

ANALISIS DESAIN UKURAN SEPARATOR PRODUKSI HORIZONTAL DUA FASA UNTUK TARGET PEMISAHAN FLUIDA 25000 BFPD PT.MEDCO E&P INDONESIA RIMAU ASSET

DESIGN ANALYSIS TWO PHASES HORIZONTAL PRODUCTION SEPARATOR FOR TARGET SEPARATION OF FLUID 25000 BFPD PT.MEDCO E&P INDONESIA RIMAU ASSET

Muhammad Irfan Insani¹, Ubaidillah Anwar Prabu² dan Weny Herlina³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

E-mail : irfaninsani@gmail.com

ABSTRAK

Separator merupakan bejana tekan yang digunakan untuk memisahkan campuran fluida berdasarkan perbedaan densitasnya. Berdasarkan jenis pemisahannya, separator memiliki dua jenis, yaitu separator dua fasa dan tiga fasa. Pada PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, menargetkan fluida yang dipisahkan adalah sebesar 25000 bfpd yang akan dilakukan perhitungan analisis desain ukuran separator, untuk mengoptimalkan hasil pemisahan menggunakan separator produksi horizontal dua fasa. Dalam mendesain ukuran separator, digunakan dua metode yaitu dari Arnold dan Steward serta dari American Petroleum Institute Specification 12J. Selanjutnya dilakukan perhitungan ukuran separator sehingga nantinya diperoleh diameter (d), panjang efektif separator (effective length), panjang tiap lapisan separator (seam to seam length), dengan rasio kelangsingan separator (slenderness ratio) berada pada nilai 3-4, minimum gas flow area, volume liquid, volume aktual gas serta kapasitas liquid. Data penunjang yang dibutuhkan dalam penelitian antara lain, spesifik gravity minyak dan gas, laju produksi minyak, gas, air dan liquid, °API Minyak, densitas air, water cut, suhu dan tekanan separator, waktu retensi, faktor kompresibilitas, viskositas minyak, ukuran tetesan, berat molekul dan panjang shell. Hasil dari perhitungan didapatkan untuk diameter berada pada 72 inch tetapi dengan nilai volume aktual gas 0,04 ft³/s, minimum gas flow area 0,00518 ft², volume liquid 83,095 bbl dan kapasitas liquid sebesar 39885,612 bbls.

Kata Kunci: Diameter Separator, Slenderness Ratio.

ABSTRACT

Separator is a pressure vessel used to separate the fluid mixture based on its density difference. Based on the type of separation, the separator has two types, namely two phase and three phase separators. At PT Medco E & P Indonesia Rimau Asset, targeting the separated fluid is 25000 bfpd which will be calculated separator size design analysis, to optimize the separation result using a two phases horizontal production separator. In designing the separator size, two methods are used, they are from Arnold and Steward and from American Petroleum Institute Specification 12J. Furthermore, the calculation of the size of the separator so that later obtained the diameter (d), the length of effectiveness separator (effective length), the length of each separator layer (seam to seam length), with the ratio of slenderness ratio is at 3-4, minimum gas flow area, liquid volume, actual volume of gas and liquid capacity. The supporting data required in the study include specific oil and gas, oil, gas, flow rate of water and liquid, °API Oil, water density, water cut, temperature and separator pressure, retention time, compressibility factor, oil viscosity, droplet size, molecular weight and shell length. The result of the calculation is obtained for diameter is 72 inch but with actual gas volume value 0,04 ft³ / s, minimum gas flow area 0,00518 ft², liquid volume 83,095 bbl and liquid capacity equal to 39885,612 bbls

Keywords: Diameter of Separator, Slenderness Ratio.

