

PERANCANGAN SEPARATOR VERTIKAL MINI 2 FASA PADA KEGIATAN SAMPLING FLUIDA (TINJAUAN ASPEK KEEKONOMIAN) DI PT. PERTAMINAEP ASSET 2 FIELD LIMAU

Azka Roby Antari¹⁾, Rizki Bahari²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Migas, Jurusan Teknik Perminyakan
Politeknik Akamigas Palembang
Email : azkarobyantari@yahoo.co.id

Abstrak

Separator pada umumnya digunakan untuk kegiatan pemisahan fluida di stasiun pengumpul (gathering station). Akan tetapi ada kemungkinan untuk mendapatkan sampel fluida secara langsung dari sumur sebelum minyak yang mengalir masuk ke separator yang ada di stasiun pengumpul. Oleh karena itu, dikembangkanlah sebuah inovasi untuk mendapatkan sampel fluida dengan baik. Separator vertikal mini 2 fasa dirancang untuk digunakan dalam kegiatan sampling. Tujuan alat ini agar pada proses kegiatan sampling dapat diambil sampel minyak dan gas secara bersamaan. Sebelumnya kegiatan sampling menggunakan alat separasi yang bernama Nalgen yang dikhususkan memisahkan fluida fasa cair. Spesifikasi dari desain separator vertikal mini 2 fasa ini adalah : tinggi 45 cm, diameter sebesar 3,86 inch, kapasitas sebesar 17,27 ft³ dan seluruh komponen penyusun separator vertikal mini 2 fasa terbuat dari material carbon steel secara keseluruhan. Kelebihan separator vertikal mini 2 fasa ini yaitu dapat mengambil sampel minyak dan gas secara bersamaan serta memiliki nilai keekonomian yang tinggi karena dapat menghemat pengeluaran perusahaan yang digunakan untuk perawatan lingkungan sumur yang disebabkan oleh ceceran minyak pada saat menggunakan Nalgen. Nilai keekonomisan yang didapatkan adalah : NPV sebesar Rp. 219.791.330, nilai POT sebesar 0,480 bulan dan nilai IRR sebesar 108%.

Kata Kunci : Separator Vertikal Mini 2 Fasa, Nalgen, Keekonomian, Desain Separator, Sampling.

1.1 Pendahuluan

Minyak dan gas bumi merupakan sumber energi yang sangat vital dan tidak dapat diperbaharui, juga merupakan salah satu sumber devisa yang sangat berperan bagi perekonomian dan pembangunan negara kita. Oleh karena itu semakin berkembang dan majunya negara kita maka kebutuhan akan minyak dan gas bumi juga makin meningkat.

Industri minyak dan gas bumi di dunia pada umumnya masih memegang peranan penting untuk bidang energi. Hal ini memacu usaha-usaha untuk mencari cadangan minyak dan gas bumi yang baru, serta pengembangan-pengembangan dalam teknologi proses produksinya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan minyak dan gas bumi dengan kualitas yang lebih baik. Salah satu faktor yang harus diperhatikan untuk memperoleh produk yang berkualitas baik adalah dengan meningkatkan kemurnian produk yang dihasilkan. Proses pemisahan dan pemurnian minyak dan gas bumi hasil produksi di PT.Pertamina EP Asset 2 Field Limau dilakukan pada stasiun pengumpul (gathering station). Tahapan ini merupakan salah satu proses penting dalam menghasilkan minyak dan gas bumi yang berkualitas. Pada tahap ini dilakukan pemisahan antara minyak, gas dan air. Dengan menggunakan serangkaian peralatan

yang dirancang khusus sesuai dengan karakteristik fluida yang dipisahkan berdasarkan prinsip kerja separator. Untuk mengetahui karakteristik fluida dari sumur dibutuhkan alat pembantu agar dapat mengambil sampel fluida langsung dari *flowline*. Maka dari itu penulis ingin mendesain sebuah separator vertikal mini 2 fasa yang dapat digunakan untuk kegiatan *sampling*. Dalam kegiatan *sampling* sangat sering terjadi tumpahan minyak yang mengotori lingkungan hal itu membuat penulis semakin tertarik untuk melakukan perancangan separator mini agar kualitas dan kuantitas proses *sampling* dapat mencapai hasil dan dampak yang lebih memuaskan. Selain itu dalam kegiatan *sampling* biasanya hanya menyambil sampel 1 fasa fluida, tetapi dengan adanya separator vertikal mini 2 fasa gas yang terbuang pada saat dilakukan *sampling* minyak dapat ditampung juga

Fluida akan dipisahkan dari *flowline*, kemudian akan masuk ke dalam separator vertikal mini 2 fasa dan fluida akan terpisahkan berdasarkan densitasnya. Fluida yang telah dipisahkan berdasarkan densitasnya akan diambil dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan *test*. Pentingnya dilakukan proses separasi yang benar maka mendorong Penulis untuk mengangkat tema ini dalam penulisan Penelitian ini.

Adapun Tujuan dari penelitian mengenai perancangan separator mini 2 fasa dalam pengambilan sampel fluida ini diantaranya adalah :

1. Untuk mengembangkan inovasi baru dalam dunia perminyakan dengan mengembangkan teknologi yang sudah ada dengan melakukan perancangan separator vertikal mini 2 fasa untuk kegiatan *sampling*.
2. Untuk mengetahui spesifikasi separator vertikal mini 2 fasa.
3. Mengetahui *troubleshooting* pada separator vertikal mini 2 fasa.
4. Dapat mengambil minyak dan gas secara bersamaan serta dapat mengurangi ceceran minyak dari kegiatan *sampling* fluida.
5. Untuk mengetahui keekonomisan dari separator vertikal mini 2 fasa yang didesain.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian di PT. Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau hanya membahas mengenai perancangan separator vertikal mini 2 fasa untuk kegiatan *sampling* fluida dilihat dari tinjauan aspek keekonomisan.

2. Teori Dasar

2.1. Definisi Separator

Separator adalah tabung bertekanan tinggi yang digunakan untuk memisahkan *liquid* dan gas (dua fasa) atau gas, minyak, dan air (tiga fasa). Separator merupakan salah satu alat yang terdapat pada stasiun pengumpul. Separator yang biasa digunakan di stasiun pengumpul akan dikembangkan dan dirancang sebagai separator vertikal mini 2 fasa. Separator vertikal mini 2 fasa ini akan berguna untuk kegiatan *sampling* dari setiap sumur.

2.1.1. Fungsi Separator

Fungsi utama dari separator:

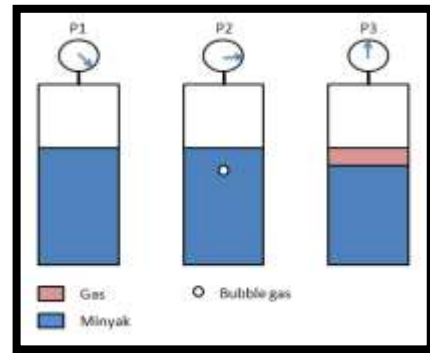
- a. Memisahkan fase pertama cairan hidrokarbon dan air bebasnya dari gas atau cairan, tergantung mana yang lebih dominan.
- b. Melakukan usaha lanjutan dari pemisahan fase pertama dengan mengendapkan sebagian besar dari butiran-butiran cairan yang ikut didalam aliran gas.
- c. Mengeluarkan gas maupun cairan yang telah dipisahkan dari *separator* secara terpisah dan meyakinkan bahwa tidak terjadi proses balik dari salah satu arah ke arah lainnya.

