

**ANALISIS PENANGGULANGAN EMULSI DI *EFFLUENT*
WASH TANK DENGAN METODE *RECYCLE* PADA
*LAPANGAN X***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

ANGGI PRATAMA

153210901



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**


2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Anggi Pratama
NPM : 153210901
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Analisis Penanggulangan Emulsi Di *Effluent*
Wash Tank Dengan Metode *Recycle* Pada
Lapangan X

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Novrianti, ST., MT. ()
Penguji : Richa Mellysa, ST., MT. ()
Penguji : Idham Khalid, ST., MT. ()
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 7 Maret 2020

Disahkan Oleh:


DEKAN
FAKULTAS TEKNIK
Dr. Eng. MUSLIM, ST. MT

SEKRETARIS PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


NOVRIANTI, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 7 Maret 2020



Anggi Pratama

153210901

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Alm. Masril dan Yasmaneli, Istri Siti Rahma dan anak Erhan Atharauf Pratama, adik Suci Rahayu atas dukungan serta kasih sayang selama penyelesaian tugas akhir ini.
2. Novrianti, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Yudi Suherdi dan Andik Bakhtiar selaku mentor di lapangan, yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan kendala dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu
5. Teruntuk teman perjuangan angkatan 2015 yang senantiasa memberikan semangat dalam berbagai bentuk untuk penyelesaian tugas akhir saya.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 7 Maret 2020

Anggi Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
DAFTAR SIMBOL	x
ABSTRAK	xi
ABSTRAC	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Emulsi	4
2.2 Penanggulangan Emulsi.....	5
2.3 Prinsip Dasar Treating	7
2.4 <i>Emulsion Breaker</i>	11
2.5 <i>Recycle</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Alur Penelitian	23
3.3 Tempat Penelitian	24
3.4 <i>Flow Proses Recycle Crude Oil</i>	24

3.5 Jadwal Penelitian	26
3.6 Studi Lapangan.	26
3.6.1 Historikal Lapangan X.....	26
3.6.2 Pembagian Area.....	28
3.6.3 Struktur Geologi.	29
3.6.4 Karakteristik Reservoir.....	29
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.	31
4.1 Data Emulsi <i>Recycle</i> CGS.	31
4.2 Penentuan <i>OilRecovery</i> Sesudah Proses <i>Recycle</i>	31
4.3 Perbandingan Total Limbah Sebelum Dan Sesudah Proses <i>Recycle</i>	36
4.4 Perbandingan Durasi Waktu Pembersihan Tanki Sbelum Dan Sesudah Proses <i>Recycle</i>	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Efek kenaikan suhu terhadap <i>water separation</i> emulsi.	6
Gambar 1.2 Efek pemakaian <i>oil soluble demulsifier</i> terhadap <i>water separation</i> ..	6
Gambar 1.3 Efek pemakaian <i>water soluble demulsifier</i> terhadap <i>water separation</i>	7
Gambar 2.1 <i>Heat Exchanger</i>	8
Gambar 2.2 <i>Specific Gravity</i> Air dan Minyak Sebelum dan Sesudah dipanaskan	8
Gambar 2.3 Grafik presentasi air terpisah terhadap pengamatan waktu.	10
Gambar 2.4 Simulasi pemberian settling time pada emulsi.	11
Gambar 2.5 <i>Bottle Test</i> pada <i>Demulsifier</i>	13
Gambar 2.6 Hasil BS&W <i>Test</i> pada Sampel Minyak	14
Gambar 3.1 Flow Proses <i>Emulsion Recycle</i> CGS X	25
Gambar 3.2 Peta Lapangan X.....	27
Gambar 3.3 Peta Pembagian Area Lapangan X	29
Gambar 4.1 Flow Proses Emulsi ke <i>Incoming</i> CGS X.....	32

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kumulatif produksi emulsi <i>recycle</i>	35
Grafik 4.2 <i>Wash tank level profil</i>	35
Grafik 4.3 Total limbah yang terbentuk sebelum <i>recycle</i>	37
Grafik 4.4 Total limbah yang terbentuk setelah <i>recycle</i>	37



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perencanaan jadwal penelitian	26
Tabel 4.2 Data produksi emulsi dan minyak hasil <i>recycle</i>	34
Tabel 4.3 Limbah selama 12 sebelum <i>recycle</i>	36
Tabel 4.4 Data durasi waktu penggunaan tangki sebelum dan sesudah <i>recycle</i> ..	38



DAFTAR SINGKATAN

CGS	<i>Central Gathering Station</i>
OTP	<i>Oil Treating Plant</i>
NaCl	Natrium Klorida
BS&W	<i>Basic Sediment & Water</i>
FWKO	<i>Free Water Knock Out</i>
OOIP	<i>Original Oil in Place</i>
BOPD	<i>Barrels Oil Per Day</i>
MMBSPD	<i>Million Barrels of Steam Per Day</i>
MBOPD	<i>Thousand Barrels of Oil Per Day</i>
MBSPD	<i>Thousand Barrels of Steam Per Day</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
W/O	<i>Water in Oil</i>
LO	<i>Light Oil</i>
HO	<i>Heavy Oil</i>
SG	<i>Specifi Gravity</i>
TPA	Tempat Pembuangan Akhir

DAFTAR SIMBOL

V_{Fluida}	Volume fluida, bbls
t	Lama Pemompaan, menit
Q	Laju Alir Pompa, bbls/menit
$V_{Oil\ Recycle}$	Volume minyak yang di- <i>recycle</i> , bbls



ANALISIS PENANGGULANGAN EMULSI DI *EFFLUENT WASH TANK* DENGAN METODE *RECYCLE* PADA *LAPANGAN X*

ANGGI PRATAMA
153210901

ABSTRAK

Pengolahan fluida terproduksi di dalam *gathering system* mengalami permasalahan dengan adanya emulsi, dimana emulsi ini sangat mempengaruhi tingkat kelarutan dari pada minyak dalam air dan proses *treatment* di *Central Gathering Station* (CGS). Penelitian ini dilakukan karena adanya pembentukan emulsi di CGS X pada *wash tank effluent* dalam waktu 3 bulan sebanyak 6 *feet* atau sebesar 16,425 bbls dan jika tidak ditanggulangi atau ketinggian emulsi di *wash tank* dibiarkan akan menyebabkan kurang berkualitaskannya air yang dikirim ke *water treating* yang menyebabkan seringnya dilakukan pekerjaan pembersihan tanki (pekerjaan resiko tinggi dan tidak normal) yang harus dilakukan setiap tiga bulan serta sisa emulsi dihisap dan dibuang ketempat penampungan, dengan melakukan itu setiap tiga bulan sekali tidak efisien.