1. PENDAHULUAN

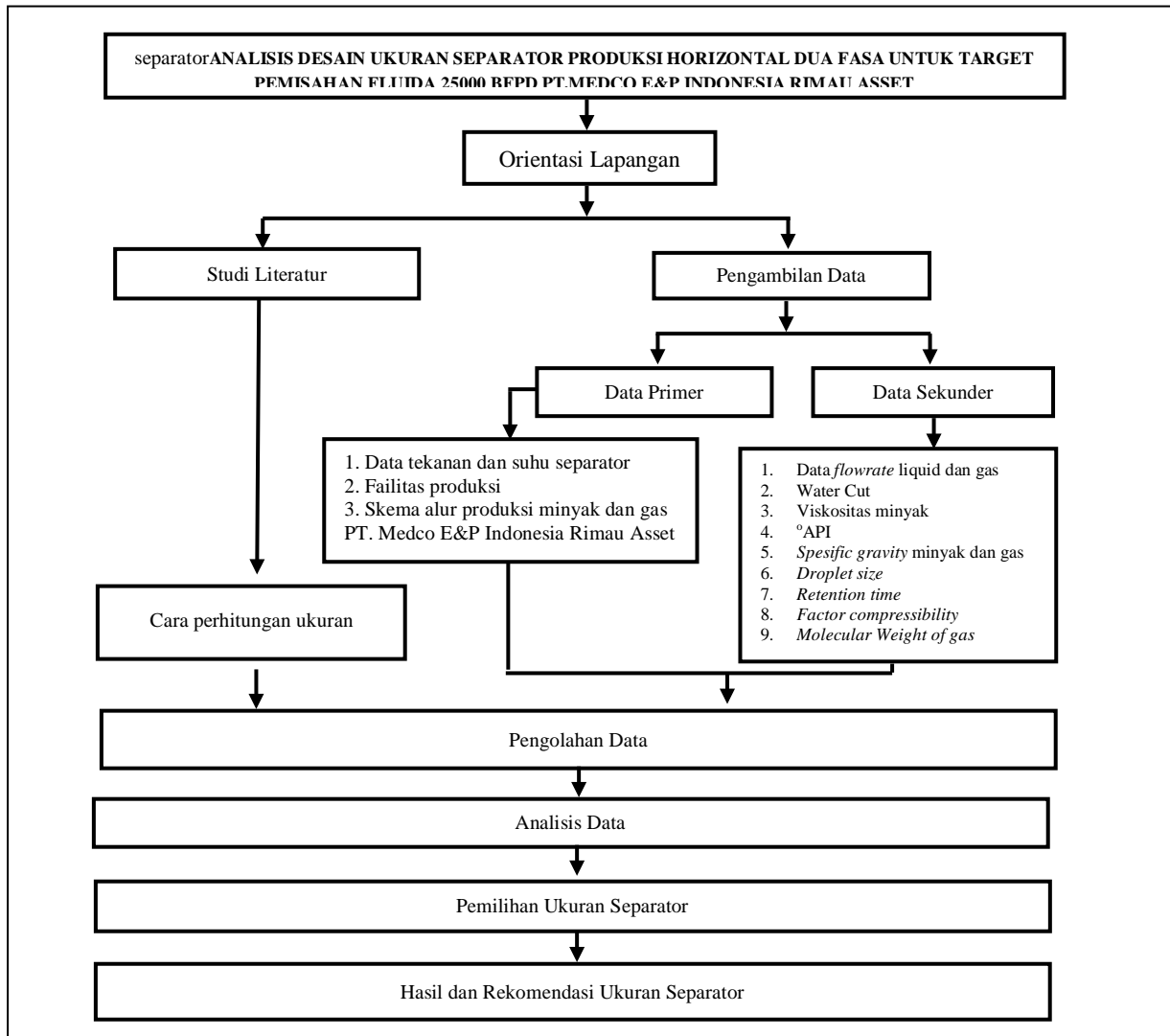
PT Medco E&P Indonesia adalah bagian dari perusahaan Medco Energy Corporation Tbk yang mengakuisisi PT Stanvac Indonesia milik oleh Exxon Mobil pada tahun 1995, yang hingga sampai saat ini masih melakukan kegiatan eksplorasi dan produksi secara aktif. PT Medco E&P Indonesia memiliki beberapa wilayah kerja, salah satunya adalah Rimau Asset yang terdapat pada kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Hingga saat ini, wilayah Rimau Asset masih aktif melakukan kegiatan produksi minyak dan gas bumi, pada tahun 2016 produksi minyak sebesar 9.430 BOPD, produksi gas sebesar 3,7 MMSCFD dan produksi air sebesar 205.757 BWPD.

Fluida yang dihasilkan dari sumur mengandung komposisi dalam bentuk minyak, air, dan gas. Operasi pemisahan fase gas dan cair akan melibatkan proses pemisahan untuk menghasilkan produk yang siap untuk dijual. Pemisahan gas dan cairan merupakan proses utama pada unit proses minyak dan gas menggunakan separator. Separator merupakan fasilitas produksi yang memiliki peranan penting dalam proses pemisahan minyak bumi, separator merupakan bejana tekan yang digunakan untuk memisahkan campuran fluida berdasarkan perbedaan densitasnya[1]. Dalam pemisahan fluida terdapat beberapa bentuk separator yang biasa digunakan, yaitu separator horizontal, separator vertikal dan separator bulat[2]. Pemilihan bentuk separator tersebut didasarkan pada kebutuhan perusahaan dan juga karakteristik dari fluida yang berasal dari sumur. Separator horizontal digunakan dalam aliran dengan rasio gas-liquid yang tinggi dan minyak yang berbubur, separator vertikal cocok untuk minyak berat atau yang terangkat ke permukaan dengan membawa padatan serta untuk gas yang tergolong gas kering, sedangkan separator bulat cocok untuk minyak tergolong normal serta minyak ringan dan cocok untuk gas basah. Proses pemisahan fluida berdasarkan jenis pemisahannya terbagi menjadi pemisahan dua fasa dan tiga fasa[3]. Separator dua fasa adalah jenis separator yang berfungsi memisahkan fluida menjadi dua komponen yaitu gas dan liquid (campuran minyak dan air) [3]. Pada penelitian ini, secara khusus hanya akan membahas mengenai separator horizontal dua fasa. Sedangkan tiga fasa memisahkan fluida menjadi fasa minyak, gas dan air[4]. Separator tiga fasa adalah jenis separator yang berfungsi memisahkan fluida langsung menjadi tiga komponen yaitu gas, minyak dan air