2.1.2. Prinsip Pemisahan Separator

Prinsip pemisahan *separator* ada 4 yaitu :

- a. Prinsip penurunan tekanan

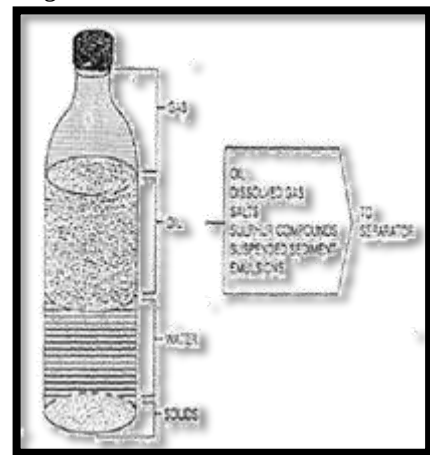
Yaitu prinsip pemisahan yang dilakukan dengan menurunkan tekanan gas menjadi lebih rendah dari tekanan awalnya. Pada gambar *vessel* bagian tengah terlihat gelembung gas mulai keluar dari fasa minyak akibat penurunan tekanan yang dilakukan. Sementara jika tekanan terus diturunkan akan menyebabkan semakin banyak fasa gas yang terpisah dari fasa minyak.



Gambar 2.1. Penurunan Tekanan

b. Gravity settling

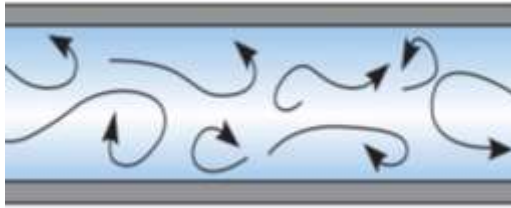
Yaitu prinsip pemisahan yang dilakukan dengan memanfaatkan penurunan tekanan yang terjadi di dalam sehingga dengan otomatis tekanan permukaan pada bagian paling atas dari fluida di dalam botol rendah dari pada tekanan fluida dalam botol sehingga, fluida yang memiliki tekanan lebih tinggi dari tekanan permukaan yang ada tadi akan naik keatas dan kemudian memisah secara otomatis berdasarkan perbedaan *specific gravity* dari masing-masing fluidanya. Gas yang cenderung lebih ringan dari pada minyak dan air akan menempati pada bagian paling atas botol, minyak yang lebih ringan dari air akan menempati bagian tengah botol, sedangkan air yang lebih berat dari minyak dan gas akan menempati bagian bawah botol.



Gambar 2.2. Gravity Settling

c. Turbulensi aliran atau perubahan aliran

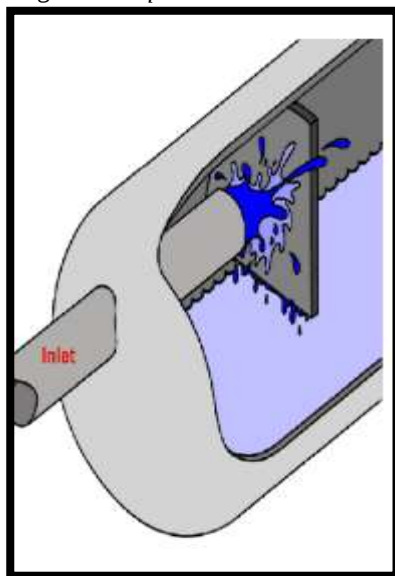
Yaitu prinsip pemisahan dengan memberikan gaya sentrifugal pada fluida sehingga gas dan liquid akan terpisah. Prinsip pemisahan seperti ini biasanya terjadi pada inlet separator dengan menggunakan *inlet device* tipe *cyclone* dan *outlet separator* dengan menggunakan *outlet device* tipe sentrifugal. Prinsip pemisahan ini terjadi dengan memanfaatkan kecepatan putaran pada alat yang akan memutar fluida dan kemudian melontarkan fluida ke atas. Gas yang lebih ringan dari fluida cair akan terus naik ke atas, sedangkan fluida cair yang lebih berat akan jatuh ke bawah dan keluar pada jalurnya tersendiri.



Gambar 2.3. Turbulensi Fluida

- d. Pemecahan atau tumbukan fluida pada bidang datar

Yaitu prinsip pemisahan dengan menggunakan sebuah *deflector* berupa plat baja yang berfungsi untuk menumbukkan fluida yang masuk pada *inlet separator*. Kemudian karena tumbukan yang terjadi, gas dan *liquid* akan secara otomatis terpisah karena adanya perbedaan densitas antara gas dan *liquid*.



Gambar 2.4. Tumbukan Fluida

Selain itu adapun faktor-faktor yang ikut mempengaruhi pemisahan fluida diantaranya :

1. Viskositas fluida.
2. Densitas minyak dan air.
3. Tipe peralatan dalam *separator*.
4. Kecepatan alir fluida.
5. Diameter dari titik air (Droplets).

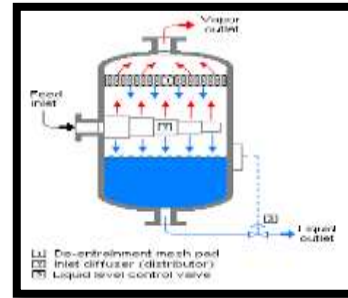
2.1.3. Jenis Separator

Dalam industri perminyakan dikenal beberapa jenis separator sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan yaitu separator berdasarkan fasa yang dipisahkan, bentuk dan posisinya.

1. Jenis Separator Berdasarkan Fasa Yang Dipisahkan

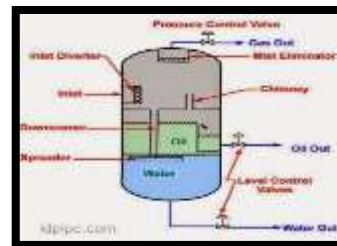
Hasil dari sumur produksi terdiri dari campuran antara, minyak, air, gas dan padatan. Berdasarkan fasa pemisahan, separator dibagi menjadi dua yaitu separator dua fasa dan separator tiga fasa.

- a. Separator dua fasa, memisahkan fluida formasi menjadi cairan dan gas, gas akan keluar dari atas sedangkan cairan keluar dari bawah.



Gambar 2.5. Separator 2 Fasa

- b. Separator tiga fasa, memisahkan fluida formasi menjadi minyak, air dan gas. Gas keluar dari bagian atas, minyak dari tengah dan air dari bawah.