CGS X Lapangan X memiliki sebuah fasilitas *Oil Treating Plant* (OTP) yang mana pada penelitian ini proses pemisahan air dari pada minyak (emulsi) dilakukan dengan *me-recycled* emulsi masuk kembali ke *incoming fluid upstream of Heat Exchanger* yang akan menghasilkan panas untuk menambah *temperature* pada emulsi dan bereaksi dengan *demulsifier* dan *reverse demulsifier* untuk memecahkan emulsi tanpa menambah biaya dari *demulsifier* dan *reverse demulsifier*.

Hasil perhitungan pada proses *recycle* diperoleh *emulsion recycle* sebesar 7,679.07 bbls selama satu bulan dan *oil recovery* sebesar 5,201.05 bbls selama satu bulan. Perbandingan total limbah yang terbentuk sesudah *recycle* dapat diturunkan sebesar 50 % s.d 53 % dari total limbah yang terbentuk sebelum proses *recycle*. Durasi penggunaan tanki sebelum proses *recycle* selama 3 bulan dan durasi penggunaan tanki setelah proses *recycle* sebesar > 7 bulan.

Kata kunci: *Recycle, effluent, Crude Oil, Demulsifier, Oil Treating Plant, BS&W*

ANALYSIS OF EMULSION TREATMENT IN EFFLUENT WASH TANK BY RECYCLE METHOD AT X FIELD

**ANGGI PRATAMA
153210901**

ABSTRACT

The processing of produced fluids in the gathering system experiences problems with the presence of an emulsion, where this emulsion greatly influences the solubility of oil in water and the treatment process at the Central Gathering Station (CGS). This research was conducted because of the formation of emulsions in CGS X in the effluent wash tank within 3 months as many as 6 feet or as much as 16,425 bbls and if not addressed or the height of the emulsion in the wash tank is left will cause less quality of water sent to the water treating which causes frequent work done tank cleaning (high risk and abnormal work) which must be done every three months and the rest of the emulsion is sucked and discharged to the shelter, by doing so every three months is inefficient.

CGS X Field X has an Oil Treating Plant (OTP) facility which in this study the process of separating water from oil was carried out by recycled the emulsion back into the incoming fluid upstream of the heat exchanger which would produce heat to increase the temperature of the emulsion. and reacts with demulsifiers and reverse demulsifiers to solve emulsions without increasing the costs of demulsifiers and reverse demulsifiers.

The results of calculations on the recycle process obtained 7,909.07 bbls of emulsion recycles for one month and oil recovery of 5,201.05 bbls for one month. The ratio of total waste formed after recycle can be reduced by 50% to 53% of the total waste formed before the recycle process. The duration of using the tank before the recycle process is 3 months and the duration of using the tank after the recycle process is > 7 months.

Keywords: Recycle, Effluent, Crude Oil, Demulsifier, Oil Treating Plant, BS&W

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LatarBelakang

Fasilitas produksi merupakan salah satu peralatan yang dipergunakan pada industry perminyakan dan salah satu peralatannya adalah *Central Gathering Station* (CGS). Pengolahan fluida terproduksi di dalam *gathering system* mengalami permasalahan dengan adanya emulsi, dimana emulsi ini sangat mempengaruhi tingkat kelarutan dari pada minyak dalam air dan proses *treatment* di CGS. Salah satu metode yang digunakan untuk memisahkan *crude oil* dari pada air (emulsi) adalah dengan metode *recycle*, *recycle* adalah proses pemisahan air dengan minyak dengan cara mengalirkan kembali emulsi ke *incoming* untuk melewati proses *treatment* ulang yang nantinya emulsi dapat terpecahkan.

CGS X Lapangan X memiliki sebuah fasilitas *Oil Treating Plant* (OTP) yang mana pada penelitian ini proses pemisahan air dari pada minyak (emulsi) dilakukan dengan *me-recycled* emulsi masuk kembali ke *incoming fluid upstream of Heat Exchanger* yang akan menghasilkan panas untuk menambah *temperature* pada emulsi dan bereaksi dengan *demulsifier* dan *reverse demulsifier* untuk memecahkan emulsi tanpa menambah biaya dari *demulsifier* dan *reverse demulsifier*.

Penelitian ini dilakukan karena adanya pembentukan emulsi di CGS X pada *wash tank effluent* dalam waktu 3 bulan sebanyak 6 *feet* atau sebesar 16,425 bbls dan jika tidak ditanggulangi atau ketinggian emulsi di *wash tank* dibiarkan akan menyebabkan kurang berkualitaskannya air yang dikirim ke *water treating* yang menyebabkan seringnya dilakukan pekerjaan pembersihan tanki (pekerjaan resiko tinggi dan tidak normal) yang harus dilakukan setiap tiga bulan serta sisa emulsi dihisap dan dibuang ketempat penampungan, dengan melakukan itu setiap tiga bulan sekali tidak efisien.

Dengan melakukan *recycle* terhadap emulsi dapat melakukan pemulihan minyak secara bersamaan dan dapat mengurangi waktu pembersihan tanki,

mengurangi pembuangan emulsi, mengurangi penanganan pembuangan limbah, mengurangi biaya dan meningkatkan kehandalan proses dengan peningkatan daya lama cuci tanki.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan nilai *oil recovery* pada CGS X setelah dilakukan proses *recycle*.
2. Membandingkan total limbah sebelum dan sesudah dilakukan proses penanggulangan emulsi dengan *recycle*.
3. Membandingkan durasi waktu pembersihan tangki sebelum dan sesudah dilakukan proses penanggulangan emulsi dengan *recycle*.
4. Menganalisis keberhasilan penanggulangan emulsi di *Effluent Wash Tank* Dengan Metode *Recycle*.