Pada penelitian yang dilakukan, dengan tujuan untuk menganalisis desain separator dengan target produksi 25000 BFPD. Separator yang dipilih memiliki kapasitas liquid sebesar 26000 BLPD dan kapasitas gas sebesar 5 MMSCFD serta diameter sekitar 28 inch, memiliki suhu rata-rata saat operasi 120°F, serta tekanan operasi rata-rata 50 psig. Namun, setelah dilakukan desain ulang separator didapatkan diameter yang lebih besar sekitar 72 inchi dengan kapasitas liquid 39885 BLPD, berdasarkan data aktual yang tersaji di lapangan. Separator horizontal dipilih karena secara umum pada PT. Medco E&P Indonesia Rimau Asset, semua separator produksi yang dipakai adalah separator horizontal baik dua fasa maupun tiga fasa, selanjutnya dikarenakan dari sisi ekonomi menurut perusahaan lebih ekonomis dan efisien apabila menggunakan separator horizontal, serta penggunaan separator horizontal cocok untuk kriteria fluida pada perusahaan dengan rasio aliran yang tinggi[2]. Data penunjang yang dibutuhkan dalam penelitian antara lain, specific gravity minyak dan gas, laju produksi minyak, gas, air dan liquid, oAPI Minyak, densitas air, water cut, suhu dan tekanan separator, waktu retensi, faktor kompresibilitas, viskositas minyak, ukuran tetesan, berat molekul dan panjang shell. Hasil yang diperoleh pada desain separator yang telah di desain ulang, diantaranya diameter separator sebesar 72 inch dengan slenderness ratio 3,83, didapatkan pula ukuran nozzle dengan masing-masing hasil, nilai inlet sebesar 6 inch, liquid outlet sebesar 6 inch, gas outlet 12 inch. Asumsi produksi setelah dilakukan desain separator adalah kurang lebih di angka 39800 BFPD.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan selama 1 bulan terhitung dari tanggal 1 Maret 2017 sampai dengan 31 Maret 2017. Penelitian diawali dengan mengetahui separator produksi horizontal dua fasa yang akan diteliti pada PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset. Setelah diketahui separator mana yang akan dijadikan objek penelitian, dilakukan pengambilan data dari separator berupa suhu dan tekanan aktual, kemudian digabungkan dengan data sekunder untuk kemudian dilakukan pengolahan data. Untuk memenuhi target pemisahan 25000 bfpd desain ukuran separator produksi horizontal dua fasa menggunakan dua metode pemecahan masalah, yaitu yang pertama dari Arnold dan Steward dan yang kedua dari American Petroleum Institute Specification 12. Pada kedua metode dibutuhkan beberapa data untuk mendukung berlangsungnya perhitungan, diantaranya adalah specific gravity minyak dan gas, °API minyak, laju produksi minyak, air dan liquid, densitas air, water cut, tekanan dan suhu operasi pada separator, waktu retensi, faktor kompresibilitas, viskositas minyak, ukuran tetesan, berat molekul serta panjang *shell*. Metode penelitian untuk penelitian kali ini dapat ditunjukkan dalam bagan alur di bawah ini, guna memudahkan dalam penjelasan mengenai alur dari penelitian.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Tabel 1. Data Untuk Mendukung Perhitungan Menurut Arnold dan Steward

No	Data	Simbol	Nilai	Satuan
1	Laju Produksi Gas	Q_g	5	MMSCFD
2	Spesific Grafity Gas	SG_g	0,95 [8]	-
3	$^{\circ}$ API Minyak	$^{\circ}$ API	36,5 [9]	-
4	Laju Produksi Minyak	Q_o	1250	BOPD
5	Spesifik Gravity Minyak	SG_o	0,842	-
6	Laju Produksi <i>Liquid</i>	Q_l	25000 (Given)	bbl/d
7	Densitas Air	ρ_w	62,428	lb/ft ³
8	Water Cut		95%	-
9	Laju Produksi Air	Q_w	23750	BWPD
10	Tekanan Operasi	P	59,7	psia
11	Suhu Operasi	T	600 $^{\circ}$	$^{\circ}$ R
12	Waktu Tinggal/Retensi (Retention Time)	t	3	Menit
13	Faktor Kompresibilitas	Z	0,99 (Given)	-

14	Viskositas Minyak	μ_o	3,814 [7]	cP
15	Ukuran tetesan (<i>Droplet size</i>)	d_m	100 (Given)	Mikron

Tabel 1 di atas berisi data yang dibutuhkan untuk perhitungan menggunakan metode mendukung perhitungan menurut Arnold dan Steward. Yang digunakan untuk menentukan ukuran separator berdasarkan diameter separator yang ada di pasaran, dengan melakukan perhitungan dengan data diatas yang kemudian dilakukan pemilihan ukuran separator berdasarkan slenderness ratio antara 3 – 4[2]. Penentuan ukuran separator pada bagian ini dapat digunakan untuk ukuran awal separator horisontal 50% penuh cairan. Perhitungan ini dimaksudkan untuk melengkapi dan menganalisa ukuran separator yang sudah tersedia, bukan untuk menggantikan sistem operasi yang sudah tersedia. Dalam metode ini, dilakukan perhitungan dengan beberapa langkah sistematis untuk menentukan ukuran separator yang ideal, dengan menggunakan sistem trial dan eror. Langkah tersebut diantaranya :

