

# Analisa Dan Optimasi Produksi Sumur Migas Di PEP Bekasi

Hernowo Widodo <sup>1,\*</sup>, M. Samsuri <sup>2</sup>, Samsul Ma'rif <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknik Kimia; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [hernowo.widodo@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:hernowo.widodo@dsn.ubharajaya.ac.id)

<sup>2</sup> Teknik Kimia; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [msamsuri79@gmail.com](mailto:msamsuri79@gmail.com)

<sup>3</sup> Teknik Kimia; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [samsul.ma'rif@ubharajaya.ac.id](mailto:samsul.ma'rif@ubharajaya.ac.id)

\* Korespondensi: e-mail: [hernowo.widodo@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:hernowo.widodo@dsn.ubharajaya.ac.id)

Submitted: 29/05/2022; Revised: 17/06/2022; Accepted: 04/07/2022; Published: 26/07/2022

## Abstract

Based on the results of the mass balance analysis and a review at PEP, it was concluded that the total feed intake from all wells was BOPD at 770 barrels/day, gas at 12.1882 MMSCFD, and BLPD at 15975.2 barrels/day, the total product produced was 8,541226% oil at 1568.760 barrels/day, 8.989134% condensate at 1651.027 barrels/day, 0.056535% gas at 10.3838214 MMSCFD, and 82.4131% water injection at 15136.748 barrels/day. In the Water Injection Plant process it produces sludge of 16286.812 kg or 0.90001% of the processed formation water, the formation of sludge is due to the addition of chemicals in the formation water treatment process.

**Keywords:** Mass balance, crude oil, gas.

## Abstrak

Berdasarkan hasil analisis neraca massa dan peninjauan di PEP didapatkan antara lain total feed masuk dari seluruh sumur adalah BOPD sebesar 770 barrel/hari, gas sebesar 12,1882 MMSCFD, dan BLPD sebesar 15975,2 barrel/hari, total produk yang dihasilkan adalah 8,541226% minyak sebesar 1568,760 barrel/hari, 8,989134% condensat sebesar 1651,027 barrel/hari, 0,056535% gas sebesar 10,3838214 MMSCFD, dan 82,4131% air injeksi sebesar 15136,748 barrel/hari. Pada proses *Water Injection Plant* menghasilkan *sludge* sebesar 16286,812 kg atau 0,90001 % dari air formasi yang diolah, terbentuknya *sludge* dikarenakan adanya penambahan bahan kimia pada proses pengolahan air formasi.

**Kata kunci:** Neraca massa, minyak mentah, gas.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Bahan Baku

Terdapat tiga kategori bahan baku yang digunakan, yaitu : bahan baku utama yang berupa minyak mentah (*Crude Oil*), bahan baku penunjang dan aditif berupa bahan kimia, serta bahan baku sistem utilitas berupa air dan udara.

#### 1.1.1. Bahan Baku Utama

Bahan baku utama di PEP yaitu berupa minyak mentah (*crude oil*). *Crude oil* diperoleh dari 46 sumuran yang masih berproduksi. *Crude oil* ini terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon yang sebagian besar seri alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi dan kemurniannya.

Pada kondisi temperatur dan tekanan standar, hidrokarbon yang ringan seperti metana, etana, propana, dan butana berbentuk gas yang mendidih pada -161.6 °C, -88.6 °C, -42 °C, dan -0.5 °C, berturut-turut (- 258.9°, -127.5°, -43.6°, dan +31.1 °F), sedangkan karbon yang

lebih tinggi, mulai dari pentana ke atas berbentuk padatan atau cairan. Meskipun begitu, di sumber minyak di bawah tanah, proporsi gas, cairan, dan padatan tergantung dari kondisi permukaan dan diagram fase dari campuran minyak bumi tersebut. (Hyne.2001.pp.1-4)

Persentase hidrokarbon ringan di dalam minyak mentah sangat bervariasi tergantung dari ladang minyak, kandungan maksimalnya bisa sampai 97% dari berat kotor dan paling minimal adalah 50%.