1.3 Manfaat penelitian

Dengan melakukan penelitian masalah emulsi dan beberapa cara penanggulangannya di tempat penampungan minyak (CGS X) dapat memberitahukan kepada pembaca bahwa dengan melakukan *recycle* terhadap emulsi dapat memberikan dampak besar terhadap sistim penanggulangan limbah di CGS X, dimana dengan melakukan *recycle* terhadap emulsi dapat mengurangi tingkat resiko dalam pembersihan tanki, mengurangi biaya dalam penanggulangan limbah dan dapat memberikan waktu yang lebih lama pada umur tangki dalam proses pembersihan. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat bagi mahasiswa untuk menambah wawasan dan bahan masukan untuk menggali dan melakukan penelitian tentang proses di *Oil & Gas Surface Facility*.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah Penanggulangan Emulsi Di *Effluent Wash Tank* Dengan Metode *Recycle*.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka disusun batasan masalah sebagai berikut yaitu:

1. Membahas pengaruh emulsi terhadap proses pemisahan minyak dan air di CGS X.
2. Proses metode *recycled* emulsi yang dilakukan adalah hanya di CGS X.
3. Dampak proses metode *recycled* dalam penanggulangan emulsi di CGS X.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Allah Swt telah memerintahkan kepada umatnya untuk mempergunakan akal seperti di Al-Quran Surat Al-Jatsiyah ayat ke-13, artinya; *Dan Dia menundukkan untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya, sabagai rahmat dariNya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kamu yang berpikir.* Jadi dengan akal, kita didorong untuk mampu melihat cara memahami lingkungan.

Manusia adalah makhluk ciptaan Allah yang paling sempurna. Di Al-Quran Surat At-Tin ayat ke-4, artinya; *Sungguh Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya.* Allah Swt telah menciptakan kita dalam keadaan sempurna. Dimana yang menjadi perbedaan kita dengan makhluk yang lain adalah akal. Akal juga yang membedakan kita dengan hewan dan ciptaan Allah yang lainnya. Jadi dengan akal ini kita bisa memikirkan kebaikan kita untuk melindungi dan menjaga lingkungan.

Pada saat proses produksi di lapangan minyak, biasanya air ikut terproduksi bersama-sama minyak baik pada saat permulaan maupun selama produksi selanjutnya dari sumur tersebut. Dengan ikut terproduksinya air maka dapat menimbulkan masalah emulsi dipermukaan, sehingga berdasarkan hubungan antara air dan minyak yang diproduksi maka air tersebut dapat dibedakan menjadi dua, yaitu air bebas dan air emulsi (Grace, R. 1992). Air bebas dalam proses produksi tidak perlu penanganan khusus, sedangkan air yang beremulsi akan menyebabkan masalah yang kompleks sehingga memerlukan penanganan khusus, oleh karena itu perlu diketahui tentang penanggulangan masalah emulsi. Kadar emulsi yang melebihi batas ambang kewajaran (lebih dari 1%) harus segera ditanggulangi, karena dengan kadar emulsi yang besar maka kualitas minyak yang dihasilkan menjadi sangat rendah (Amadi, A. S. 2010).

2.1 Emulsi

Emulsi didefinisikan sebagai campuran antara dua macam cairan yang tidak saling campur (*immiscible*). Dimana salah satu cairan terdispersi dalam bentuk

tetes (*droplet*) pada cairan yang lain (Grace, R. 1992). Air dalam minyak yang berbentuk emulsi akan sulit untuk dipisahkan dengan cara yang diterapkan pada air bebas dimana air bebas pemisahannya dilakukan dengan cara pengendapan menggunakan efek gravitasi dan dapat pula ditambahkan dengan bantuan pemanasan atau menggunakan *centrifuge* karena air yang tersebar ke dalam fasa minyak dan terselimuti oleh selaput tipis (*emulsifying agent*). Emulsi akan lebih stabil oleh adanya material pengemulsi (*emulsifier*). Kestabilan emulsi dipengaruhi oleh gaya tegangan antar permukaan antara fasa air dan fasa minyak yang semakin besar. Hal tersebut digambarkan melalui bentuk ukuran butir air yang semakin kecil dan merapat antara butir satu dengan yang lainnya (Abdel-Raouf, Manar El-Sayed. 2012).

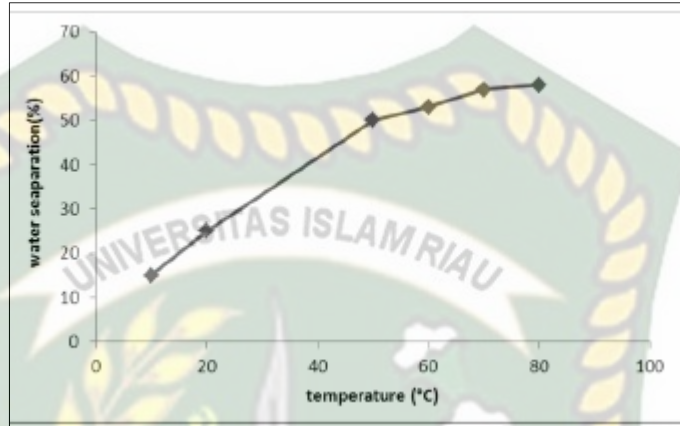
2.2 Penanggulangan Emulsi

Cara penanggulangan emulsi atau pemecahan emulsi adalah termasuk proses dehidrasiminyak yaitu proses pemisahan air yang tercampur dalam minyak (Becher, P. 1957). Banyak cara yang sering dilakukan di lapangan untuk mengatasi masalah emulsi ini namun prinsip dasarnya adalah samayaitu:

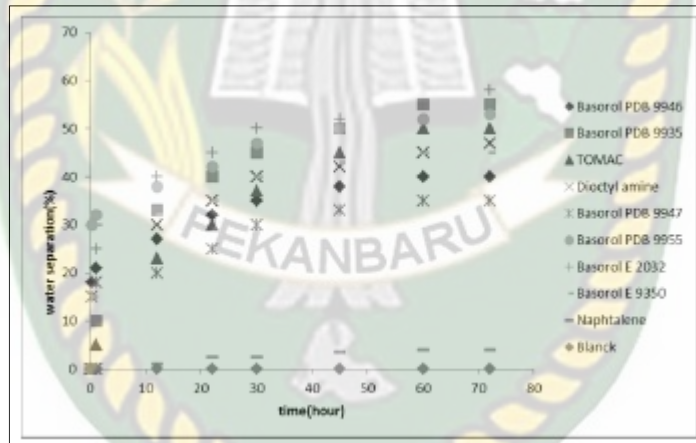
- a. Menetralkan dan merusak selaput tipis atau film yang menyelubungi butiran air dalam emulsi sehingga butir-butir air akan saling bergabung menjadi butiran yang lebih besar, selanjutnya mengendap karena gaya beratnya sendiri.
- b. Menurunkan viskositas minyak.

Penanggulangan emulsi pada oil & gas dilakukan oleh P. Hajivand & A. Vaziri (2013), pertama dengan menaikkan suhu, suhu mempengaruhi stabilitas emulsi sehingga bertambahnya suhu akan mempengaruhi atau meningkatkan water separation pada emulsi, karena suhu yang lebih tinggi meningkatkan *Brownian motion* dan perpindahan materi antar-permukaan, sehingga viskositas internal fasa akan menurun seiring dengan kenaikan suhu, terlihat dari Gambar 1.1 Efek kenaikan suhu terhadap *water separation* pada emulsi. Kedua pemakaian demulsifier (*chemical*), cara lain untuk penanggulangan emulsi untuk efisiensi pemisahan air dan minyak adalah dengan penambahan *chemical* yaitu *demulsifier*. Hasil percobaan yang dilakukan demulsifier *oil-soluble type* lebih efektif dalam

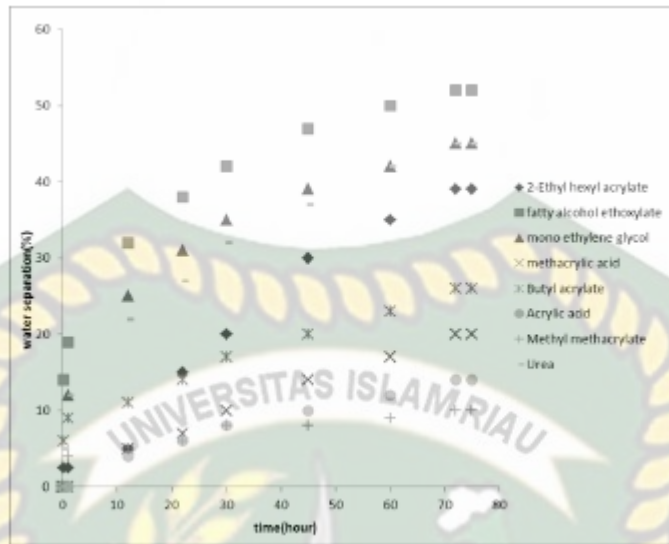
penanggulangan emulsi W/O (Bhattacharyya, 1992)., perbandingan hasil penanggulangan emulsi terlihat dari gambar 1.2 dan gambar 1.3.



Gambar 1.1 Efek kenaikan suhu terhadap *water separation* emulsi



Gambar 1.2 Efek pemakaian *oil soluble demulsifier* terhadap *water separation*



Gambar 1.3 Efek pemakaian *water soluble demulsifier* terhadap *water separation*

2.3 Prinsip dasar *treating*

Treating disini adalah usaha untuk memisahkan material asing dari *crude oil* dalam hal ini, material asing seperti emulsi, air dan *sediment* lainnya.

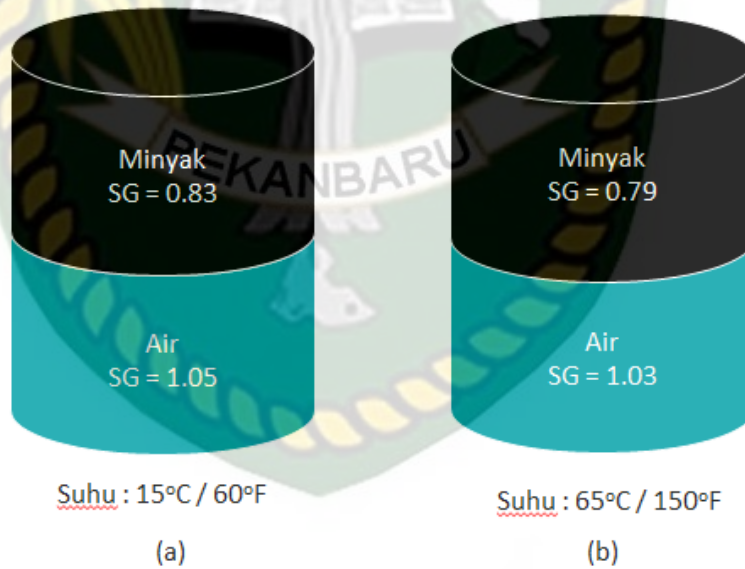
1. Panas (*Heat*)

Panas merupakan salah satu syarat dalam proses pemisahan antara air dan minyak. Sumber panas berasal dari fluida terproduksi, sinar matahari, *heater* dan *steam*. Salah satu faktor penggunaan panas dalam proses pemecahan emulsi ditentukan oleh jenis *crude oil*. Untuk jenis *heavy oil* (*HO*) dibutuhkan lebih banyak panas dibandingkan jenis *light oil* (*LO*). Contoh penambahan panas di *HO* adalah panas yang dihasilkan oleh *steam* yang diinjeksikan. Sementara di *LO* sumber panas berasal dari fluida terproduksi, sinar matahari dan kadangkala membutuhkan tambahan *heater*.