Gambar 2.6. Separator 3 Fasa

Separator tiga fasa biasanya digunakan dipalangan minyak yang bertekanan *low pressure* hingga *medium pressure*, biasanya separator tiga fasa ini digunakan untuk sumur produksi yang lebih dominan minyak dan digunakan pada sumur produksi yang dibantu oleh pompa.

Sedangkan separator dua fasa merupakan peralatan separator yang digunakan hanya untuk memisahkan *liquid* dan gas. Biasanya separator dua fasa digunakan pada sumur produksi awal, yang lebih dominan ke gas yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi.

2. Jenis Separator Berdasarkan Bentuk Dan Posisinya

a. Separator Tegak (*vertikal*)

Separator vertikal merupakan fasilitas produksi di permukaan yang lebih sering digunakan di lepas pantai (*offshore*). Tetapi separator vertikal juga digunakan di lapangan minyak daratan (*onshore*). Biasanya digunakan untuk memisahkan fluida produksi yang mempunyai GLR rendah atau kadar padatan tinggi, separator ini mudah dibersihkan serta mempunyai kapasitas cairan dan gas yang besar. Gambar separator vertikal dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.7. Separator Vertikal

b. Separator Datar (*horizontal*)

Separator ini biasanya digunakan pada *onshore* dan separator ini sering terjadi masalah seperti *foam* (minyak berbuih) sehingga membutuhkan waktu tinggal (*residence time*) yang lama untuk pemisahan minyak dan air, misalnya cairan berbusa. Gambar separator horizontal dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini:



Gambar 2.8. Separator Horizontal

c. Separator Bulat (*spherical*)

Separator spherical adalah separator berbentuk bola yang didudukkan di atas skid. Separator ini digunakan untuk kapasitas yang terbatas, oleh karena itu umumnya digunakan pada lapangan minyak yang kecil atau sebagai *test unit*, sehingga tidak banyak menggunakan tempat (memakai lokasi yang luas). Gambar separator *spherical* dapat dilihat pada Gambar 2.9 di bawah ini:



Gambar 2.9. Separator Spherical

2.1.4. Kelebihan Dan Kekurangan Dari Masing-Masing Separator:

a. Separator Vertikal

Kelebihannya:

1. Pengontrolan level cairan tidak terlalu rumit.
2. Dapat menanggung pasir dalam jumlah yang besar.
3. Mudah dibersihkan.
4. Sedikit sekali kecenderungan akan penguapan kembali dari cairan.
5. Mempunyai *surge* cairan yang besar.

Kekurangannya:

1. Lebih mahal.
2. Bagian-bagiannya lebih sukar dikapalkan (pengiriman).
3. Membutuhkan diameter yang lebih besar untuk kapasitas gas tertentu.

b. Separator Horizontal

Kelebihannya:

1. Lebih murah dari separator vertikal.
2. Lebih mudah pengiriman bagian-bagiannya.
3. Baik untuk minyak berbuih (*foaming*).
4. Lebih ekonomis dan efisien untuk mengolah volume gas yang lebih besar.
5. Lebih luas untuk setting bila terdapat dua fasa cair

Kekurangannya:

1. Pengontrolan level cairan lebih rumit dari pada separator vertikal.
2. Sukar dalam membersihkan lumpur, pasir, *paraffin*.
3. Diameter lebih kecil untuk kapasitas gas tertentu.

c. Separator Bulat

Kelebihannya:

1. Termurah dari kedua tipe di atas.
2. Lebih mudah mengeringkan dan membersihkannya dari pada separator vertikal, lebih kompak dari yang lain.

Kekurangannya:

1. Pengontrolan cairan rumit.
2. Mempunyai ruang pemisah dan kapasitas *surge* yang lebih kecil.

Untuk mendapatkan efisiensi kerja yang stabil dengan kondisi yang bervariasi, gas liquid separator harus mempunyai komponen pemisah sebagai berikut:

1. Bagian pemisah pertama, berfungsi untuk memisahkan cairan dari aliran fluida yang masuk dengan cepat berupa tetes minyak dengan ukuran besar.
2. Bagian pemisah kedua, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan kecil dengan prinsip *gravity settling*.

3. Bagian pemisah kedua, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan kecil dengan prinsip *gravity settling*.
4. *Mist extractor*, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan berukuran sangat kecil (kabut).
5. Peralatan kontrol, berfungsi untuk mengontrol kerja separator terutama pada kondisi *over pressure*.

Didalam *block stasion*, disamping terdapat separator pemisah gabungan terdapat juga separator uji yang berfungsi untuk melakukan pengujian (*test*) produksi suatu sumur dan dari separator uji ini, laju produksi sumur (Q_o, Q_w , dan Q_g) bisa didapat dimana, Q_o dan Q_w diperoleh dari pencatatan *orifice flow meter* (*orifice plate*) atau dari alat pencatat aliran gas lainnya. Disamping itu ditinjau dari tekanan kerjanya pun separator dapat dibagi tiga, yaitu:

1. *High pressure* atau separator bertekanan tinggi (650-1500)
2. *Medium pressure* atau separator bertekanan sedang (225-650)
3. *Low Pressure* atau separator bertekanan rendah (10-225)
4. *Flash Drum* atau separator bertekanan lebih rendah (0-10)

2.1.5. Peralatan Separator

Peralatan pada separator terbagi menjadi dua bagian, yaitu peralatan luar separator dan peralatan pada bagian separator.

1. Peralatan luar separator.

Pada dasarnya peralatan luar separator *vertical* atau *horizontal* adalah sama dilihat dari fungsinya dan jenisnya.

a. Manometer Separator

Dipasang pada vessel bagian atas yang berfungsi untuk mengetahui tekanan operasi separator.

b. Man Hole

Man hole adalah lubang yang berguna untuk keperluan pembersihan yang terletak pada bagian atas separator.

c. Termometer

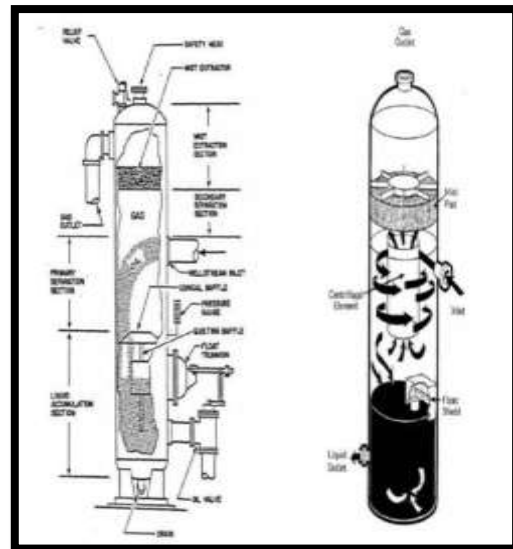
Dipasang pada bagian vessel untuk mengukur temperatur operasi pada separator.

