To 260V105			Cold HP Liquid To 260V105			Cold HP Liquid To 260V105			Low Flow Mixture From 260E121			Low Flow Mixture From 260E121		
		DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO
Capacity	%	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77
Flowrate	t/d	130.62	133.02	124.72	22.72	30.38	19.59	1333.94	1373.93	1285.00	7.45	11.31	8.46	5.18	10.29	7.93
	Total	1499.91	1558.94	1445.69												
Hydrogen	WT%				5.01	4.33	5.62	0.00	0.00	0.00	11.47	9.27	11.42	0.00	0.00	0.00
Hydrogen Sulphide	WT%				54.29	48.69	50.19	1.11	1.16	1.05	40.86	36.87	37.71	0.53	0.63	0.51
Hydrocarbons	WT%				17.96	26.21	18.32	76.73	78.58	73.71	23.53	31.91	23.69	77.30	79.10	74.25
Water	WT%	77.84	79.75	74.77	0.58	0.52	0.64	0.00	0.02	0.01	1.98	1.71	1.94	0.02	0.02	0.01
	Total	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77
Hydrogen	Vol %				42.66	40.49	44.02				59.17	56.81				
Hydrogen Sulphide	Vol %				27.33	26.91	23.25				12.46	13.37				
Hydrocarbons	Vol %				7.29	11.81	6.93				5.07	8.40				
Water	Vol %				0.55	0.54	0.57				1.14	1.17				
	Total				77.84	79.75	74.77				77.84	79.75				



Tabel 4. Flow Rate dan Fraksi Berdasarkan Data Aktual pada Outlet Separator

	Line 30 (Sour Gas) (Vapor)			Line 34 (Oil) (Liquid)			Line 35 (Oil) (Liquid)			Line 32 (Wash Water) (L)			Line 31 (Sour Water) (L)			
	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	
	Sour Gas From 260V-105			Excess Wash Oil To Refinery			Wash Oil To 260P103			Wash Water To 260M101			Sour Water From 260V105			
Capacity	%	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77
Flow rate	t/d	32.9	45.1	30.7	12.9	25.0	19.1	1323.3	1355.8	1271.1	133.0	133.7	125.2	133.0	134.9	125.2
	Total	1635.2	1694.4	1571.3												
Hydrogen	WT%	6.05	5.24	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrogen Sulphide	WT%	51.48	45.86	47.36	0.97	1.00	0.91	0.97	1.00	0.91	0.36	0.35	0.28	0.94	0.73	0.28
Hydrocarbons	WT%	18.99	27.41	19.31	76.86	78.74	73.84	76.86	78.74	73.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water	WT%	1.33	1.24	1.39	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	77.48	79.40	74.49	76.90	79.02	74.49
	Total	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77	77.84	79.75	74.77
Hydrogen	Vol %	46.53	44.60	47.53												
Hydrogen Sulphide	Vol %	23.44	23.10	19.83												
Hydrocarbons	Vol %	6.73	10.88	6.31												
Water	Vol %	1.14	1.17	1.10												
	Total	77.84	79.75	74.77												

3.5. Analisis Reynold Number

Reynold number atau bilangan *Reynold* merupakan nilai rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskos yang dapat menentukan dua gaya dalam suatu kondisi tertentu. Nilai yang diperoleh melalui bilangan *Reynold* merupakan bentuk kuantitas dari hubungan kekentalan dengan inersia yang diwakili dalam bentuk aliran fluida. Bilangan *Reynold* dapat digunakan untuk mengetahui aliran tersebut memiliki jenis yang seperti apa. Jenis aliran sendiri memiliki tiga jenis yang berbeda, yaitu aliran laminar, turbulen, dan transien [8]. Aliran laminar memiliki bilangan *Reynold* kurang dari 2000. Aliran laminar merupakan aliran fluida yang mengalir bergerak lurus dengan gerak partikel fluida yang sejajar dengan garis arusnya. Aliran ini terjadi ketika kecepatan kecil dan atau viskositasnya besar. Aliran turbulen memiliki bilangan *Reynold* lebih besar dari 4000. Aliran turbulen adalah aliran fluida yang ditandai adanya aliran berputar dan arah gerak partikel yang berbeda, hingga berlawanan dengan gerak keseluruhan fluida. Aliran turbulen terjadi ketika kecepatan besar dan atau viskositasnya kecil. Terdapat suatu kondisi khusus ketika bilangan *Reynold* berada di antara kedua nilai tersebut ($2000 < Re < 4000$) yang disebut sebagai aliran transien. Bilangan *Reynold* dinyatakan dalam **Persamaan 2** [9].