Gambar 2.1 Heat Exchanger (Sumber CGS, 2019)

Ilustrasi berikut gambar 2.2 lebih menjelaskan pengaruh panas pada proses treating dalam memecahkan emulsi.



Gambar 2.2 Specific gravity air dan minyak sebelum dan sesudah dipanaskan (O&MC, 2013)

$$\text{Relative SG (a)} = \frac{1.05}{0.83} = 1.27$$

Relative SG antara air dan minyak 1.27 artinya air 1.27 kali lebih berat dari minyak pada suhu 15°C/60°F.

$$\text{Relative SG (b)} = \frac{1.03}{0.79} = 1.3$$

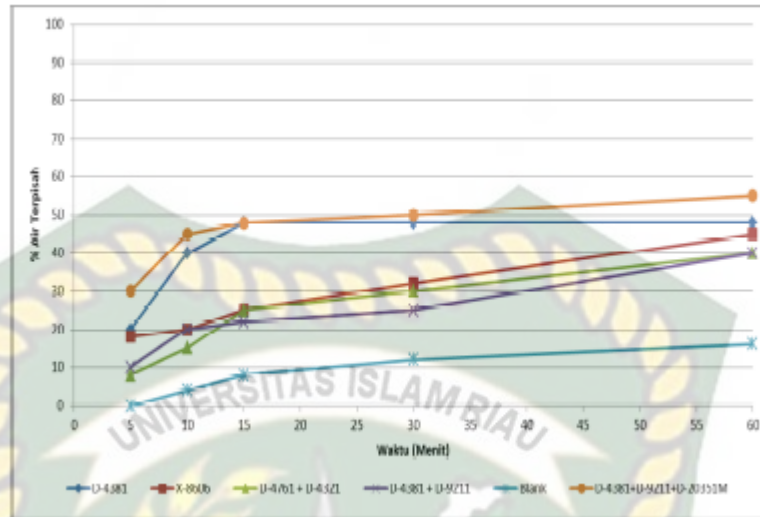
Relative SG antara air dan minyak 1.3 artinya air 1.3 kali lebih berat dari minyak pada suhu 65°C/150°F.

Jadi hasil ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian panas pada air dan minyak memberikan kesempatan kepada air untuk settling lebih cepat karena air akan menjadi lebih berat dari minyak.

2. *Chemical*

Penggunaan *emulsion breaker* merupakan salah satu pertimbangan yang sangat penting ketika memdesain *treating facility*. *Chemical* akan bekerja dengan baik dalam arti bercampur dengan emulsi apabila sistem memiliki agitasi di dalam *flowstream*. Hal ini berarti *chemical* mampu berhubungan dengan setiap butiran-butiran air di dalam emulsi dan menetralisasi *film* dari *emulsifying agent* yang mengelilinginya. Selain agitasi dan temperature emulsi, kualitas *chemical* sangat mempengaruhi kinerja *chemical* itu sendiri. Pada emulsi dengan panas yang cukup dibutuhkan sedikit *chemical* pada proses *treating*-nya, sebaliknya dibutuhkan lebih banyak *chemical* apabila emulsi tidak cukup panas.

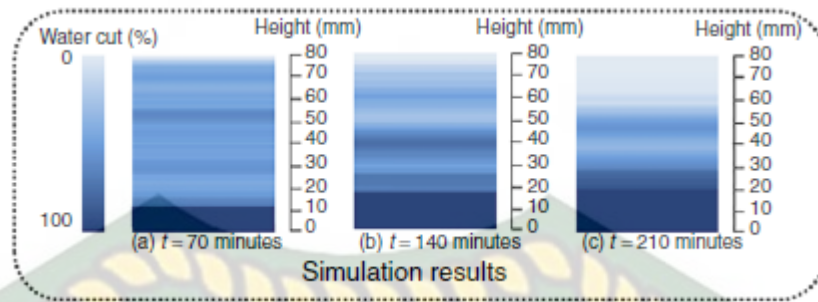
Penanggulangan emulsi dengan *chemical* ini dapat kita lihat pada studi yang dilakukan oleh Manggala, Mahdi Rana, Kasmungin, Sugiarto dan Fajarwati, Kartika, 2017, studi yang dilakukan skala laboratorium menunjukkan bahwa demulsifier memberikan pengaruh dalam pemisahan air dari emulsi. Dapat terlihat dari gambar 2.3



Gambar 2.3 Grafik Presentase air terpisah (%) terhadap pengamatan waktu (menit) dengan dosis injeksi Demulsifier 15 ppm

3. *Settling*

Settling time memanfaatkan prinsip perbedaan gravitasi sebagai salah satu cara dalam proses *treating*. Secara alamiah *specific gravity* air lebih berat dari minyak, air akan berada di bawah dan minyak akan berada di atasnya. Proses pemisahan yang sempurna antara air dan minyak disamping perbedaan *specific gravity* juga memerlukan waktu dan ruang yang cukup. Semakin besar ruang yang tersedia dan semakin lama *settling time* yang dimiliki, proses pemisahan akan lebih sempurna. Aplikasi fasilitas tersebut di *oilfield* sudah dikenal dengan nama *Free Water Knock Out (FWKO)* dan *wash tank*. Peralatan tersebut menjadi sangat penting karena merupakan komponen dasar dalam proses pemisahan air dan minyak (O&MC, 2013). Studi yang dilakukan oleh Haoran Zhang, Yongtu Liang, Xiaohan Yan, Limin Fang dan Ning Wang, 2018, menunjukkan bahwa *settling time* memiliki pengaruh dalam penanggulangan emulsi, dapat kita lihat dari simulasi yang telah dilakukan, pada gambar 2.4, terlihat pada gambar *water separation* semakin meningkat seiring bertambahnya waktu *settling*.