2.1.6. Proses Pemisahan

Fluida yang mengalir dari sumur bisa terdiri dari gas, minyak, air dan padatan-padatan lainnya. Pada saat fluida mencapai permukaan, dimana tekanan lebih rendah dibandingkan dengan tekanan reservoir, kapasitas cairan melarutkan gas akan menurun sehingga akan terpisah dari minyak, prinsip pemisahan sebagai berikut. Pemisahan cairan tergantung dari efek gravitasi dan supaya terjadi proses pemisahan, maka diisyaratkan bahwa cairan tidak saling melarutkan satu dengan yang lainnya. Juga salah satu fluida lebih ringan dari yang lainnya. Sebagai contoh hasil destilasi seperti minyak, kerosen dan minyak mentah tidak akan terpisah bila

ditempatkan pada suatu wadah, karena mempunyai kecenderungan melarutkan satu sama lainnya.

Pada dasarnya pemisahan separator, tergantung pada gaya gravitasi untuk memisahkan fluida, yaitu dengan mengandalkan perbedaan densitas dari fluida. Gas jauh lebih ringan dibandingkan dengan minyak, sehingga di dalam separator akan terpisah dalam waktu yang sangat singkat. Sementara minyak dengan berat kira-kira $\frac{3}{4}$ dari berat air memerlukan waktu sekitar 40 sampai 70 detik untuk dipisahkan. Perbedaan densitas antara minyak dan gas akan menentukan laju alir maksimum cairan dalam separator. Proses pemisahan gas dengan minyak dapat dilihat seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Proses Pemisahan Minyak dan Gas

2.2. Spesifikasi Jenis Material Pada Separator

Umumnya dalam pemilihan material untuk mendesain sebuah separator sangatlah ditentukan oleh dua faktor. Pertama, faktor yang bersifat teknis seperti karakteristik-karakteristik fluida itu sendiri seperti korosif atau tidaknya fluida produksi tersebut dan juga yang kedua yaitu faktor non teknis misalkan karena pertimbangan ketersediaan material tersebut ataupun harganya cukup terjangkau, dll.

Jenis material :

1. Baja karbon (*Carbon steel*)

Sebutan baja karbon berlaku untuk baja yang mengandung unsur bukan besi dengan presentase maksimum sebesar:

- Karbon = 1,70%
- Mangan = 1,65%
- Silikon = 0,60%
- Tembaga = 0,60 %

Karbon dan Mangan adalah unsur utama untuk menaikkan kekuatan besi murni.

2. Baja paduan (*Alloy steel*)

Tujuan dilakukan penambahan unsur yaitu untuk menaikkan sifat mekanik baja (kekerasan, keliatan, kekuatan tarik dan sebagainya), untuk menaikkan sifat mekanik pada temperatur rendah, untuk meningkatkan

daya tahan terhadap reaksi kimia (oksidasi dan reduksi), dll.

2.3. Permasalahan pada Separator

Adapun permasalahan yang terjadi pada separator pada saat di lapangan seperti minyak berbuih:

a. Minyak Berbuih

Minyak berbuih disebabkan oleh adanya pengotoran air di dalam minyak. Persoalan ini dapat diatasi apabila dalam perencanaan separator memberikan retention time yang cukup agar butiran tersebut dapat pecah. Selain itu buih dapat mengakibatkan masalah-masalah lain muncul, mengganggu mekanisme pengontrolan tinggi cairan, mengambil banyak tempat pada separator, menghalangi terpisahnya gas dari cairan. Contohnya:

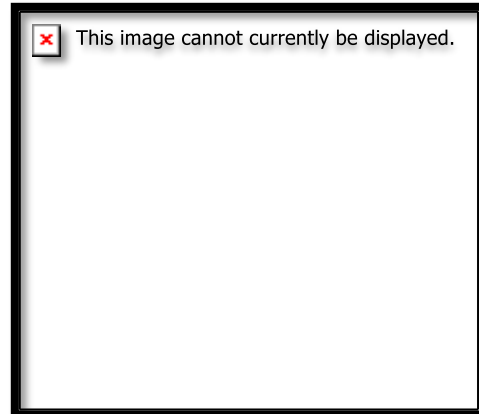
- Kontrol mekanik dari level cairan (LC) menjadi tidak dapat bekerja dengan baik, karena LC dirancang untuk cairan (minyak, air) dan bukan untuk buih.
- Minyak berbuih mempunyai *ratio* volume yang besar terhadap berat, oleh karena itu akan mengambil ruang yang besar di dalam *vessel*.
- Didalam ruang, buih yang tidak terkontrol menjadi tidak mungkin untuk mendapatkan gas yang terpisah tanpa kandungan *material* buih, atau tanpa kandungan gas atau *material* buih.



Gambar 2.10. Buih Pada Minyak

b. Paraffin

Pengumpulan *paraffin* dapat mempengaruhi operasi separator. *Collecting Plate* pada *liquid section* dan *mesh pad* pada *mist extractor pad* agar *section* cenderung akan buntu oleh terkumpulnya endapan *paraffin*. Oleh karena itu dimana diketahui bahwa ada/cenderung problem paraffin, gunakan *mist extractor* jenis plat atau centrifugal. Lubang orang, lubang tangan dan *nozzle* (*saluran-saluran outlet*) perlu diberi sambungan untuk menghubungkan injeksi steam, *solvent* atau yang lain untuk membersihkan *internal separator*.



Gambar 2.11. Minyak Yang Mengandung Parafin

c. Pasir

Pasir merupakan padatan yang berpotensi untuk membuat masalah pada operasi *separator* yang antara lain erosi terhadap *trim valve*, mengumpul di bagian bawah. Untuk antisipasi kondisi ini dengan menggunakan *trim valve* dari bahan yang keras sehingga dapat meminimalkan pengaruh pasir ada *valve*. Oleh karena itu masalah ini harus mendapatkan pertimbangan dalam perencanaan.



Gambar 2.12. Kepasiran

d. Emulsi

Masalah ini dapat diatasi dengan menginjeksikan bahan kimia khusus seperti zat asam/basa untuk memecahkan emulsi pada fluida dalam *flowline* sebelum masuk ke dalam *separator*.



Gambar 2.13. Emulsi

2.4. Kegiatan Mengambil Sampel Fluida (Sampling)

Kegiatan *sampling* merupakan kegiatan mengambil fluida dari dalam sumur minyak dan gas yang dilakukan berpindah-pindah dari tiap sumur. Minyak dan gas yang telah diambil sampelnya akan dibawa ke laboratorium untuk di analisa kandungannya. Biasanya *sampling* minyak dilakukan terpisah dengan kegiatan *sampling* gas.

Pada sumur minyak biasanya akan digunakan Nalgen sebagai wadah menampung minyak yang dialirkan dari kepala sumur. Nalgen ini juga berguna sebagai alat separasi minyak agar minyak dan air dapat terpisah. Sedangkan gas yang terdapat dari sumur akan terbuang dan tidak dapat dianalisa. Oleh karena itu didesainlah separator vertikal mini 2 fasa agar minyak dan gas dapat diambil secara bersamaan sampelnya. Lalu sampel tersebut akan dibawa ke laboratorium untuk diuji kandungannya.