Jenis hidrokarbon yang terdapat pada minyak bumi sebagian besar terdiri dari alkana, sikloalkana, dan berbagai macam jenis hidrokarbon aromatik, ditambah dengan sebagian kecil elemen-elemen lainnya seperti nitrogen, oksigen dan sulfur, ditambah beberapa jenis logam seperti besi, nikel, tembaga, dan vanadium. Jumlah komposisi molekul sangatlah beragam dari minyak yang satu ke minyak yang lain tapi persentase proporsi dari elemen kimianya dapat dilihat di bawah ini: (Speight.199.p.215-216)

Tabel 1 Komposisi Elemen Berdasarkan Berat

Komposisi Elemen Berdasarkan Berat	
Elemen	Rentang Persentase
Karbon	83-87%
Hidrogen	10-14%
Nitrogen	0,1-2%
Oksigen	0,05-1,5%
Sulfur	0,05-6,0%
Logam	< 0,1%

Ada 4 macam molekul hidrokarbon yang ada dalam minyak mentah. Persentase relatif setiap molekul berbeda-beda tiap lokasi minyaknya, sehingga menggambarkan ciri-ciri dari setiap minyak. (Hyne.2001.pp.1-4)

Tabel 2 .Komposisi Molekul Hidrogen Berdasarkan Berat

Komposisi Molekul Berdasarkan Berat		
Hidrokarbon	Rata-Rata	Rentang
Parafin	30%	15-60%
Neptena	49%	30-60%
Aromatik	15%	3-30%
Aspaltena	6%	Sisa-sisa

*Crude Oil* ini nantinya akan diolah di tempat pengilangan minyak dan dipisah-pisahkan hasilnya berdasarkan titik didihnya sehingga menghasilkan berbagai macam bahan bakar, mulai dari bensin, minyak tanah sampai aspal juga berbagai reagen kimia yang dibutuhkan.

### 1.1.2. Bahan Baku Penunjang dan Aditif

Bahan-bahan penunjang digunakan untuk mendukung proses-proses pengolahan dan menghindari terjadinya kerusakan-kerusakan pada unit-unit pemroses. Bahan-bahan penunjang ini berupa bahan kimia, katalis dan resin yang digunakan pada unit-unit proses di kilang Tambun. Bahan-bahan penunjang ini dapat dikelompokkan menjadi bahan penunjang proses, penunjang produk dan penunjang utilitas. Beberapa bahan-bahan penunjang yang digunakan pada kilang Tambun adalah sebagai berikut:

- a. Soda Kaustik (NaOH) berfungsi untuk menetralsasi dan menaikkan pH raw water.
- b. Amina monoetanol (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH)NH<sub>2</sub>, berfungsi untuk menyerap senyawa COS dan CS<sub>2</sub> serta senyawa sulfur lainnya yang terkandung dalam C<sub>3</sub>.
- c. *Demulsifier*, berfungsi untuk menghindari dan memecah emulsi minyak yang terbentuk sehingga dapat mempercepat pemisahan pada *desalter*. *Demulsifier* diinjeksikan ke *crude charge* secara kontinyu pada *suction pump* untuk membantu difusi kimia ke dalam minyak.
- d. *Anti foulant*, berfungsi untuk menghindari *fouling-fouling* yang dapat terjadi pada *preheater*.
- e. *Wetting Agent*, berfungsi memecah minyak yang mengelilingi padatan dan memindahkan padatan tersebut dari fasa minyak ke fasa cair sehingga mudah untuk dipisahkan.
- f. Sodium nitrat (NaCO<sub>3</sub>) dan soda ash (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), berfungsi untuk menetralkan senyawa klorida yang dapat menyebabkan korosi *austentic stainless steel* di permukaan *tube heater*.
- g. Trisodium phosphate (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), berfungsi untuk menghindari *fouling* dan mengatur pH.
- h. Clorine (Cl<sub>2</sub>), berfungsi sebagai desinfektan pada *raw water* dan mencegah terbentuknya lumut atau kerak.
- i. *Oxygen chavenger* berfungsi untuk mematikan bakteri pembentuk H<sub>2</sub>S dengan cara mengurangi kadar O<sub>2</sub>.
- j. *Water clasifier* berfungsi untuk memisahkan minyak dan air dengan cara menurunkan tekanan permukaan sistem minyak air atau air minyak sehingga partikel-partikel kecil minyak/air akan menyatu dan menjadi ukuran yang lebih besar dengan adanya gaya gravitasi kedua cairan tersebut akan terpisah.
- k. *Corrosin inhibitor* berfungsi untuk mencegah terjadinya reaksi korosi pada peralatan dengan cara membentuk lapisan pelindung pada lapisan metal.