$$R_e = \frac{\rho V d}{\mu} = \frac{v d}{\nu} \quad (2)$$

$$R_e = \frac{0.746 \times 0.05}{6 \times 10^{-7}} = 63182.22$$

Berdasarkan persamaan diatas, nilai bilangan *Reynold* berbanding lurus dengan kecepatan suatu aliran di dalam pipa. Hal tersebut dapat diartikan bahwasannya semakin tinggi nilai bilangan *Reynold*, maka semakin besar pula kecepatan suatu aliran tersebut di dalam pipa. Kecepatan aliran yang besar dapat berpotensi aliran tersebut memiliki vektor yang bias. Hal tersebut dapat berpengaruh dalam proses pemisahan fasanya. Aliran akan lebih optimal dalam pemisahannya ketika kecepatannya dalam skala rendah atau dalam kondisi diam, agar dapat terpisahkan berdasarkan berat jenisnya. Kecepatan dalam skala rendah atau dalam kondisi diam umumnya memiliki vektor satu arah. Ketika aliran yang memiliki vektor satu arah akan lebih mudah dilakukan pemisahan berdasarkan *specific gravity* nya. Oleh sebab itu perlu untuk dilakukan analisis terkait jenis aliran yang dapat ditentukan melalui bilangan *Reynold* pada aliran yang masuk menuju *separator* [9]

Penentuan bilangan *Reynold* dilakukan pada pipa inlet sebelum masuk menuju *separator*. Penentuan pada pipa dikarenakan jenis aliran tersebut sudah memiliki jenis ketika masih berada di dalam pipa, bahkan sebelum masuk menuju



separator. Bilangan *Reynold* dari pipa *inlet* menuju *separator* dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Berdasarkan perhitungan bilangan *Reynold*, dapat dilihat bahwasannya terdapat tiga jenis aliran yang berbeda pada seluruh line *inlet separator*. Jenis aliran yang terdapat pada line 27 yang mengandung water untuk DAO, MMO, dan LMO yaitu turbulen. Berbeda dengan line 29 yang mengandung vapor. Line 29 memiliki dua jenis aliran, untuk MMO yaitu turbulen, sedangkan untuk DAO dan LMO yaitu transien. Pada line 29 yang mengandung *liquid* untuk DAO, MMO, dan LMO jenis alirannya yaitu turbulen. Pada line 20 yang mengandung vapor untuk DAO, MMO, dan LMO jenis alirannya yaitu laminar. Pada line 20 yang mengandung *liquid* untuk DAO, MMO, dan LMO jenis alirannya yaitu laminar. Perbedaan jenis aliran tersebut dapat disebabkan oleh nilai *velocity* dan *flow rate* yang tinggi. Selain itu fluida yang terkandung di dalamnya juga memiliki pengaruh, karena jika dilihat jenis fluida *liquid* dan water umumnya jenis alirannya dominan menuju ke turbulen. Hal tersebut sesuai dengan literatur bahwasannya kecepatan yang rendah, maka jenis aliran tersebut laminar. Sedangkan kecepatan yang besar maka jenis aliran tersebut turbulen. Aliran turbulen, dapat berubah menjadi laminar ketika bilangan *Reynold* nya berubah menjadi kecil dengan cara kecepatan aliran di dalam pipa juga semakin rendah. Cara tersebut dapat dilakukan dengan menambah waktu tinggal atau *retention time* pada aliran di dalam pipa. Dengan menambah waktu tinggal, harapannya aliran tersebut dapat berubah menjadi aliran laminar. Aliran ketika bersifat laminar, maka aliran tersebut dapat lebih mudah untuk terpisahkan antara fasa – fasanya berdasarkan *specific gravity* tersebut.