Gambar 2.14. Nalgen

Kegiatan *sampling* gas biasanya menggunakan alat berupa *gas boom*. Alat ini berbahan *stainless steel* yang memiliki kapasitas *maximum* berdasarkan tekanan sebesar 1000 psia.



Gambar 2.15. Gas Boom

3.1 Waktu dan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Pertamina EP Asset 2 Field Limau pada fungsi Petroleum Engineering. Penelitian dilakukan selama kurang lebih 1 bulan yang dimulai pada tanggal 01 Maret 2016 sampai dengan 31 Maret 2016.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Desain Separator Vertikal Mini

Desain separator vertikal mini 2 fasa ini dilakukan untuk digunakan dalam kegiatan *sampling*. Kegiatan *sampling* selama ini selalu menggunakan alat yang cukup sederhana dan menghasilkan limbah yang cukup banyak di sekitar sumur dan mengakibatkan kerusakan lingkungan sekitar dan perusahaan harus melakukan upaya untuk menjaga lingkungan tersebut. Oleh karena itu, perusahaan ingin melakukan efisiensi dengan melakukan mengurangi pengeluaran. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan melakukan desain separator mini untuk menjadi terobosan baru dalam mengurangi dampak tersebut. Selain itu diharapkan terobosan ini dapat digunakan untuk menjaga kelestarian lingkungan di sekitar sumur serta dapat memberikan data fluida yang lebih akurat.

4.2. Penentuan Spesifikasi Separator Vertikal Mini 2 Fasa

Sebelum melakukan desain separator harus memilih jenis separator yang akan didesain. Berdasarkan keperluan dan kemudahan dalam mobilitas kegiatan *sampling*. Separator yang dipilih yaitu separator jenis vertikal, jenis ini dinilai lebih cocok dan baik untuk digunakan dalam kegiatan *sampling* karena bentuknya yang menyerupai tabung. Pemilihan jenis separator juga dipengaruhi oleh laju alir fluida yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Laju Alir Fluida

Water Cut	0.93			Produksi 7 Maret 2016
Laju Produksi Minyak (BOPD)	64			
Laju Produksi Gas (MMSCF)	93	93000	Scf	

4.2.1. Penentuan Densitas Liquid

Densitas liquid sebesar 56,944 lbm/ft³, densitas liquid didapatkan berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan Souders-Brown. Perhitungan densitas liquid dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned}\rho_l &= 0,914 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,914 \times 0,0021 \\ &= 0,002011 \text{ lb/gal} \\ &= 0,002011 \times 28316,58 \\ &= 56,933 \text{ lbm/ft}^3\end{aligned}$$

4.2.2. Penentuan Densitas Gas

Densitas yang didapatkan berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan Souders-Brown sebesar 0,459 lbm/ft³.

$$\begin{aligned}\rho_g &= \frac{P \cdot M}{Z \cdot R \cdot T} \\ &= \frac{34,7 \cdot 28,97}{0,34 \cdot 10,73 \cdot 600} \\ &= 0,459 \text{ lbm/ft}^3\end{aligned}$$

4.2.3. Penentuan Nilai K

Penentuan nilai K berguna untuk mendapatkan ukuran diameter separator yang akan didesain. Desain separator vertikal mini 2 fasa merupakan separator tanpa mist extractor sehingga nilai K yang digunakan adalah 0,117.

Tabel 4.2 Penentuan Nilai K

Jenis Separator	Range Nilai K	Nilai K yang digunakan
Vertikal	0,06 – 0,35	0,117 tanpa mist extractor
		0,167 dengan mist extractor
Horizontal dan Spherical	0,30 – 0,50	0,382 dengan mist extractor 0,35 dengan mist extractor

4.2.4. Penentuan Ukuran Diameter

Ukuran separator umumnya dihasilkan dari perhitungan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan fluida yang akan dipisahkan melalui separator tersebut. Untuk pengukuran diameter separator digunakan persamaan Souders – Brown.

$$\begin{aligned}D &= \sqrt{\frac{0,012145}{K}} \\ D &= \sqrt{\frac{0,012145}{0,117}} \\ &= 3,864 \text{ inch}\end{aligned}$$

Untuk tinggi separator telah ditentukan setinggi 45 cm atau 17,72 inch. Jadi didapatkan tinggi separator sebesar 17,72 inch dan diameter separator sebesar 3,864 inch.

4.2.5. Penentuan Kapasitas Separator Vertikal Mini 2 Fasa

Kapasitas dari separator vertikal mini 2 fasa yaitu 17,27 ft³. Perhitungan kapasitas separator vertikal mini 2 fasa sebagai berikut.

$$\begin{aligned}V &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3,86^2 \text{ inch} \times 17,72 \text{ inch} \\ &= 207,27 \text{ inch}^3 \\ &= 17,27 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

4.2.6. Penentuan Kecepatan Gas

Kecepatan laju gas yang ditentukan berdasarkan persamaan Souders-Brown sebesar 1,27 ft/s. Perhitungan kecepatan gas menggunakan persamaan Souders-Brown.

$$\begin{aligned}V_g &= K \cdot \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g}} \\ &= 0,117 \cdot \sqrt{\frac{56,933 - 0,459}{0,459}} \\ &= 1,29 \text{ ft/s}\end{aligned}$$

4.2.7. Penentuan Nilai Rm

Nilai Rm ditentukan untuk membuktikan bahwa separator yang didesain baik untuk digunakan. Adapun parameternya yaitu 3 < Rm < 5. Nilai Rm yang didapatkan berdasarkan rasio L / D adalah 4,57. Perhitungan Rm dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned}R_m &= L / D \\ &= 17,72 \text{ inch} / 3,86 \text{ inch} \\ &= 4,57.\end{aligned}$$

4.2.8. Penentuan Komponen separator

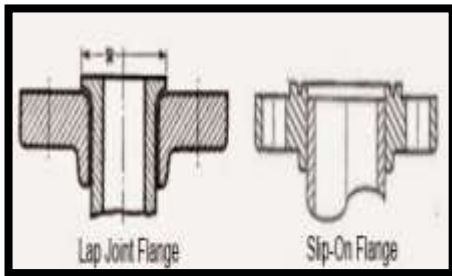
Tabel 4.3. Komponen Peralatan Separator Mini

No	Peralatan
1	SO Flange
2	Blind Flange
3	Carbon Steel Pipe 4"
4	Nipple Throat 1/2"
5	Ball Valve 1/2"
6	Elbow 90deg
7	Manometer 0-1000 Psi
8	Termometer
9	Stud Bolt 2"
10	Kawat Las 6010
11	Kawat Las 7018

Komponen peralatan separator ditentukan berdasarkan kebutuhan dari separator yang telah dirancang. Separator ini dirancang menggunakan sebuah aplikasi bangun ruang yaitu aplikasi *autocad*. Peralatan yang digunakan seluruhnya adalah peralatan yang berbahan baku *carbon steel*. Dibawah ini akan dijelaskan fungsi dari setiap komponen separator mini.

a. Slip On Flange

Untuk tipe *flange slip-on*, sebenarnya hampir mirip bentuknya dengan jenis *flange lap joint*. Kedua jenis *flange* ini sama sama memasukan pipa utamanya ke dalam *flange*, bedanya kalau *slip on* pipa tidak sampai keluar dari *flange*, sedangkan tipe *lap joint*, ada sisi pipa yang keluar dari *flange*, dan sisi samping dalam *flange* nya pun biasanya radial. Dalam *slip on*, *flange* hanya masuk sebagian, sisi luar dan dalamnya akan dilas. Oleh karena pipa masuk ke dalam *flange*, maka diameter dalam *slip on* harus lebih besar daripada diameter *outside* pipa, lihat gambar di bawah. *Flange* yang digunakan berukuran 4 inch.