Terdapat tiga kategori produk yang dihasilkan, yaitu minyak mentah, gas dan kondensat. Produk utama yang dihasilkan dari PEP adalah minyak mentah (*crude oil*) yang nantinya akan dicampur dengan kondensat yang telah diproses yang kemudian dialirkan ke PT.PERTAMINA (Persero) RU VI Balongan. Produksi *Crude Oil* di Pertamina EP Tambun dalam sehari sebanyak 1017 BOPD. (Diambil tanggal 20 Desember 2018)

Sementara Gas yang dihasilkan, disalurkan ke mitra kerja PT Pertamina EP Tambun yang meliputi : PLTGU Muaratawar, PT. BBWM SKG Tegal Gede, PT. BBWM Odira (Gas LP) dan LPG *Plant* Yudistir. Dalam sehari, gas yang dihasilkan PT. Pertamina EP Tambun yaitu 12,1881 MMSCFD. (Diambil tanggal 20 Desember 2018)

## 2. Metode Penelitian

Pada paper ini metode penelitian yang dipakai adalah analisis kuantitatif dengan menganalisa data, berdasarkan pengalaman aktual di lapangan dan pengambilan data.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Material Balance Pada PEP Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 3. Spesifikasi bahan baku

Komponen	%Berat
Minyak	8,3967
Gas	9,7983
Air	81,805

Sumber: data penelitian

### 3.2. Perhitungan Neraca Massa

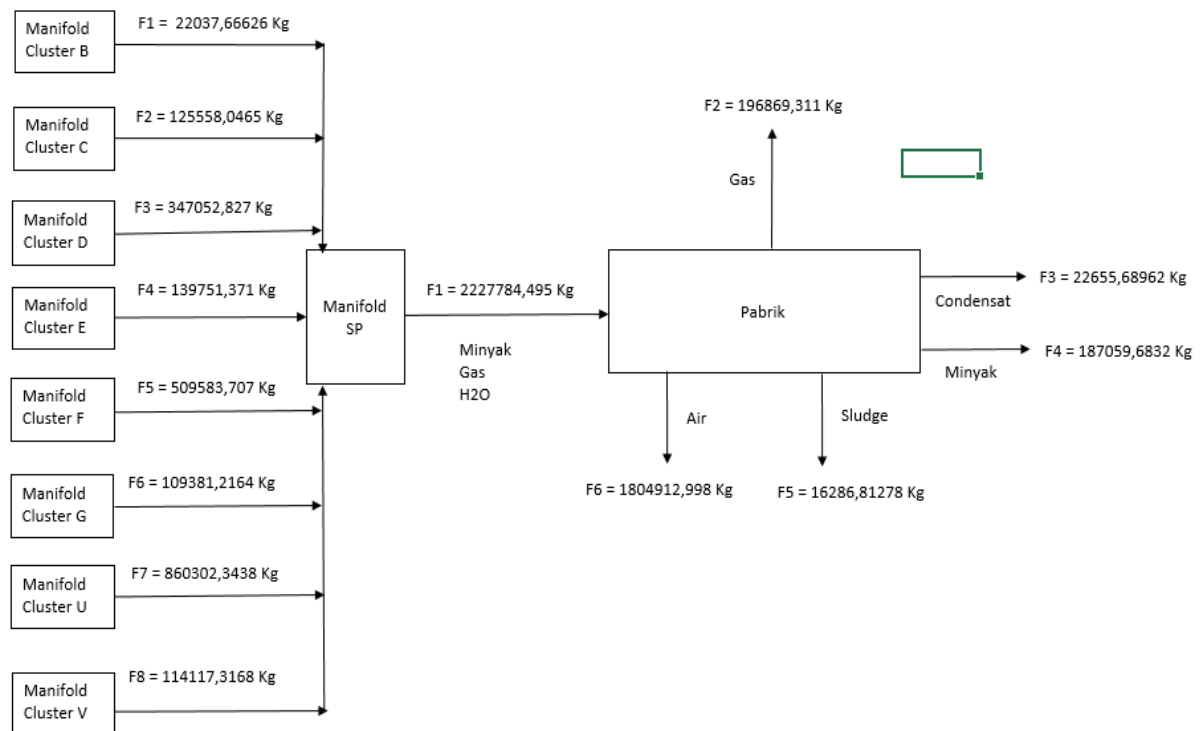
Basis Perhitungan : 1 hari = 24 jam  
Volume bahan baku = 2227784,495 Kg

Neraca Massa Total Pabrik

Tabel 4. Data awal Bahan Baku

Cluster	Gross		Oil		Gas		
	Barrel	Kg	Barrel	Kg	MMSCFD	Barrel	Kg
B	133	15858,98274	41,8	4984,252	0,063	10,017	1194,432
C	979,9	116843,7382	17,4	2074,784	0,3502	55,682	6639,524
D	2363,5	281824,8549	184	21940,25	2,2832	363,03	43287,73
E	1063,1	126764,5455	48	5723,543	0,3831	60,913	7263,283
F	3128,6	373055,7398	120,4	14356,55	6,4439	1024,6	122171,4
G	772,6	92125,18844	133,3	15894,75	0,0718	11,416	1361,273
U	6718,5	801117,1091	177,7	21189,03	2,0041	318,65	37996,2
V	816	97300,22491	47,4	5651,998	0,5889	93,635	11165,09
		1904890,384		91815,16			231078,9