Gambar 2.4 simulasi pemberian settling time pada emulsi

Jadi dari tiga prinsip dasar ini dilakukan metode *recycle* untuk penanggulangan emulsi di *effluent wash tank* karena tiga prinsip ini ada di *Oil Treating Plant* (OTP) CGS X, yaitu:

1. *Heat Exchanger*

Di *heat exchanger* ini terjadi penambahan *temperature* pada fluida yang melewatinya sehingga suhu fluida menjadi 165 °F – 175°F.

2. *Chemical Injection*

Emulsi akan melewati fasilitas injeksi zat kimia yaitu *demulsifier* dan *reverse demulsifier*.

3. FWKO dan *Wash Tank*

Emulsi akan mendapat *settling time* di FWKO dan *Wash Tank*.

2.4 Emulsion breaker

Di industri perminyakan pada umumnya menggunakan *emulsion breaker* yaitu *demulsifier* dan *reverse demulsifier*. Emulsi dengan tipe *water in oil* dapat dipecahkan menggunakan *demulsifier* sedangkan *reverse demulsifier* digunakan untuk jenis emulsi *reverse emulsion*.

1. *Demulsifier*

Agar *chemical* bekerja sebagai *emulsion breaker* pada emulsi jenis *normal emulsion*, *chemical* harus sanggup memnon-aktifkan *emulsifying agent* yang mengelilingi butiran-butiran air yang tersebar. *Demulsifier* yang digunakan untuk memecahkan *normal emulsion* cukup ditambahkan sedikit pada *treating system*. *Chemical* jenis ini harus larut dalam minyak dan

bekerja pada permukaan butiran-butiran air yang akan menyebabkannya terpecah. Ketika terjadi kontak dengan *emulsifying agent* menjadi lemah. Proses selanjutnya butiran-butiran air yang bergerak bebas, satu sama lain akan bertabrakan di dalam minyak dan dengan mudah bergabung. Gabungan ini akan membentuk butiran-butiran air yang besar dan selanjutnya mengendap, sementara minyak akan membentuk satu lapisan minyak dengan *BS&W* yang rendah.

Performa satu jenis *demulsifier* ditentukan dari beberapa jumlah air dan *sediment* (*BS&W*) yang tersisa dalam lapisan minyak yang telah di-*treating*. Semakin kecil *BS&W* maka performa *demulsifier* akan semakin baik. Akan tetapi, *demulsifier* bersifat spesifik artinya *demulsifier* hanya bekerja pada suatu jenis minyak tertentu dan bisa jadi tidak bekerja pada jenis minyak yang lain. Hal ini menyebabkan *demulsifier* yang baik untuk digunakan pada minyak yang bersal dari suatu lapangan bisa menjadi tidak bekerja sama sekali jika digunakan pada jenis minyak lain. Untuk menentukan jenis *demulsifier* yang tepat untuk digunakan suatu minyak, dilakukan formulasi *demulsifier* atau dikenal dengan nama *bottle test*.



Gambar 2.5 *Bottle test* pada *demulsifier* (Sumber O&MC, 2013)

Pada saat *bottle test*, akan terlihat *demulsifier* yang bekerja dengan baik. Terlihat bahwa *demulsifier* yang tepat akan menghasilkan pemisahan air yang lebih baik (Gambar 2.5 kiri) dibandingkan yang tidak tepat (Gambar 2.5 kanan). Selain jumlah air yang terpisah, pada *demulsifier* yang baik jika diambil minyaknya dan diputar dengan *centrifuge* juga akan menghasilkan *BS&W* yang baik seperti gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Hasil *BS&W test* pada sampel minyak

Pada gambar diatas terlihat semakin ke kiri air semakin sedikit artinya semakin ke kiri kualitas minyaknya semakin baik.

Air dalam minyak dibedakan menjadi dua yaitu air bebas dan air emulsi. Air bebas mudah sekali dipisahkan dari minyak cukup dengan didiamkan atau di-*settling* atau dengan sentrifugal atau dengan dipanaskan. Untuk air emulsi diperlukan penanganan khusus. Salah satu cara untuk menanggulangi emulsi adalah dengan merusak kestabilan emulsi dengan jalan merusak lapisan *emulsifier* dengan memakai zat kimia atau lebih dikenal dengan *demulsifier* (Becher, P. 1957).

Demulsifier merupakan zat aktif permukaan, keadaan ini disebabkan oleh sifat molekulnya yang larut pada kedua jenis fluida yaitu air dan minyak yang biasa disebut *amphipilic*. Bagian molekul yang larut didalam air disebut *hidrophilic* sedangkan bagian yang larut didalam minyak disebut *hydropobic*. Karena kondisi yang seperti demikian ini maka menjadikan *demulsifier* mampu berada pada bidang antara kedua fluida yang

membentuk emulsi. Seperti yang terjadi pada *emulsifier* yang sudah dijelaskan diatas (Becher, P. 1957).

Pada saat *demulsifier* dimasukkan pada emulsi, zat ini bergerak kearah bidang batas permukaan kedua fluida. Bentuk perubahan yang terjadi dapat berupa perubahan sifat suka atau mengikat air (*hidrofilitas*), perubahan tegangan permukaan, penetralan muatan listrik dan penggumpalan *emulsifier*. Setelah *demulsifier* berhasil merusak kondisi kerja *emulsifier* maka *emulsifier* akan terdorong kearah minyak yang selanjutnya *demulsifier* akan membentuk lapisan tipis yang membungkus setiap butiran terdispersi yang tidak dipengaruhi oleh *emulsifier*. Lapisan yang dibentuk oleh *demulsifier* mempunyai daya tahan yang sangat kecil. Akibatnya ada gaya tarik menarik antar butir akan membuat lapisan ini menjadi rusak. Dengan rusaknya selaput tipis yang terbentuk akibat adanya *demulsifier* maka *droplet* (butiran-butiran kecil yang terdispersi) akan dengan mudah mengalami penggabungan membentuk tetes baru dengan ukuran dan berat yang lebih besar. Dengan demikian butiran yang tersisa di dalam fasa pendispersi semakin sedikit dan hal ini akan memudahkan bagi fasa terdispersi untuk memisah dari fasa pendispersi. Proses tersebut berlangsung terus menerus secara berantai hingga terjadi pemisahan (*settling*) akibat gaya beratnya (Becher, P. 1957).