Gambar 4.2. Slip-On Flange

b. Blind Flange

Blind flange adalah jenis *flange* yang berfungsi untuk menutup aliran, seperti halnya *cap* dalam *fitting*. Jenis *flange* ini rata, tidak ada komponen lainnya karena memang berfungsi untuk menutup. *Flange* yang digunakan berukuran 4 inch.



Gambar 4.3. Blind Flange

c. Carbon Steel Pipe

Baja karbon adalah pipa yang paling umum digunakan dalam industri *power plant*, kimia, proses, hidrokarbon dan pipa industri. Digunakan pipa berukuran 4 inch.



Gambar 4.4. Pipa Baja Karbon

d. Nipple Throat

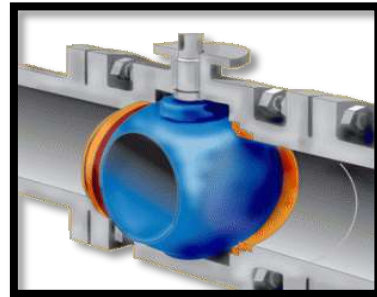
Nipple Throat adalah sebuah peralatan yang berguna untuk membuat penghubung. *Nipple throat* yang digunakan pada separator vertikal mini 2 fasa yaitu berukuran 1/2 inch dan berfungsi sebagai *inlet* dan *outlet* fluida.



Gambar 4.5. Nipple Throat

e. Ball Valve

Ball valve adalah sebuah *valve* atau katup dengan pengontrol aliran berbentuk disc bulat (seperti bola/belahan). Bola itu memiliki lubang, yang berada di tengah sehingga ketika lubang tersebut segaris lurus atau sejalan dengan kedua ujung *valve* / katup, maka aliran akan terjadi. Tetapi ketika katup tertutup, posisi lubang berada tegak lurus terhadap ujung katup, maka aliran akan terhalang atau tertutup.



Gambar 4.6. Ball Valve

Ball valve banyak digunakan karena kemudahannya dalam perbaikan dan kemampuan untuk menahan tekanan dan suhu tinggi. Tergantung dari material *ball valve* terbuat, *ball valve* dapat menahan tekanan hingga 10.000 Psi dan dengan temperatur sekitar 200 derajat Celcius. *Ball Valve* digunakan secara luas dalam aplikasi industri karena mereka sangat serbaguna, dapat menahan tekanan hingga 1000 bar dan suhu hingga 482 ° F (250 ° C). Ukurannya biasanya berkisar 0,2-11,81 inci (0,5 cm sampai 30 cm). *Ball Valve* dapat terbuat dari logam, plastik ataupun dari bahan keramik. Bolanya sering dilapisi *chrome* untuk membuatnya lebih tahan lama.

f. Elbow

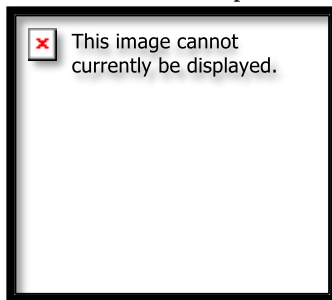
Elbow adalah sebuah komponen pipa yang berfungsi untuk membuat sudut sehingga dapat membentuk belokan pada pipa. *Elbow* pada separator vertikal mini 2 fasa menggunakan *elbow* berukuran 1/2 inch.



Gambar 4.7. Elbow

g. Manometer

Manometer adalah sebuah peralatan yang berfungsi untuk mengukur tekanan. Pada separator mini manometer ini digunakan untuk mengukur tekanan fluida di dalam separator, manometer yang digunakan yaitu manometer bertekanan 0-1000 psi.



Gambar 4.8. Manometer

h. Termometer

Termometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu separator vertikal mini 2 fasa.



Gambar 4.9. Termometer

i. Stud Bolt

Stud bolt (baut) adalah alat yang berguna untuk memperkuat hubungan antar tiap sambungan (*fitting*). Stud bolt yang digunakan yaitu berukuran ½ inch.



Gambar 4.10. Stud Bolt

j. Kawat Las 6010

Kawat las 6010 adalah kawat yang kekuatan tariknya 60 ksi. Kawat ini digunakan pada saat proses filler.



Gambar 4.11. Kawat Las 6010

k. Kawat Las 7018

Kawat las 7018 adalah kawat dengan kekuatan tariknya 70 ksi. Kawat jenis ini berguna untuk proses rod.



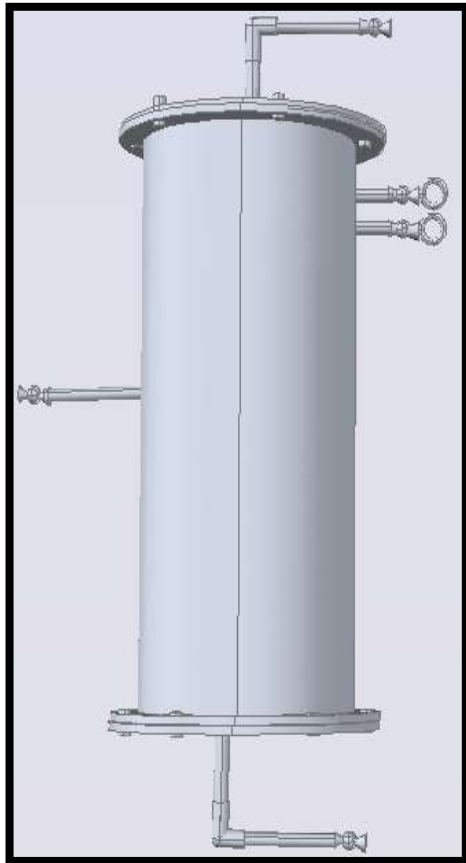
Gambar 4.12. Kawat Las 7018

4.2.9. Hasil Desain Separator Vertikal Mini 2 Fasa

Tabel 4.4. Spesifikasi Desain Separator

No	Data	Desain
1.	Tinggi	17,72 inchi
2.	Diameter	3,866 inchi
3.	Laju Alir Gas	93 MSCF
4.	Laju Alir Cairaan	911 BFPD
5.	Tekanan	34,7
6.	Temperatur	140 °F
7.	Kapasitas	0,479 ft ³

Hasil desain yang telah dilakukan akan ditunjukkan dalam bentuk gambar 3 dimensi yang telah dibuat menggunakan aplikasi *autocad*. Gambar separator vertikal mini 2 fasa dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 4.13. Hasil Desain Separator Vertikal Mini 2 Fasa