Pertama, menghitung densitas minyak (ρ_o), densitas gas (ρ_g) dan densitas liquid (ρ_l)

$$\rho_o = \frac{SG \text{ oil}}{\rho_w} \quad (1)$$

$$\rho_g = 2,70 \frac{SP}{TZ} \quad (2)$$

$$\rho_l = \frac{(\rho_w \times \text{flowrate water}) + (\rho_o \times \text{flowrate oil})}{\text{flowrate total}} \quad (3)$$

Kedua, menghitung V_t , dengan nilai C_D yang diasumsikan (0,34)

$$V_t = 0,0119 \left[\left(\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_l} \right) \frac{d_m}{C_D} \right]^{1/2} \quad (4)$$

Ketiga, menghitung *Reynolds Number* (Bilangan Reynolds), dengan memasukkan nilai V_t yang telah di cari terlebih dahulu.

$$Re = 0,0049 \frac{\rho_g \times d_m \times V}{\mu} \quad (5)$$

Keempat, hitung C_D (Coefficient Drag)

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{Re^{1/2}} + 0,34 \quad (6)$$

Kelima, hitung *gas capacity constraint*

$$d_{Leff} = 420 \left[\frac{TZQg}{P} \right] \left[\left(\frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \right) \frac{C_D}{d_m} \right]^{1/2} \quad (7)$$

Keenam, hitung *liquid capacity constraint*

$$d^2 L_{eff} = \frac{tr \times Ql}{0,7} \quad (8)$$

Langkah selanjutnya, masukan ke dalam tabel, kombinasi antara diameter (d) separator yang ada di pasaran dan hitung masing masing panjang efektif bejana/*effective length of the vessel* (L_{eff}) untuk gas dan liquid.

Kemudian, hitung *seam-to-seam length* (L_{ss}) dengan mengkombinasikan masing masing panjang efektif bejana/*effective length of the vessel* (L_{eff}) untuk gas dan liquid. Dengan rumus :

Seam-to-seam length (L_{ss}) untuk gas :

$$L_{ss} = L_{eff} + \frac{d}{12} \quad (9)$$

Sedangkan, *Seam-to-seam length* (L_{ss}) untuk *liquid*, memiliki beberapa aturan yang harus di perhatikan menurut Arnold dan Steward, 2008, diantaranya :

Apabila diameter separator (d) < 30, maka berlaku formulasi :

$$L_{ss} = 4/3(L_{eff}) \quad (10)$$

Apabila diameter separator (d) > 30, maka berlaku formulasi :

$$L_{ss} = 2,5 + L_{eff} \quad (11)$$

Untuk langkah akhir, ditambahkan pula di dalam tabel, aturan (*governing case*) yang akan digunakan dalam menghitung *slenderness ratio* ($12L_{ss}/d$). Dengan aturan (*governing case*), apabila *seam-to-seam length* (L_{ss}) untuk *liquid* lebih besar dari *seam-to-seam length* (L_{ss}) untuk gas, maka dalam melakukan perhitungan untuk *slenderness ratio* ($12L_{ss}/d$) digunakan *seam-to-seam length* (L_{ss}) dari *liquid*, sebaliknya apabila *seam-to-seam length* (L_{ss}) untuk gas lebih besar dari *seam-to-seam length* (L_{ss}) untuk *liquid*, maka dalam melakukan perhitungan untuk *slenderness ratio* ($12L_{ss}/d$) digunakan *seam-to-seam length* (L_{ss}) dari gas. Langkah selanjutnya adalah menghitung *slenderness ratio* ($12L_{ss}/d$) berdasarkan aturan yang telah ditetapkan. Menurut Arnold dan Steward, separator horizontal dua fasa memiliki ukuran dari *slenderness ratio* antara 3 – 4. Kemudian pilih ukuran separator berdasarkan *slenderness ratio* antara 3 – 4, dari hasil perhitungan yang didapat, kemudian lihat pula diameter yang cocok dari hasil yang telah didapat.

Tabel 2. Data Untuk Mendukung Perhitungan Menurut American Petroleum Institute Specification 12J

No	Data	Simbol	Nilai	Satuan
1	Laju Produksi Gas	Q _g	5	MMSCFD
2	Spesific Grafity Gas	SG _g	0,95 [8]	-
3	°API Minyak	°API	36,5 [9]	-
4	Laju Produksi Minyak	Q _o	1250	BOPD
5	Spesifik Gravity Minyak	SG _o	0,842	-
6	Laju Produksi <i>Liquid</i>	Q _l	25000 (Given)	bb/d
7	Densitas Air	ρ _w	62,428	lb/ft ³
8	Water Cut		95%	
9	Laju Produksi Air	Q _w	23750	BWPD
10	Tekanan Operasi	P	59,7	psia
11	Suhu Operasi	T	600°	°R
12	Waktu Tinggal/Retensi (Retention Time)	t	3	Menit
13	Faktor Kompresibilitas	Z	0,99 (Given)	-
14	Ukuran tetesan (Droplet size)	d _m	100 (Given)	Mikron
15	Berat Molekul (Molecular Weight)	MW	0,0608 [9]	lb/mol
16	Panjang Shell	L	23	ft

Tabel 3. Faktor K adalah untuk ntuk menentukan kecepatan superfisial maksimum yang diizinkan.