Sumber: data penelitian



Neraca Massa Total Pabrik

$$F1 = F2 + F3 + F4 + F5 + F6$$

$$2227784,495 = 196869,311 + 22655,68962 + 187059,6832 + 16286,81278 + 1804912,998$$

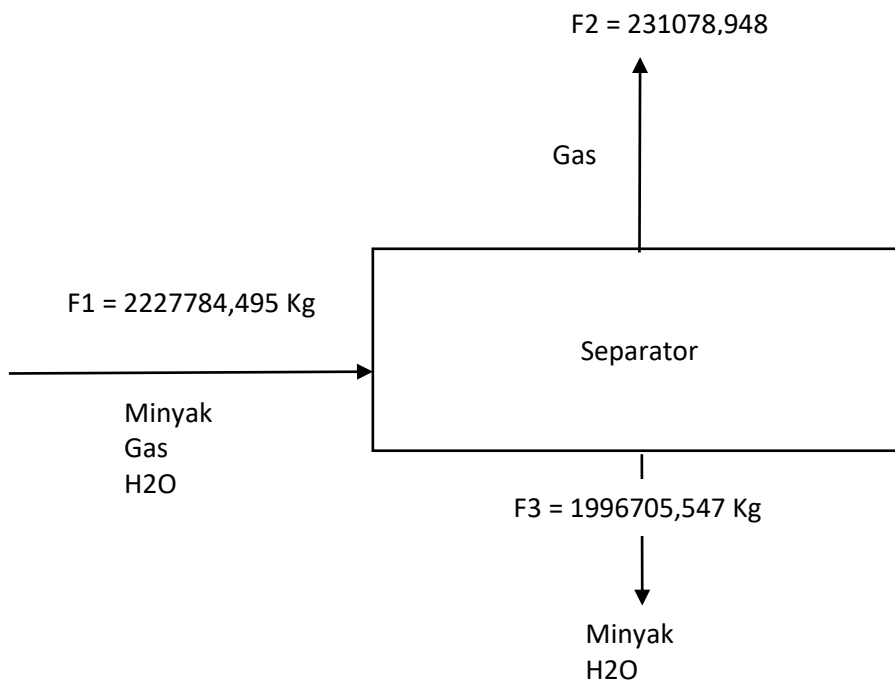
$$2227784,495 = 2227784,495$$

Tabel 5. Tabel Neraca Massa Total Pabrik

Komponen	Massa Masuk	Massa Keluar
Crude Oil	2227784,495	0
Minyak	0	187059,6832
air	0	1804912,998
sludge	0	16286,81278
Condensat	0	22655,68962
Gas	0	196869,311
Total	2227784,495	2227784,495

Sumber: data penelitian

Neraca Massa Stasiun Pengumpul  
Neraca Massa di Separator



Neraca Massa Total

$$F1 = F2 + F3$$

$$2227784,495 = F2 + F3$$

$$2227784,495 = 231078,948 + 1996705,547$$

$$2227784,495 = 2227784,495$$

Neraca Massa Komponen :

➤ Gas

$$\begin{aligned} \%Gas &= (F2 \times 100) / F1 \\ &= (231078,948 \times 100) / 2227784,495 \\ &= 23107894,8 / 2227784,495 \\ &= 10,37259 \% \end{aligned}$$

➤ Liquid

$$\begin{aligned} \%Liquid &= (F3 \times 100) / F1 \\ &= (1996705,547 \times 100) / 2227784,495 \\ &= 199670554,7 / 2227784,495 \end{aligned}$$