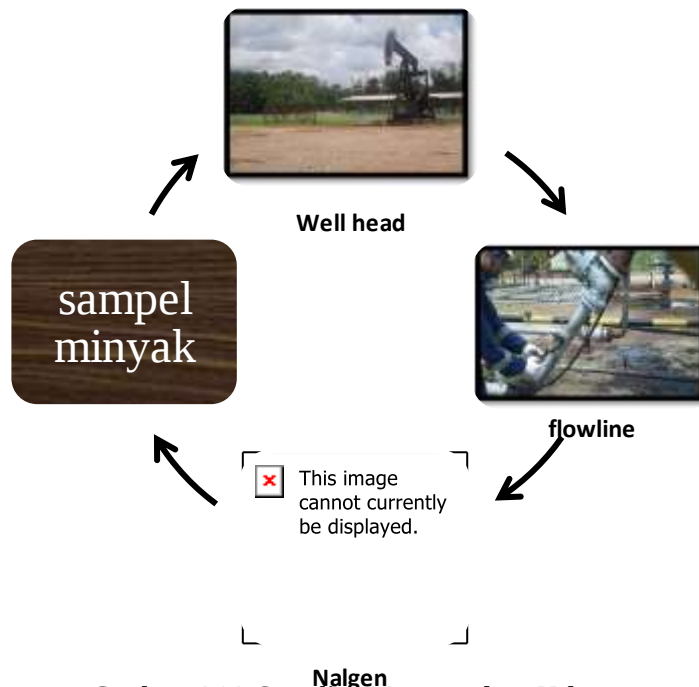
4.3. *Troubleshooting* Pada Separator Vertikal Mini 2 Fasa

Separator vertikal mini 2 fasa ini memiliki permasalahan sama seperti separator pada umumnya hanya saja untuk menanggulangnya kita hanya perlu untuk membuka *flange* pada separator. Permasalahan yang sering terjadi pada separator itu biasanya berupa adanya parafin, emulsi dan kepasiran. Cara penanggulangannya harus dibersihkan secara langsung pada bagian dalam separator. Untuk emulsi biasanya ada injeksi zat kimia ke dalam aliran minyak melalui *flowline*. Tetapi untuk separator vertikal mini 2 fasa, kita harus membuka langsung *flange* pada separator ini untuk mengatasi adanya permasalahan tersebut.

4.4. Kegiatan *Sampling* Fluida Sumur

Kegiatan *sampling* fluida merupakan kegiatan rutin yang dilakukan di PT. Pertamina Asset 2 *Field* Limau. Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan data fluida dari sumur minyak dan sumur gas yang terdapat di lapangan. Sehingga sampel fluida dapat dianalisa di laboratorium dan dapat diketahui kualitas dan kandungan yang terdapat pada fluida.

4.4.1. Kegiatan *Sampling* Fluida Sumur Dengan Menggunakan Nalgen

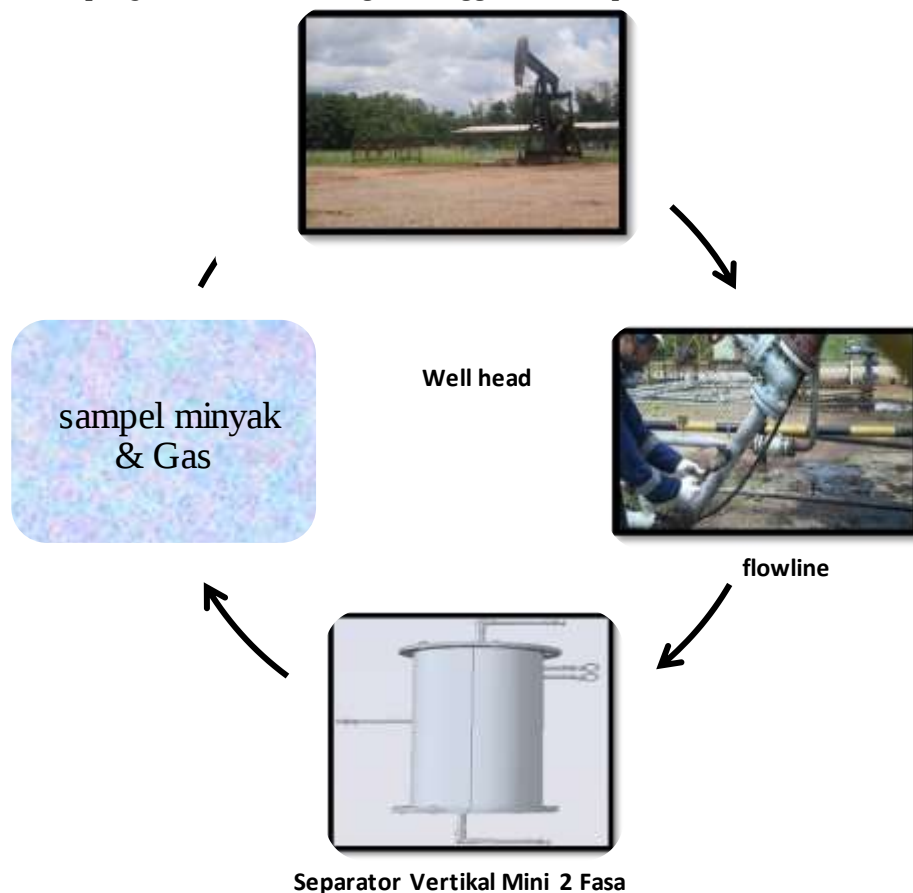


Gambar 4.14. *Sampling* Menggunakan Nalgen

Kegiatan *sampling* di atas dilakukan menggunakan Nalgen yang berguna untuk mendapatkan sampel minyak. Proses kegiatannya yaitu dengan cara membuka *valve* pada kepala sumur, kemudian membiarkan gas mengalir keluar hingga terlepas ke udara

sedangkan Nalgen bekerja untuk menampung fluida. Kemudian fluida yang masuk ke dalam Nalgen akan mengalami proses pemisahan antara minyak dan air. Air yang berada di bawah minyak akan dibuang dan minyak dimasukkan ke dalam dirigen.