Demulsifier merupakan zat yang digunakan untuk pemisahan air dan minyak dimana zat ini digunakan pada proses Metode kimia. Metode kimia saat ini sangat populer dan banyak diterapkan dilapangan karena sangat praktis dan hasilnya cukup memuaskan. Metode ini menggunakan zat kimia yang disebut *demulsifier* atau *emulsion breaker* dimana zat ini ditambahkan pada emulsi sehingga akan teradsorpsi ke batas antar permukaan dan mempunyai kemampuan melawan kerja dari *emulsifying agent* seperti memecahkan film yang dibentuk oleh *emulsifying agent*. Mengusir *emulsifying agent* kearah minyak sehingga butiran air akan saling bergabung dan mengendap karena gaya gravitasinya. Kecenderungan pengemulsian dan kestabilan dari sejumlah emulsi minyak sangat

ditentukan oleh tendensi koloidal dari sejumlah *emulsifying agent* yang terhisap dan pengaruhnya pada hubungan-hubungan antar fasa dalam hal ini antara air dan minyak. Jenis emulsi air dalam minyak maka jenis *emulsifying agent*-nya dapat berupa *asphaltic* atau jenis-jenis lain yang mempunyai sifat *oleophile* (lebih mudah dibasahi minyak) (Hamadi, A. S. dan Mahmood, L. H. 2010).

Zat-zat yang berfungsi sebagai *demulsifier* seperti silika halus, oksida besi, *clay*, garam NaCl serta material-material lain yang mempunyai efek berlawanan dengan *emulsifying agent*. *Emulsifying agent* dapat dibayangkan sebagai materi yang berada dalam minyak tetapi terkondensasi pada batas antara air dan minyak. sehingga bila sejumlah zat dapat ditambahkan pada emulsi yang ada dan sifat zat tersebut dapat tertarik oleh permukaan air tetapi memiliki efek kebalikan dari *emulsifying agent* maka akan terjadi demulsifikasi. Perubahan emulsi dapat dikarenakan oleh perubahan *emulsifying agent*-nya dari mengikat minyak menjadi mengikat air atau perubahan tak langsung pada permukaan air yang mempengaruhi tegangan permukaan (Hamadi, A. S. dan Mahmood, L. H. 2010).

Perubahan yang signifikan juga terjadi pada viskositas, dimana umumnya viskositas akan meningkat karena terbentuknya emulsi (Fingas et al, 2003). Kerugian yang diakibatkan dari meningkatnya emulsi adalah minyak mentah sulit untuk dialirkan. Oleh karena itu, air yang terdispersi dalam emulsi minyak mentah harus dipisahkan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mencegah emulsi.

Pencegahan emulsi dapat dilakukan dengan metode kimia yaitu dengan menggunakan *demulsifier*. *Demulsifier* dalam kaitannya adalah untuk menanggulangi masalah emulsi yang terjadi pada suatu lapangan minyak yang hasilnya sangat diperlukan sebagai acuan dalam penanganan masalah emulsi lebih lanjut. Salah satu metode untuk mengetahui kinerja *demulsifier* dapat dilakukan dengan uji botol (*bottle test*).

Dengan *bottle test* akan didapatkan suatu harga optimum yang pemakaiannya akan diterapkan dilapangan saat uji lapangan (*field test*).

Adapun harga yang optimum ini meliputi kadar emulsi yang terkandung dalam minyak, nilai BS&W $\leq 0,8$ %, konsentrasi dan temperatur paling baik, jenis *demulsifier* terbaik dan waktu *Settling* terbaik dalam memecah emulsi.

Beberapa *Demulsifier* yang sudah pernah digunakan adalah, PT xx, PT yy, dan PT xy. Pada penelitian ini pengujian menguji beberapa jenis *Demulsifier* aktual yang mungkin lebih efektif dan efisien dari *Demulsifier* sebelumnya.

Proses *oil treatment* untuk menanggulangi masalah emulsi dilapangan X dilakukan disebuah stasiun pengumpul yang disebut *Central Gathering Station X*. Metode pemisahan emulsi yang terbentuk dilapangan minyak X tidak bisa hanya dengan menggunakan metode mekanik saja, oleh karena itu diperlukan injeksi *demulsifier* agar air dapat terpisah dari minyak. Sebelum digunakan dilapangan perlu dilakukan pengujian kinerja *demulsifier* yang akan digunakan terlebih dahulu. Hal pertama dilakukan adalah pengambilan sampel *crude oil* dilapangan X pada *sampling point CGS X*. Kemudian dilakukan uji *centrifuge* untuk menentukan persentase kandungan air dari sampel yang akan diuji.

Sebelum melakukan uji *centrifuge* sampel *crude oil* dikondisikan sesuai dengan kondisi lapangan menggunakan *water bath*. Setelah sampel sesuai dengan kondisi lapangan selanjutnya dilakukan uji botol untuk menentukan performa *demulsifier* yang akan digunakan. Pada penelitian ini digunakan 6 jenis *demulsifier* yaitu PT 1, PT 2, PT 3, PT 4, PT 5 dan *existing*. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kecepatan pemisahan air dan pengujian besaran persentase air terpisah. Sampel dari uji botol selanjutnya diambil bagian atasnya untuk dilakukan pengujian *top cut*. Dari uji *top cut* ini akan didapatkan besarnya persentase BS&W untuk setiap jenis dan dosis *demulsifier*. Setelah didapat *demulsifier* terbaik berdasarkan besaran persentase BS&W dan persentase air terpisah, *demulsifier* terpilih akan direkomendasikan untuk pelaksanaan uji lapangan. Dari uji botol dan uji *top cut* dari keenam produk *demulsifier* dengan dosis 50 ppm, 80ppm dan 100 ppm. PT-4 direkomendasikan untuk dilakukan uji

lapangan karena mampu memisahkan air dengan sempurna dan persentase BS&W yang kecil.