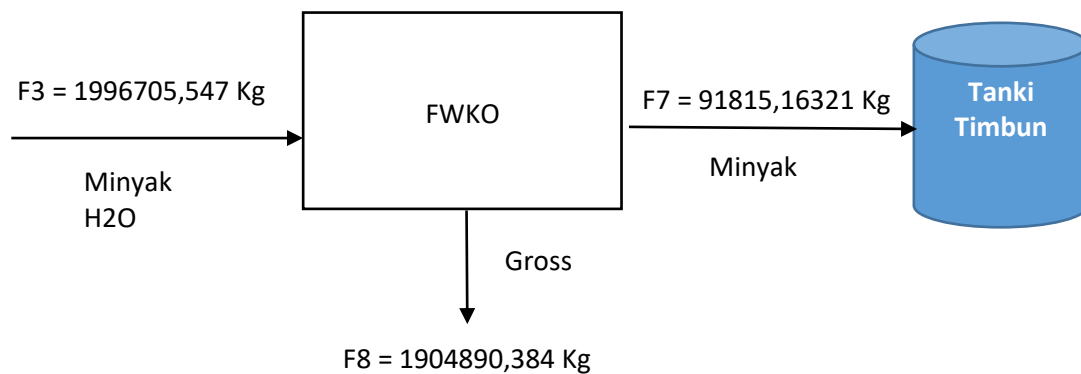
=89,62741%

Tabel 6. Tabel Neraca Massa di Separator

Komponen	Massa masuk(kg)	Massa Keluar(kg)
Gas	231078,948	231078,948
Liquid	1996705,547	91815,16321
Total	2227784,495	2227784,495

Sumber: data penelitian

Neraca Massa di Free Water Knock Out



Neraca Massa Total

$$F3 = F7 + F8$$

$$1996705,54721 = F7 + F8$$

$$1996705,54721 = 91815,16321 + 1904890,384$$

$$1996705,54721 = 1996705,54721$$

Neraca Massa Komponen

- Minyak

$$\begin{aligned} \% \text{Minyak} &= (F7 \times 100) / F1 \\ &= (91815,16321 \times 100) / 1996705,54721 \\ &= 9181516,321 / 1996705,54721 \\ &= 4,59834 \% \end{aligned}$$

- Gross

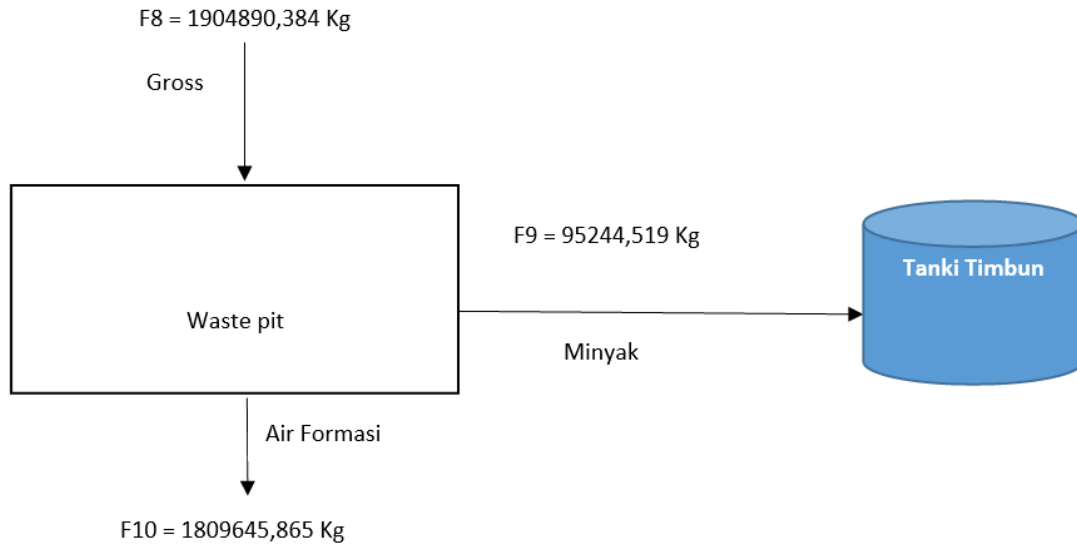
$$\begin{aligned} \% \text{Gross} &= (F8 \times 100) / F1 \\ &= (1904890,384 \times 100) / 1996705,54721 \\ &= 190489038,4 / 1996705,54721 \\ &= 95,40166\% \end{aligned}$$

Tabel 7. Tabel Neraca Massa di FWKO

Komponen	Massa masuk(kg)	Massa Keluar(kg)
Liquid	1996705,54721	
Minyak		91815,16321
Gross		1904890,384
Total	1996705,54721	1996705,54721