4.4.2. Sampling Fluida Sumur Dengan Menggunakan Separator Vertikal Mini 2 Fasa



Gambar 4.15. Sampling Menggunakan Separator Vertikal Mini 2 Fasa

Kegiatan *sampling* fluida sumur menggunakan separator vertikal mini 2 fasa diharapkan bisa mendapatkan sampel minyak dan gas. Pada kegiatan *sampling* sebelumnya dilakukan menggunakan Nalgen. Nalgen hanya bisa mendapatkan sampel minyak dan melepaskan gas yang ada. Perusahaan ingin mendapatkan data yang akurat dari fluida yang terdapat di dalam sumur, oleh karena itu didesain separator vertikal mini 2 fasa ini. Proses kegiatan *sampling* menggunakan separator vertikal mini 2 fasa ini memiliki perbedaan dengan *sampling* menggunakan Nalgen. Jika *sampling* menggunakan separator vertikal mini 2 fasa kita dapat menangkap gas yang ada di dalam sumur. Pada saat *valve* sumur dibuka kita akan langsung menghubungkan separator vertikal mini 2 fasa dengan *flowline* dan aliran fluida akan langsung masuk ke dalam separator vertikal mini 2 fasa melalui *inlet* yang terdapat pada

separator vertikal mini 2 fasa. Ketika fluida masuk ke dalam separator vertikal mini 2 fasa fasa gas dan liquid akan terpisahkan. Fasa gas akan keluar melalui *outlet* bagian atas dan liquid keluar melalui *outlet* yang di bawah sehingga sampel minyak dan gas dapat diambil bersamaan. Dengan adanya separator vertikal mini 2 fasa ini perusahaan juga mengharapkan dapat mengurangi pengotoran lingkungan sekitar sumur produksi yang disebabkan oleh ceceran minyak.

4.5. Keekonomisan Penggunaan Separator Vertikal Mini 2 Fasa

4.5.1. Penentuan Biaya

Biaya yang dibutuhkan untuk membuat sebuah separator mini ini dapat dilihat pada Tabel 4.5. Komponen peralatan yang digunakan telah disesuaikan dengan masing-masing fungsinya yang terdapat pada separator mini.

Tabel 4.5. Biaya Perancangan Separator Mini

No.	Peralatan	Harga (Rp)	Jumlah	Total biaya (Rp)
-----	-----------	------------	--------	------------------

1	SO Flange	619.723	2	1.239.445
2	Blind Flange	684.530,28	2	1.369.061
3	Carbon Steel Pipe 4"	6.027.106,80	1	6.027.107
4	Nipple Threat 1/2"	34.329,90	7	240.309
5	Ball Valve 1/2"	145.817,10	5	729.086
6	Elbow 90deg	56.706,65	2	113.413
7	Manometer 0-1000 Psi	2.038.199,02	1	2.038.199
8	Termometer	2.038.199,02	1	2.038.199
9	Stud Bolt 1/2"	16.683,43	12	200.201
10	Kawat Las 6010	117.463,78	10	1.174.638
11	Kawat Las 7018	445.552,25	10	4.455.523
			Investasi	19.625.180

Biaya yang dibutuhkan untuk membuat separator mini ini sebesar Rp. 19.625.180,-. Jumlah biaya yang dibutuhkan cukup rendah apabila dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk kegiatan perawatan lingkungan sumur. Perhitungan keekonomian dilakukan untuk menentukan, apakah proyek yang sedang kita lakukan ini menguntungkan atau tidak. Maka dari itu nilai NPV, POT, dan IRR, harus ditentukan. Pada tabel di bawah ini didapatkan nilai NPV, POT, dan IRR.

Perhitungan nilai keekonomisan yang menyangkut NPV, IRR dan POT dapat dilihat pada Lampiran 1. Apabila nilai IRR yang didapat lebih besar dibandingkan nilai *discount factor* yang ditentukan maka proyek kita merupakan proyek yang menguntungkan, dan proyek layak untuk dilanjutkan. Dengan total investasi Rp. 19.625.180,- ini perusahaan mengharapkan mampu mengemat biaya untuk perawatan lingkungan sumur sebesar Rp. 46.150.000,- .

Tabel 4.6. Nilai Keekonomisan

NPV	Rp. 219.791.330,-
POT	0,480 bulan
IRR	108 %

4.5.2. Kelebihan Separator Vertikal Mini

Separator mini ini didesain untuk memisahkan fluida 2 fasa yaitu cairan dan gas. Jadi separator yang berukuran kecil ini digunakan untuk kegiatan *sampling* agar kegiatan *sampling* bisa mendapatkan hasil yang lebih memuaskan dan dapat menjaga lingkungan di sekitar sumur. Berikut adalah kelebihan yang dimiliki oleh separator mini :

1. Bisa mendapatkan data fluida yang lebih akurat.
2. Bisa mendapatkan data fluida (gas) sumur yang tidak memiliki separator
3. Menjaga kelestarian lingkungan sekitar sumur.
4. Menghemat anggaran perusahaan yang digunakan untuk kegiatan pembersihan limbah.

4.5.3. Kekurangan Separator Vertikal Mini

Suatu benda yang diciptakan tentunya akan memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada separator mini ini juga pastinya memiliki kekurangan, berikut adalah kekurangan dari separator mini :

1. Volume fluida yang ditampung sedikit.
2. Belum ada standard yang memenuhi
3. Hanya dapat digunakan untuk kegiatan *sampling*.
4. Waktu pemisahan yang relatif rendah.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Separator vertikal mini 2 fasa yang didesain di PT. Pertamina EP Asset 2 Field Limau merupakan sebuah terobosan baru dalam kegiatan sampling fluida produksi yang bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan meminimalisir ceceran minyak di lapangan.
2. Pembuatan separator vertikal mini 2 fasa mini menggunakan bahan baku berjenis *carbon steel* yang tahan terhadap minyak dan gas. Spesifikasi separator vertikal mini 2 fasa yaitu dengan tinggi 45 cm, diameter sebesar 3,86 inch, kapasitas sebesar 17,27 ft³ serta komponen lainnya.
3. *Troubleshooting* yang terjadi pada separator vertikal mini 2 fasa ini berupa adanya parafin di dalam minyak, emulsi, minyak berbuih dan masalah kepasiran.
4. Penggunaan separator vertikal mini 2 fasa dalam kegiatan *sampling* fluida sumur diharapkan dapat mengambil sampel minyak dan gas secara langsung dan bersamaan. Sehingga data yang didapatkan benar-benar mewakili kondisi fluida produksi karena fluida tersebut tidak meninggalkan *flowline* nya (tidak terkontaminasi udara).
5. Nilai keekonomisan dari separator vertikal mini 2 fasa adalah : nilai NPV sebesar Rp.219.791.330, Nilai POT sebesar 0,480 bulan dan nilai IRR sebesar 108%.

Daftar Pustaka

- Dadang Rukmana,. Dedy Kristanto,. V.Dedi Cahyoko Aji. 2013 *TEKNIK RESERVOIR Teori dan Aplikasi*, hlm. 146.
- Donald.Q.Kren 1954 “*Appendix of Calculation Data, Process Heat Transfer*”. *Mc Graw Hill Book Company*, hlm. 844.
- Gas Processing Suppliers Association (GPSA) (1987). Engineering Data Book 1 (10th ed.). Gas Processing Suppliers Association, Tulsa, Oklahoma.*
- M. Souders and G.G. Brown (1934). "Design of Fractionating Columns, Entrainment and Capacity". Industrial Engineering Chemistry*
- W.D. Monnery "Analytical Study of Liquid / Vapour Separation Efficiency, study developed , Chem-Pet Process Technology Ltd". and W.Y. Svrcek, University of Calgary, Calgary, Canada, 2005, for Petroleum Technology Alliance Canada*