Length, ft	Typical K factor range, ft/s
10	0.4 to 0.5
Other Lengths	0.4 to 0.5 x (L/10) ^{0.56}

Pemisahan gas dan cairan terutama bergantung pada perbedaan fisik dalam fase, bagian ini mencakup pemisahan mekanik dari cairan dan gas[5]. Perhitungan berikut ini disajikan sebagai panduan untuk desain dan ukuran dari separator horizontal dua fasa. Ukuran dari separator harus didasarkan pada tingkat aliran yang maksimum. Metode ini, membutuhkan beberaa tahapan dan langkah perhitungan dalam prosesnya, demi mendapatkan hasil yang diinginkan. Langkah tersebut diantaranya :

Pertama adalah menghitung densitas minyak (ρ_o), densitas gas (ρ_g) dan densitas liquid (ρ_l), dengan rumus :

$$\rho_o = \frac{SG \text{ oil}}{\rho_w} \quad (12)$$

$$\rho_g = 2,70 \frac{SP}{TZ} \quad (13)$$

$$\rho_l = \frac{(\rho_w \times \text{flowrate water}) + (\rho_o \times \text{flowrate oil})}{\text{flowrate total}} \quad (14)$$

Kemudian dilakukan perhitungan (V_a). Kapasitas gas pemisah dapat ditentukan oleh modifikasi Hukum Stokes'. Ketika menggunakan Hukum Stokes', kapasitas didasarkan pada prinsip ukuran tetesan minimal, yang akan keluar dari aliran gas yang bergerak. Kecepatan superfisial maksimum yang diizinkan pada operasinya dapatdihitung dengan berikut ini rumus:

$$V_a = K \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_l}} \quad (15)$$

Selanjutnya melakukan perhitungan volume aktual dari aliran gas ($Q_{g,a}$), dengan rumus :

$$Q_{g,a} = \frac{Q_g \times MW_g}{\rho_g} \quad (16)$$

Tetapi, pada tahap ini harus dilakukan beberapa langkah konversi agar didapatkan satuan dari volume aktual aliran gas dalam *cubic feet per second* (ft³/s)[4], diantaranya :

Mengkonversikan nilai *flowrate gas* (Q_g) yang awalnya memiliki satuan MMSCFD ke SCF, dengan mengalikan 10000000, melakukan konversi nilai *flowrate gas* (Q_g) dari nilai harian mejadi detik, dengan membagi nilai *flowrate gas* (Q_g) dengan 86400 sec/day, serta mengkonversikan nilai berat molekul gas (lbs/mol) menjadi SCF/mol, dengan membagi nilai berat molekul gas (lbs/mol) dengan 379,5 SCF/mol.

Dengan catatan : 1gr mol = 22,14 L/mol pada 0°C

Langkah selanjutnya adalah, menghitung *minimum gas flow area*/area minimal aliran gas ($A_{g,min}$), dengan rumus :

$$A_{g,min} = \frac{Q_{g,a}}{V_a} \quad (17)$$

Seterusnya, menghitung *volume liquid* (V), dengan persmaan :

$$V = r^2 \cos^{-1} \frac{r-H}{r} - [(r-h)\sqrt{2rH-H^2}] \quad (18)$$

Kemudian mencari *liquid capacity*/kapasitas liquid (W), dengan persamaan :

$$W = \frac{1440 \times (V)}{t} \quad (19)$$

Setelah didapatkan nilai W, maka nilai *liquid capacity* (W) harus lebih besar dari nilai flowrate liquid, agar perhitungan dinyatakan benar[5]. Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing metode, untuk mendapatkan desain separator yang ideal, diperlukan beberapa tambahan perhitungan agar didapatkan bentuk separator sesuai dengan metode yang telah digunakan. Diantaranya perhitungan beberapa *nozzle* pada separator, kemudian perhitungan pada desain separator itu sendiri dan yang terakhir adalah melakukan desain separator dari data-data yang telah didapatkan. Pada separator horizontal dua fasa, terdapat 3 (tiga) jenis *nozzle* utama yang digunakan dalam operasi pemisahan liquid dan gas, diantaranya *inlet*, *gas outlet* dan *liquid outlet*. Dari ketiga inlet tersebut, dalam analisa desain separator adalah hal yang sangat diperhatikan, agar separator yang akan didesain sesuai dengan apa yang diharapkan oleh perusahaan. Pada PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, terdapat metode perhitungan tersendiri dalam melakukan perhitungan ketiga *nozzle* utama tersebut[6].

Pada Perhitungan Inlet, untuk inlet separator pada PT Medco E&P Indonesia, harus memenuhi standar $\rho_m V^2$ m, inlet $\leq 4032 \text{ lbf/ft}^2$ [6]. Yang dapat dicari dengan persamaan :

$$\rho m = \frac{MG+ML}{QG+QL} \quad (20)$$

$$v_{m, in} = \frac{QG+QL}{(\pi d^2 / 4)} \quad (21)$$

Selanjutnya, untuk Perhitungan *Liquid Outlet*, untuk *liquid outlet* separator pada PT Medco E&P Indonesia, harus memenuhi standar *velocity*/kecepatan liquid terletak antara 3-15 ft/s[5]. Yang dapat dicari dengan persamaan :