Sumber: data penelitian

Neraca Massa di Waste Pit



Neraca Massa Total:

$$F8 = F9 + F10$$

$$1904890,384 = F9 + F10$$

$$1904890,384 = 95244,519 + 1809645,865$$

$$1904890,384 = 1904890,384$$

Neraca Massa Komponen

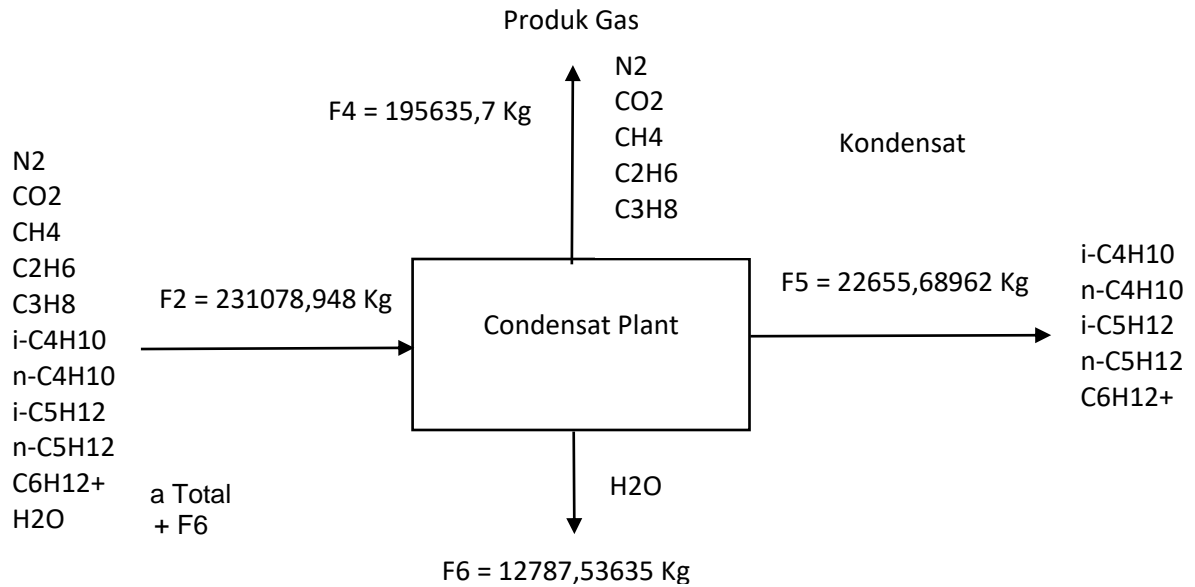
- Minyak
  - %Minyak =  $(F9 \times 100) / F8$
  - =  $(95244,519 \times 100) / 1904890,384$
  - =  $9524451,9 / 1904890,384$
  - = 4,99999%
- Air Formasi
  - %Air Formasi =  $(F10 \times 100) / F8$
  - =  $(1809645,865 \times 100) / 1904890,384$
  - =  $180964586,5 / 1904890,384$
  - = 95,00001%

Tabel 8. Tabel Neraca Massa di Waste Pit

Komponen	Massa masuk(kg)	Massa Keluar(kg)
Gross	1904890,384	0
Minyak	0	95244,519
Air Formasi	0	1809645,865
Total	1904890,384	1904890,384

Sumber: data penelitian

Perhitungan Neraca Massa di Condensat Plant



$$231078,948 = F4 + F5 + F6$$

$$231078,948 = 195635,7 + 22655,68962 + 12787,53635$$

$$231078,948 = 231078,948$$

Neraca Massa Komponen

➤ Nitrogen

$$F2 \times X(\text{nitrogen}) = F4 \times X(\text{nitrogen})$$

$$231078,948 \times 0,011043 = 195635,7 \times X(\text{nitrogen})$$

$$2551,80482 = 195635,7 \times X(\text{nitrogen})$$

$$X(\text{nitrogen}) = 2551,80482 / 195635,7$$

$$X(\text{nitrogen}) = 0,013044$$

$$X(\text{nitrogen}) = 1,3044 \%$$

➤ Carbondioxide

$$F2 \times X(\text{carbondioxide}) = F4 \times X(\text{carbondioxide})$$

$$231078,948 \times 0,061960278 = 195635,7 \times X(\text{carbondioxide})$$

$$14317,7159 = 195635,7 \times X(\text{carbondioxide})$$

$$X(\text{carbondioxide}) = 14317,7159 / 195635,7$$

$$X(\text{carbondioxide}) = 0,073186$$

$$X(\text{carbondioxide}) = 7,3186 \%$$

➤ Methane

$$F2 \times X(\text{methane}) = F4 \times X(\text{methane})$$

$$231078,948 \times 0,67100731 = 195635,7 \times X(\text{methane})$$

$$155055,6643 = 195635,7 \times X(\text{methane})$$

$$X(\text{methane}) = 155055,6643 / 195635,7$$

$$X(\text{methane}) = 0,792573374$$

$$X(\text{methane}) = 79,2573374 \%$$

➤ Ethane

$$F2 \times X(\text{ethane}) = F4 \times X(\text{ethane})$$

$$231078,948 \times 0,058651452 = 195635,7 \times X(\text{ethane})$$



$$\begin{aligned}13553,11592 &= 195635,7 \times X(\text{ethane}) \\13553,11592 &= 195635,7 \times X(\text{ethane}) \\X(\text{ethane}) &= 13553,11592 / 195635,7 \\X(\text{ethane}) &= 0,069277307 \\X(\text{ethane}) &= 6,9277307 \%\end{aligned}$$