Tabel 5. Bilangan Reynold dan Jenis Aliran pada Pipa Inlet Separator

	Line 27 (Water)			Line 29 (Vapor)			Line 29 (Liquid)			Line 20 (Vapor)			Line 20 (Liquid)		
	Cold HP Water To 260V105			Cold HP Liquid To 260V105			Cold HP Liquid To 260V105			Low Flow Mixture From 260E121			Low Flow Mixture From 260E121		
	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO	DAO	MMO	LMO
RE	63182.33	64347.03	60256.37	3663.70	4899.29	3158.69	215088.57	221536.22	207196.12	1203.70	1823.41	1364.77	835.87	1658.87	1282.79
Jenis Aliran	TURBULEN	TURBULEN	TURBULEN	TRANSIEN	TURBULEN	TRANSIEN	TURBULEN	TURBULEN	TURBULEN	LAMINAR	LAMINAR	LAMINAR	LAMINAR	LAMINAR	LAMINAR

3.6. Penentuan *Retention Time*

Penentuan *retention time* berdasarkan data aktual dapat dilakukan dengan mengacu pada data *flow rate inlet* dan data volume operasional. Setelah memperoleh kedua data tersebut, maka *retention time* dapat ditentukan. Rumus untuk menentukan *retention time* dapat dilihat pada **Persamaan 3** dibawah ini [10]. Nilai volume operasional, *flow rate inlet*, dan *retention time* pada *separator* 260V-105 dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

$$Retention\ time\ (t_r) = \frac{Volume\ operasional}{inlet\ flow\ rate} \quad (3)$$

$$Retention\ time\ (t_r) = \frac{34.07\ ton}{1499.91\ ton/day} = 0.023\ day$$

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui nilai *retention time* atau waktu tinggal dari setiap jenis *lube oil* pada *separator*. Waktu tinggal dari DAO yaitu 0.55 jam atau 33 menit; MMO yaitu 0.52 jam atau 31.2 menit; dan LMO yaitu 0.57 jam atau 34.2 menit. Data waktu tinggal ini yang nantinya menjadi variabel penting dalam menentukan terkait performa pemisahan fasa yang dilakukan oleh *separator*.

Tabel 6. Nilai Volume Operasional, Flow rate Inlet, dan Retention Time

<i>Properties</i>	Satuan	DAO	MMO	LMO
Volume Operasional	ton	34.07	34.07	34.07
<i>Flow rate Inlet</i>	ton/day	1499.91	1558.94	1445.69
<i>Retention Time</i>	day	0.023	0.022	0.024
<i>Retention Time</i>	hour	0.55	0.52	0.57

3.7. Analisis Pengaruh *Retention time* dengan Performa Pemisahan Fasa

Analisis antara pengaruh *retention time* atau waktu tinggal dengan performa pemisahan fraksi yang terdapat di *separator*



bertujuan untuk mengetahui apakah waktu tinggal yang sudah diterapkan sudah optimal atau tidak. Berdasarkan literatur, semakin lama waktu tinggal suatu fluida, maka semakin bagus pemisahan yang dilakukan. Pemisahan fraksi beserta waktu tinggalnya untuk setiap jenis *lube oil* pada *separator* 260V-105 dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini

Tabel 7. Pemisahan Fraksi dan *Retention time* pada *Separator* 260V-105

	DAO			MMO			LMO		
	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>	<i>inlet-outlet</i>	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>	<i>inlet-outlet</i>	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>	<i>inlet-outlet</i>
<i>Hydrogen</i>	0.014	0.005	0.009	0.011	0.004	0.007	0.016	0.006	0.010
<i>Hydrogen Sulphide</i>	0.083	0.043	0.040	0.070	0.036	0.034	0.078	0.042	0.036
<i>Hydrocarbons</i>	0.167	0.136	0.032	0.174	0.137	0.037	0.176	0.142	0.034
<i>Water</i>	0.069	0.122	-0.053	0.066	0.118	-0.052	0.072	0.128	-0.056
<i>Retention time (hour)</i>		0.55			0.52			0.57	

Perhitungan fraksi pada *inlet* dan *outlet* diperoleh dari nilai total pada setiap fraksi di tabel 4.3 dan 4.4 yang dibagi dengan nilai total *flow rate* pada *inlet* dan *outlet*. Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwasannya terdapat pengaruh antara *retention time* terhadap pemisahan fraksi. Pada jenis *lube oil* DAO, waktu tinggal nya yaitu 0.55 jam atau 33 menit dengan selisih terbesar antara fraksi pada *inlet* dan *outlet* yaitu 0.040. Pada jenis *lube oil* MMO dengan waktu tinggal 0.52 jam atau 31.2 menit dengan selisih terbesar antara fraksi *inlet* dan *outlet* yaitu 0.037. Sedangkan pada jenis *lube oil* LMO dengan waktu tinggal 0.57 jam atau 34.2 menit dengan selisih terbesar antara fraksi *inlet* dan *outlet* yaitu 0.036. Jenis *lube oil* yang memiliki *retention time* terbesar memiliki selisih antara fraksi pada *inlet* dan *outlet* terbesar yang paling rendah diantara jenis *lube oil* lainnya.