$$A \text{ (luas lingkaran)} = 1/4 \pi d^2 \quad (22)$$

$$V_L = Q_L / A \text{ dalam ft/s} \quad (23)$$

Sedangkan untuk Perhitungan *Gas Outlet* untuk *liquid outlet* separator pada PT Medco E&P Indonesia, harus memenuhi standar *velocity*/kecepatan gas terletak $< 60 \text{ ft/s}$ [6]. Yang dapat dicari dengan persamaan :

$$V_G = Q_G / (1/4 \pi d^2) \text{ dalam ft/s} \quad (24)$$

Setelah melakukan perhitungan beberapa *nozzle* tersebut, dilakukan perhitungan untuk menentukan desain separator berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan, dibutuhkan beberapa data tambahan yang berguna untuk melengkapi perhitungan desain separator, diantaranya adalah perhitungan volume separator yang berisikan setengah penuh liquid. Untuk mengetahui waktu tinggal/*retention time* dari liquid di dalam separator [7]. Pada perhitungan volume separator yang berisikan setengah penuh liquid, harus dicari dengan menggabungkan dua perhitungan volume diantaranya adalah *volume partial in elipsodial heads*/volume setengah dari kepala separator yang berbentuk elipsoidal, dan perhitungan *volume partial in horizontal silinder*/volume setengah silinder. Kemudian dilakukan penjumlahan dari keduanya, barulah dapat dicari *retention time* dari separator tersebut. Pada perhitungan *volume partial in elipsodial heads*/volume setengah dari kepala vesel yang berbentuk elipsoidal, volume setengah dari kepala vesel yang berbentuk elipsoidal, dicari dikarenakan bentuk *head* (kepala) dari separator tidak sepenuhnya datar, melainkan berbentuk elipsoidal (setengah oval), apabila telah diketahui V, masukan nilai koefisien berdasarkan tabel koefisien yang tersedia berdasarkan rumus H/D. Berdasarkan tabel, dua angka dibelakang koma menunjukkan baris, sedangkan angka ketiga dibelakang koma, menunjukkan kolom, maka dari itu harus dihitung agar dapat melengkapi volume separator yang berisikan setengah penuh liquid, dengan persamaan :

$$\text{Total Volume} = 0,2618 \times (D^3) \quad (25)$$

Selanjutnya melakukan perhitungan *volume partial in horizontal silinder*/volume setengah silinder horizontal, volume setengah silinder dicari dikarenakan bentuk dari separator horizontal adalah tabung atau bejana, kemudian setelah diketahui V, masukan nilai koefisien berdasarkan tabel koefisien yang tersedia berdasarkan rumus H/D. Berdasarkan tabel, dua angka dibelakang koma menunjukkan baris, sedangkan angka ketiga dibelakang koma, menunjukkan kolom. maka dari itu harus dihitung agar dapat melengkapi volume separator yang berisikan setengah penuh liquid. Dengan diameter yang telah diketahui sebesar 72 inch (6ft), dengan persamaan :

$$\text{Total Volume} = 0,7854 \times (d^2) \times L \quad (26)$$

Setelah didapatkan perhitungan diatas, selanjutnya adalah mencari total volume untuk separator setengah penuh liquid dengan menjumlahkan antara Volumepartial in elipsodial heads + Volume partial in horizontal silinder

Dan yang terakhir adalah mencari waktu tinggal waktu tinggal/*retention time* dari liquid di dalam separator[6], dengan persamaan :

$$t \text{ (retention time)} = V/Q \quad (27)$$

Langkah akhir dalam perhitungan pada penelitian kali ini adalah melakukan desain separator berdasarkan data dan perhitungan yang telah didapatkan, maka dapat dilakukan desain separator berdasarkan semua hasil perhitungan[5].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian tugas akhir kali ini, untuk memenuhi target pemisahan 25000 bfpd desain ukuran separator produksi horizontal dua fasa menggunakan dua metode pemecahan masalah, yaitu yang pertama dari Arnold dan Steward dan yang kedua dari American Petroleum Institute Specification 12. Didapatkan hasil yang ditunjukkan dalam tabel kesimpulan berdasarkan langkah perhitungan yang telah dihitung pada metode perhitungan diatas. Pada metode dari Arnold dan Steward, hanya menghitung panjang (ft) dari masing-masing bagian separator (*gas capacity constraint, liquid capacity constraint, seam-to-seam length*), tanpa menghitung volume dari masing-masing bagian separator. Pada metode Arnold dan Steward, dilakukan sistem trial dan eror untuk mendapatkan *slenderness rasio* antara 3-4[2] berdasarkan data primer dan sekunder. Untuk suhu dan tekanan aktual separator masing-masing berada pada nilai 59,7 psia dan 600° R.