➤ Propane

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{propane}) &= F4 \times X(\text{propane}) \\231078,948 \times 0,060727019 &= 195635,7 \times X(\text{propane}) \\14032,73577 &= 195635,7 \times X(\text{propane}) \\X(\text{propane}) &= 14032,73577 / 195635,7 \\X(\text{propane}) &= 0,071728903 \\X(\text{propane}) &= 7,1728903 \%\end{aligned}$$

➤ I-Butane

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{i-butane}) &= F5 \times X(\text{i-butane}) \\231078,948 \times 0,01517562 &= 22655,68962 \times X(\text{i-butane}) \\3506,766385 &= 22655,68962 \times X(\text{i-butane}) \\X(\text{i-butane}) &= 3506,766385 / 22655,68962 \\X(\text{i-butane}) &= 0,01792498 \\X(\text{i-butane}) &= 1,792498 \%\end{aligned}$$

➤ N-Butane

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{n-butane}) &= F5 \times X(\text{n-butane}) \\231078,948 \times 0,019639038 &= 22655,68962 \times X(\text{n-butane}) \\4538,168263 &= 22655,68962 \times X(\text{n-butane}) \\X(\text{n-butane}) &= 4538,168263 / 22655,68962 \\X(\text{n-butane}) &= 0,023197033 \\X(\text{n-butane}) &= 2,3197033 \%\end{aligned}$$

➤ I-Pentane

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{i-pentane}) &= F5 \times X(\text{i-pentane}) \\231078,948 \times 0,011081141 &= 22655,68962 \times X(\text{i-pentane}) \\2560,618393 &= 22655,68962 \times X(\text{i-pentane}) \\X(\text{i-pentane}) &= 2560,618393 / 22655,68962 \\X(\text{i-pentane}) &= 0,01308871 \\X(\text{i-pentane}) &= 1,308871 \%\end{aligned}$$

➤ N-Pentane

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{n-pentane}) &= F5 \times X(\text{n-pentane}) \\231078,948 \times 0,001846857 &= 22655,68962 \times X(\text{n-pentane}) \\426,769732 &= 22655,68962 \times X(\text{n-pentane}) \\X(\text{n-pentane}) &= 426,769732 / 22655,68962 \\X(\text{n-pentane}) &= 0,00218145 \\X(\text{n-pentane}) &= 0,218145 \%\end{aligned}$$

➤ Hexane+

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{hexane+}) &= F5 \times X(\text{hexane+}) \\231078,948 \times 0,033529798 &= 22655,68962 \times X(\text{hexane+}) \\7748,03034 &= 22655,68962 \times X(\text{hexane+}) \\X(\text{hexane+}) &= 7748,03034 / 22655,68962 \\X(\text{hexane+}) &= 0,03960437 \\X(\text{hexane+}) &= 3,960437 \%\end{aligned}$$

➤ Air

$$\begin{aligned}F2 \times X(\text{air}) &= F6 \times X(\text{air}) \\231078,948 \times 0,055338387 &= 12787,53635 \times X(\text{air}) \\12787,5363 &= 12787,53635 \times X(\text{air})\end{aligned}$$