Selain dari waktu tinggal, juga terdapat asumsi bahwasannya beberapa aliran tersebut masih bersifat turbulen, sehingga lebih susah untuk terpisah antara fraksi – fraksinya. Ketika aliran tersebut masih bersifat turbulen, maka waktu tinggal yang dibutuhkan suatu aliran lebih banyak dibandingkan aliran yang bersifat laminar. Oleh sebab itu perlu untuk dilakukan evaluasi terkait waktu tinggal yang optimal agar fraksi pada aliran tersebut dapat terpisah dengan fraksi lainnya.

3.8. Rekomendasi *Retention time* dalam Performa Pemisahan Fasa

Pada rekomendasi ini bertujuan untuk memberikan waktu tinggal baru yang lebih optimum dalam proses pemisahan fraksi. Output dari rekomendasi ini yaitu memperoleh langkah yang dapat diaplikasikan pada *separator* 260V-105 berdasarkan *retention time* yang baru agar dapat memisahkan fraksi lebih optimal. Penentuan rekomendasi *retention time* dapat dilakukan dengan meninjau persentase selisih antara setiap fraksi yang sudah dipisahkan. Setelah diperoleh hasil dari persentasenya, nilai yang digunakan hanya persentase tertinggi pada setiap jenis *lube oil*. Asumsinya karena persentase yang paling besar, merupakan fraksi yang paling susah dalam dilakukan pemisahan dan membutuhkan waktu yang paling lama. Persentase yang paling besar tersebut kemudian ditambahkan dengan *retention time* yang sebelumnya, sehingga diperoleh hasil *retention time* baru yang lebih optimum dalam pemisahannya. Penentuan dari evaluasi *retention time* dapat dilihat pada Tabel 8..

Tabel 8. Rekomendasi *Retention time* Terhadap Persentase Selisih *Inlet* dan *Outlet*

	DAO		MMO		LMO	
	<i>inlet-outlet</i>	Persentase	<i>inlet-outlet</i>	Persentase	<i>inlet-outlet</i>	Persentase
<i>Hydrogen</i>	0.009	66%	0.007	65%	0.010	64%
<i>Hydrogen Sulphide</i>	0.040	48%	0.034	48%	0.036	46%
<i>Hydrocarbons</i>	0.032	19%	0.037	21%	0.034	19%
<i>Water</i>	0.053	44%	0.052	44%	0.056	44%
<i>Retention Time* (hour)</i>		0.91		0.86		0.93



Berdasarkan Tabel 8 diatas, dapat dilihat bahwasannya hasil dari *retention time* setelah dilakukan peninjauan ulang berdasarkan persentase selisih antara *inlet* dan *outlet*. *Retention time* dari *lube oil* dengan jenis DAO yaitu 0.91 jam atau 54.6 menit, MMO yaitu 0.86 jam atau 51.6 menit, dan LMO 0.93 jam atau 55.8 menit.