Sedangkan untuk hasil pada perhitungan dengan menggunakan metode dari American Petroleum Institute Specification 12J, semua perhitungan yang terdapat pada metode penelitian juga dimasukkan ke dalam tabel 5 agar didapatkan hasil yang sesuai dengan data aktual yang tersaji di lapangan. Pada metode American Petroleum Institute Specification 12J, yang membedakannya dengan metode sebelumnya adalah hanya membatasi perhitungan pada beberapa volume, diantaranya volume aktual gas, minimum gas flow area, *volume liquid* dan kapasitas liquid (bbl/bopd). Maka hasil yang didapatkan lebih kurang sama untuk diameter berada pada 72 inch tetapi dengan nilai volume aktual gas 0,04 ft³/s, minimum gas flow area 0,00518 ft², *volume liquid* 83,095 bbl dan kapasitas liquid sebesar 39885,612. Kemudian setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing metode, untuk mendapatkan desain separator yang ideal, diperlukan beberapa tambahan perhitungan agar didapatkan bentuk separator sesuai dengan metode yang telah digunakan. Diantaranya perhitungan beberapa *noozle* pada separator yang hasilnya terdapat pada tabel 6,7,8, kemudian perhitungan pada desain separator itu sendiri dan yang terakhir adalah melakukan desain separator dari data-data yang telah didapatkan. *Nozzle* utama pada separator terdapat beberapa jenis, mulai dari inlet atau tempat masuknya fluida, liquid outlet atau tempat keluarnya liquid yang mengendap pada bagian bawah separator horizontal dan gas outlet atau tempat keluarnya gas yang berada pada bagian atas separator tempat berkumpulnya gas yang telah terpisah pada separator horizontal dua fasa[10].

Hasil yang diperoleh pada desain separator yang telah di desain ulang, diantranya diameter separator sebesar 72 inch dengan *slenderness ratio* 3,83, didapatkan pula ukuran *nozzle* dengan masing-masing hasil, nilai inlet sebesar 6 inch, liquid outlet sebesar 6 inch, gas outlet 12 inch. Asumsi produksi setelah dilakukan desain separator adalah kurang lebih di angka 39800 BFPD

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan Metode Arnold dan Steward

d (in)	Gas L_{eff} (ft)	Liquid L_{eff} (ft)	Gas L_{ss} (ft)	Liquid L_{ss} (ft)	Governing Case	Slenderness Ratio
16	8,10	418,53	9,43	558,04	Liquid Capacity	418,53
20	6,48	267,86	8,15	357,14	Liquid Capacity	214,29
24	5,40	186,01	7,40	248,02	Liquid Capacity	124,01
30	4,32	119,05	6,82	158,73	Liquid Capacity	63,49
36	3,60	82,67	6,60	85,17	Liquid Capacity	28,39
42	3,09	60,74	6,59	63,24	Liquid Capacity	18,07
48	2,70	46,50	6,70	49,00	Liquid Capacity	12,25
54	2,40	36,74	6,90	39,24	Liquid Capacity	8,72
60	2,16	29,76	7,16	32,26	Liquid Capacity	6,45
66	1,96	24,60	7,46	27,10	Liquid Capacity	4,93
72	1,80	20,67	7,80	23,17	Liquid Capacity	3,86

Tabel 5. Tabel hasil perhitungan Metode American Petroleum Institute Specification 12

t (min)	NLL	Length (ft)	K	D selected (in)	SR	V (bbl)	W (bpd)
3	50%	558,036	4,754	16	418,527	47,301	22704,706
3	50%	357,143	3,703	20	214,286	60,554	29065,778
3	50%	248,016	3,019	24	124,008	69,389	33306,492
3	50%	158,730	2,351	30	63,492	78,223	37547,206
3	50%	85,172	1,659	36	28,391	64,993	31196,452
3	50%	63,239	1,404	42	18,068	68,967	33103,997
3	50%	49,003	1,218	48	12,251	72,295	34701,590
3	50%	39,243	1,075	54	8,721	75,241	36115,442
3	50%	32,262	0,963	60	6,452	77,961	37421,280
3	50%	27,097	0,874	66	4,927	80,557	38667,295
3	50%	23,168	0,800	72	3,861	83,095	39885,612

Tabel 6. Perhitungan *Inlet Separator*

d(in)	d(ft)	Vm(ft/s)	$\rho m.v^2$ (lbft/s ²)
4	0,33	5,18	1666,62
6	0,50	11,65	8437,27
8	0,67	20,71	26665,94
10	0,83	32,36	65102,39
12	1,00	46,60	134996,32
14	1,17	63,42	250097,35

Tabel 7. Tabel Trial Perhitungan *liquid outlet separator*.

d(in)	A(in ²)	A(ft ²)	V (ft/s)
2	3,14	0,049	33,00
4	12,56	0,087	18,57
6	28,26	0,136	11,88
8	50,24	0,196	8,25
10	78,50	0,267	6,06
12	113,04	0,349	4,64
14	153,86	0,442	3,67
16	200,96	0,545	2,97

Tabel 8. Tabel Trial Perhitungan *gas outlet separator*

d(in)	d(ft)	Vg(ft/s)
3	0,25	2,83
4	0,33	5,04
6	0,50	11,33
8	0,67	20,14
10	0,83	31,48
12	1,00	45,33
14	1,17	61,69
16	1,33	80,58