$$X(\text{air}) = 12787,5363 / 12787,53635$$

$$X(\text{air}) = 0,06536402$$

$$X(\text{air}) = 6,536402 \%$$

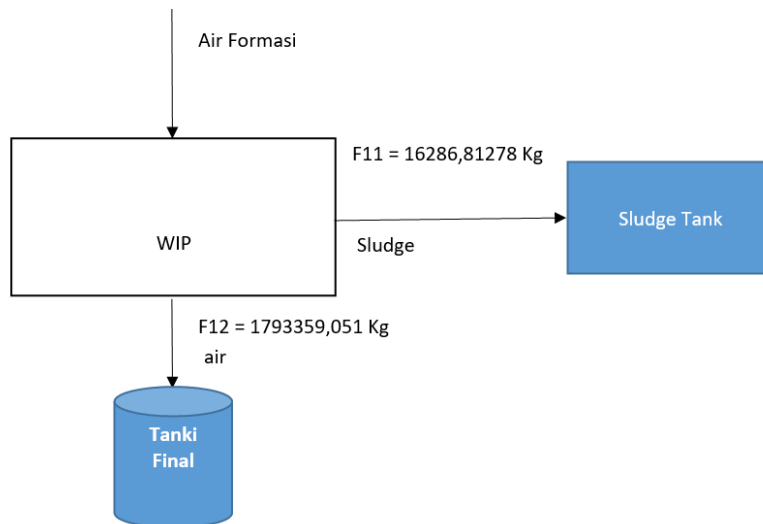
Tabel 9. Tabel Neraca Massa Condensat Plant

Komponen	massa masuk	massa keluar		
		aliran 4	aliran 5	aliran 6
N2	2551,827	2160,4131	0	0
CO2	14317,72	17984,827	0	0
CH4	155055,7	146925,07	0	0
C2H6	13553,12	12794,807	0	0
C3H8	14032,74	15770,606	0	0
i-C4H10	3506,766	0	67,96707	0
n-C4H10	4538,168	0	158,5898	0
i-C5H12	2560,618	0	951,539	0
n-C5H12	426,7697	0	634,3593	0
C6H12+	7748,03	0	20843,23	0
H2O	12787,54	0	0	12787,54
		195635,72	22655,69	12787,54
Total	231078,948	231078,948		

Sumber: data penelitian

Perhitungan Neraca Massa di Water Injection Plant

$$F10 = 1809645,864 \text{ Kg}$$



Neraca Massa Total

$$F10 = F11 + F12$$

$$1809645,864 = F11 + F12$$

$$1809645,864 = 16286,81278 + 1793359,051$$

$$1809645,864 = 1809645,864$$

**Neraca Massa Komponen**

- Air  
%Air =  $(F12 \times 100) / F6$   
=  $(1793359,051 \times 100) / 1809645,864$   
=  $179335905,1 / 1809645,864$   
= 99,09999%
- Sludge  
%Sludge =  $(F11 \times 100) / F6$   
=  $(16286,81278 \times 100) / 1809645,864$   
=  $1628681,278 / 1809645,864$   
= 0,90001%

**Tabel 10.** Tabel Neraca Massa di WIP

Komponen	Massa masuk(kg)	Massa Keluar(kg)
Air Formasi	1809645,864	0
Air	0	1793359,051
Sludge	0	16286,81278
Total	1809645,864	1809645,864

Sumber: data penelitian

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis neraca massa dan peninjauan di PEP didapatkan total feed masuk dari seluruh sumur adalah BOPD sebesar 770 barrel/hari, gas sebesar 12,1882 MMSCFD, dan BLPD sebesar 15975,2 barrel/hari. Total produk yang dihasilkan adalah 8,541226% minyak sebesar 1568,760 barrel/hari, 8,989134% condensat sebesar 1651,027 barrel/hari, 0,056535% gas sebesar 10,3838214 MMSCFD, dan 82,4131% air injeksi sebesar 15136,748 barrel/hari. Pada proses *Water Injection Plant* menghasilkan *sludge* sebesar 16286,812 kg atau 0,90001 % dari air formasi yang diolah, terbentuknya *sludge* dikarenakan adanya penambahan bahan kimia pada proses pengolahan air formasi.

**Daftar Pusaka**

C. Patton. 1981. *Oilfield Water System. Campbell Petroleum Series, Norman, OK: John M. Campbell.*

Faust, S.D.dan O.M. Aly. (1998). *Chemistry of Water Treatment. Lewis Publisher. USA.*

Hendricks, David W. 2006. *Water Treatment Unit Process: Physical and Chemical. CRC Press. Florida.*

Howe, J. K., et al. (2012). *Principle of Water Treatment. John Wiley and Sons, Inc. New Jersey.*

Kemmer, EN. 1979. *Water; The Universal Solvent, 2nd ed. Oak Brook, IL: Nalco Chemical Co.*

Subarnas, Nandang. 2007. *Terampil Berkreasi. Jakarta: Grafindo Media Pratama.*

Manurung, Tambak, dkk. 2012. *Efektivitas Biji Kelor (Moringa oleifera) Pada Pengolahan Air Sumur Tercemar Limbah Domestik. Dalam Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT's. Vol 8, No.1: 37-41.*

Sutresna, Nana. 2007. *Cerdas Belajar Kimia untuk Kelas XI SMA. Jakarta: Grafindo Media Pratama.*

Website Official Pertamina, <http://www.pertamina.com>