Hasil dari *retention time* yang baru tersebut dapat diaplikasikan melalui dua cara yaitu optimasi *flow rate* dan desain ulang *separator* 260V-105. Pengaplikasian dengan menggunakan cara optimasi *flow rate* memiliki kelebihan dengan tidak memerlukan biaya tambahan karena tidak perlu merubah desain atau fasilitas terhadap *separator* 260V-105. Kekurangan dari cara ini yaitu *flow rate* perlu untuk dilakukan pengurangan dan tidak dapat memenuhi *flow rate* berdasarkan desain yang mencapai 100%. *Flow rate* perlu untuk diturunkan dari 1558.94 m³/day menjadi 879.226 m³/day. Penurunan *flow rate* tersebut bertujuan agar *retention time* mencapai hasil dari rekomendasi *retention time* yaitu 0.93 hari atau 55.57 menit. Pengaplikasian dengan menggunakan cara desain ulang *separator* memiliki kelebihan terkait *flow rate* yang dapat ditingkatkan hingga mencapai 100%. Akan tetapi perlu untuk melakukan perubahan terkait memperbesar desain dari *separator*, baik dengan menambah diameter maupun panjang dari *separator* itu sendiri. Dengan merubah desain dari *separator*, maka perlu untuk dilakukannya *turn around* (TA) yang mana harus mematikan kilang seluruhnya untuk penambahan fasilitas *separator* dengan desain yang baru. Selain itu cara ini juga memerlukan biaya yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan cara yang sebelumnya. Biaya yang tinggi disebabkan karena perlu menambahkan volume operasional yang hingga 60.4 m³. Volume operasional baru mencapai 1.7 kali lipat lebih besar dibandingkan volume operasional yang lama yaitu 34.07 m³. Perubahan volume operasional yang mencapai 1.7 kali lipat lebih besar disarankan untuk menambahkan *vessel* baru yang dapat mengakomodir dengan volume operasional hingga 60.4 m³.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan analisa berdasarkan beberapa komponen, dapat dilihat bahwasannya performa pemisahan fraksi di *separator* dipengaruhi oleh lamanya *retention time*. Pengaruh hubungan antara *retention time* terhadap performa pemisahan fraksi adalah semakin lama waktu tinggal aliran di dalam *separator* maka semakin proses pemisahan fraksi lebih optimal. Hal tersebut disebabkan jenis aliran yang awalnya bersifat turbulen dan memiliki kecepatan laju aliran di dalam pipa yang tinggi, dapat berubah menjadi turbulen yang kecepatannya rendah. Perubahan jenis aliran tersebut dapat berpengaruh pada aliran yang dapat memisahkan antar fraksi dengan sendirinya berdasarkan *specific gravity*.
2. Penentuan rekomendasi *retention time* dilakukan berdasarkan analisa data aktual yang mengacu pada selisih fasa yang belum terpisahkan. Rekomendasi *retention time* berdasarkan analisa data aktual dari *lube oil* dengan jenis DAO yaitu 0.91 jam atau 54.6 menit; MMO yaitu 0.86 jam atau 51.6 menit; dan LMO yaitu 0.93 jam atay 55.8 menit. Rekomendasi *retention time* perlu dilakukan ketika performa pemisahan fasa menggunakan *retention time* sebelumnya masih terdapat selisih antara fasa pada *inlet* maupun *outletnya*.
3. Rekomendasi *retention time* dapat diaplikasikan dengan optimasi *flow rate* dan desain ulang *separator* 260V-105. Pengaplikasian dengan menggunakan optimasi *flow rate* dilakukan dengan menurunkan *flow rate* yang awalnya 945 m³/day menjadi 432.439 m³/day. Pengaplikasian dengan desain ulang *separator* dapat dilakukan dengan menambah fasilitas *separator* yang dapat mengakomodir volume hingga 60.4 m³ yang mana mencapai 1.7 kali lipat lebih besar dibandingkan volume sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan, A. A. (2019). Evaluasi Performa Kompresor 220K-101 Propane Deasphalting Unit Kilang Lube Oil Complex III. Universitas Pertamina.
- [2] Sofyan, M. (2023). Laporan Kerja Praktik PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV Cilacap. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- [3] Ahmed, T. G., Russell, P. A., Makwashi, N., Hamad, F., & Gooneratne, S. (2021). The Effects Of Inlet *Flow rates* And Slenderness Ratio On The Separation Performance Of A Horizontal Three-Phase *Separator*. *Spe Production & Operations*, 36(04), 962–975. <https://Doi.Org/10.2118/205517-Pa>
- [4] Informasi dari <https://bit.ly/PertaminaRUIVCilacap> (diakses pada 23-6-2024)
- [5] Hadzihafizovic, D. (2023). Article In Fuel Processing Technology. <https://Doi.Org/10.5281/Zenodo.10359867>
- [6] Arnold, K., & Stewart, M. (2008). *Surface Production Operations*.
- [7] Kemendikbud. (2013). *Proses Produksi Migas*.
- [8] Durst, F. (2022). *Fluid Mechanics*. Springer Berlin Heidelberg. <https://Doi.Org/10.1007/978-3-662-63915-3>
- [9] Astuti, E. T., Aritonang, J., Sebayang, P., & Simbolon, S. (2021). Rancang Bangun Water-Oil *Separator* Tipe Horizontal Dua Fasa Menggunakan Variasi Minyak Goreng, Pertamina Dex Dan Oli Mesin. *Journal Of Technical Engineering: Journal Of Technical Engineering: Piston*, 5(1), 9–21.



- [10] Mansour, E. M., Farag, A. B., El-Dars, F. S., Desouky, S. M., Batanoni, M. H., & Mahmoud, M. R. M. (2013). Predicting PVT Properties Of Egyptian Crude Oils By A Modified Soave–Redlich–Kowng Equation Of State. Egyptian Journal Of Petroleum, 22(1), 137–148. <https://Doi.Org/10.1016/J.Ejpe.2012.09.005>