4. KESIMPULAN

1. Desain ukuran separator horizontal dua fasa yang optimal, berdasarkan data aktual yang tersedia di lapangan memiliki beberapa hasil, diantaranya diameter sebesar 72 inch dengan slenderness ratio 3,83.
2. Metode perhitungan yang dipilih adalah metode perhitungan ukuran separator berdasarkan kapasitas cairan dimana diperoleh ukuran separator yang memenuhi syarat dengan slenderness ratio antara 3-4.
3. Pada desain separator yang telah di desain ulang, didapatkan nozzle dengan masing-masing hasil, nilai inlet sebesar 6 inch, liquid outlet sebesar 6 inch, gas outlet 12 inch.
4. Asumsi produksi setelah dilakukan desain separator adalah kurang lebih di angka 39800 BFPD.3. Pada desain separator yang telah di desain ulang, didapatkan nozzle dengan masing-masing hasil, nilai inlet sebesar 6 inch, liquid outlet sebesar 6 inch, gas outlet 12 inch.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arnold, K. and Stewart, M.(2008).*Surface Production Operations, 3rd Edition*. Huoston:Gulf Professional Publishing.
- [2] Guo, B.(2007). *Petroleum Production Engineering, A Computer-Assisted Approach, 1st Edition*.Houston : Gulf Professional Publishing.
- [3]Russel, F.G., (2004). *Engineering Data Book*. Oklahoma : Gas Processors Suppliers Association
- [4]Akpan, D. G. (2013). *Performance of Internals in Three-Phase Tank Separators*. Norwegian :Department of Petroleum Engineering Norwegian University
- [5] API. (1989). *American Petroleum Institute Spesification 12J*. 7th edition . Texas : American Petroleum Institute Production Department.
- [6] Engineer, F. S. (2012). *Standard Spesification for Vapor and Liquid Separator*.Jakarta : PT. Medco E&P Indonesia.
- [7] Buthot, P dan Megyesy, E. F. (1997). *Pressure Vessel Hand Book, 10th Edition*. Tusla : Pressure Vessel Publishing, Inc.
- [8] Priatama, D. (2015). *Compositional Analysis of Gas Samples*. Jakarta : PT. Medco E&P Indonesia.
- [9] Supriadi, D. (2011). *Crude Oil Analysis* Pt. Medco E & P Indonesia. Jakarta : PT. Medco E&P Indonesia.
- [10] Nozzle Separator (2016)
(http://www.gea.com/en/productgroups/centrifuges-separation_equipment/centrifugal-separator/nozzle-separator/index.jsp) diakses Agustus 2017.

6. DAFTAR SIMBOL

ρ_o	= Densitas minyak (lb/ft ³)
ρ_g	= Densitas gas (lb/ft ³)
ρ_w	= Densitas air (lb/ft ³)
ρ_l	= Densitas liquid (lb/ft ³)
SG_{Oil}	= <i>Specific Gravity Oil, dimensionless</i>
S	= <i>Specific Gravity Gas, dimensionless</i>
P	= Tekanan/ <i>Pressure</i> , psia
T	= Suhu/ <i>Temperature</i> , °R
Z	= <i>Gas compressibility factor, dimensionless</i>
V_t	= <i>Terminal settling velocity of the droplet</i> (ft/s)
d_m	= Ukuran butir liquid, <i>micron</i>
C_D	= <i>Coefficient drag</i>
Re	= Bilangan reynolds, <i>dimensionless</i>
V_t	= <i>Terminal settling velocity of the droplet</i> (ft/s)
μ	= viskositas minyak, cP
dL_{eff}	= <i>gas capacity constraint</i> , in.ft
Q_g	= <i>Flowrate gas</i> , MMSCFD
d^2L_{eff}	= <i>liquid capacity constraint</i> , in ² .ft
t_r	= <i>Retention time</i> (waktu tinggal), menit
Q_l	= <i>Flowrateliquid</i> , bpd
L_{ss}	= <i>seam-to-seam length</i> , ft
L_{eff}	= <i>effective length of the vessel</i> , ft
d	= diameter, in
Q_G	= <i>Flowrate gas/laju alir gas</i> (ft ³ /s)
Q_L	= <i>Flowrate liquid/laju alir liquid</i> (ft ³ /s)

ϕ	= phi (22/7 atau 3,14)
V_a	= <i>Maximum allowable superficial velocity/kecepatan superficial maksimum yang diizinkan</i> (ft/s)
K	= Nilai faktor yang konstan berdasarkan desain dan kondisi operasi
$Q_{g,a}$	= <i>Actual volume flow of gas/Volume aktual aliran gas</i> (ft ³ /s)
MW_g	= Berat molekul gas (lbs/mol)
$A_{g,min}$	= <i>Minimum gas flow area/Area minimal aliran gas</i> (ft ²)
$Q_{g,a}$	= <i>Actual volume flow of gas/Volume aktual aliran gas</i> (ft ³ /s)
V_a	= <i>Maximum allowable superficial velocity/kecepatan superficial maksimum yang diizinkan</i> (ft/s)
V	= <i>Volume liquid</i> (bbls)
r	= radius of vessel (in)
H	= tinggi permukaan <i>liquid</i> (in)
W	= <i>liquid capacity/Kapasitas liquid</i> (bpd)
V	= <i>Volume liquid</i> (bbls)
t	= Retention Time
ρ_m	= <i>density of mixture/berat jenis campuran</i> (bpd)
M_G	= Massa gas (lb/s)
M_L	= Massa liquid (lb/s)
V_m	= <i>volume mixture/volume campuran</i> (ft/s)
d	= diameter separator (inch)

A = luas penampang (ft²)
V_L = *velocity of liquid*/kecepatan liquid (ft/s)
V_G = *velocity of gas*/kecepatan gas (ft)