Ada beberapa penyebab *demulsifier* tidak bekerja dengan baik ketika di lapangan yaitu:

1. Penurunan Suhu

Demulsifier biasanya bekerja pada suhu tertentu. Pada suhu yang jauh di bawah kondisi normal maka akan menyebabkan performa *demulsifier* menjadi turun. Penurunan suhu ini biasa disebabkan oleh banjir, hujan dan matinya *well injector*.

2. Berkurangnya *retention time*

Retention time ini merupakan waktu tinggal yang diperlukan agar *demulsifier* bekerja dengan maksimal.

3. Bahan kimia lain yang mengganggu

Penggunaan asam pada proses *acidizing well* sering mengganggu kinerja *chemical*.

2. *Reverse demulsifier*

Chemical yang digunakan untuk emulsi dengan tipe *reverse emulsion* berbeda dengan tipe *normal emulsion*. Untuk *normal emulsion* itu menggunakan *chemical* yang bersifat *oil soluble*, maka pada *reverse emulsion* menggunakan *chemical* yang bersifat *water soluble*. Hal ini berarti *chemical* ini akan larut di dalam air dan berhubungan dengan butiran-butiran minyak. Selanjutnya *reverse demulsifier* memecah *emulsifying agent* yang mengelilingi butiran-butiran minyak akan melekat satu sama lainnya. Gabungan ini akan membentuk gelembung-gelembung besar minyak yang akan bergerak ke permukaan air. Dengan menggunakan *chemical* ini diharapkan air terproduksi akan mengandung kadar minyak (*oilcontent*) yang rendah.

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar *reverse demulsifier* bekerja dengan baik:

1. Jenis *reverse demulsifier* yang digunakan

Jenis yang dipakai harus sesuai dengan jenis air yang terproduksi dan harus kompatibel dengan *demulsifier* yang digunakan. Penggunaan *reverse demulsifier* yang tidak kompatibel dengan *demulsifier* bisa menyebabkan gangguan pada *BS&W*, *oil content* ataupun keduanya.

2. Dosis yang digunakan

Dosis yang digunakan hendaknya sesuai dengan jenis *reverse* yang digunakan.

3. Sistem injeksi yang digunakan

Posisi injeksi bisa sangat berpengaruh.

4. Proses *settling* di *wash tank* (*retention time* dan turbulensi)

Retention time air yang terlalu singkat atau adanya turbulensi di dalam pipa/*wash tank* dapat menyebabkan terganggunya kinerja *chemical* ini.

2.5 Recycle

Tidak ada yang bisa mengetahuinya dengan tepat siapa yang melakukan *recycle*. Tapi dari sisi sejarawan dapat diketahui proses *recycle* telah dilakukan sejak Zaman Perunggu (3000 – 1000 SM), para sejarawan berpendapat bahwa prinsip *recycle* telah dilakukan semenjak berkembangnya pengrajin manusia pertama. Beberapa proyek penelitian para arkeologi membuktikan bahwa limbah proto Yunani Kuno (400 SM) mengandung barang bekas atau vas pecah. Ini dapat dimaknai penggunaan kembali secara sistematis. Ide ini tersebar ke kelompok-kelompok manusia yang berbeda.

Sejarah *recycle* modern, dimulai pada abad ke-19, *recycle* berubah ke tahap berikutnya setelah adanya revolusi industri. Dalam waktu beberapa dekade, pabrik-pabrik tumbuh dengan sangat cepat dan populasi perkotaan tumbuh dengan lebih banyak sehingga ini menimbulkan permasalahan baru yaitu hasil sampingan produksi. Untuk meminimalisasi dampak yang lebih besar pada 1870 di Paris, dekret pemerintah untuk melarang menyimpan sampah di jalanan dan mewajibkan setiap pribadi atau usaha memiliki penyimpanan sampah.

Beberapa tahun kemudian, Eugène Poubelle, membuat orang-orang Paris menutupi penyimpanan sampah itu, dan memberikan namanya pada objek baru tempat sampah. Sementara itu, industri *recycle* menjadi lebih profesional. Penjual besi, tukang lap berbagai penjual jalanan berpatroli di jalan-jalan kota-kota Eropa menyeret gerobak untuk mengumpulkan bahan-bahan *recycle*. Pusat *recycle* pertama muncul dan para kolektor ini menyortir besi tua, gerabah atau wadah penyimpanan dari limbah lain, hanya meninggalkan bahan organik. Dan itu akan digunakan untuk membuat kompos. Selama awal abad ke-20, Eropa berperang, sehingga solusi *recycle* menjadi sangat penting. Setiap besi tua yang dikumpulkan menjadi bahan baku penting dan dilebur untuk dijadikan senjata atau kereta api. Selama bertahun-tahun, dengan kemunculan kendaraan bermotor pertama, pengumpulan sampah kembali diperbarui dan diintensifkan. Selama perang dunia kedua, masa krisis lain, *recycle* benda sehari-hari merupakan bagian yang semakin meningkat dari kehidupan sehari-hari manusia. Kain, kain bekas, sweater tua atau bahkan kancing dikumpulkan, digunakan kembali di rumah atau dijual kepada para profesional. Sistem yang cukup mendasar hingga tahun 1970-an, penyortiran profesional dan *recycle* tumbuh pesat lagi ketika orang menjadi sadar akan masalah lingkungan. Pemerintah dan industri secara bertahap menggarisbawahi pentingnya, dasar hukum pertama yang menetapkan pedoman untuk praktiknya mulai muncul, perusahaan *recycle* pertama didirikan dan sektor tersebut bergabung dengan era industri. Dan sejak itu, terus dipelajari dan ditingkatkan.

Recycle menghemat energi dan mengurangi penggunaan bahan baku. Sebagian besar penelitian telah menemukan bahwa men-*recycle* sampah kita lebih baik bagi lingkungan daripada membakar atau menimbunnya (Earth, 2018).

Alasan *recycle* itu penting:

1. *Recycle* menghemat bahan baku

Recycle mengurangi kebutuhan akan bahan baku seperti logam, hutan dan minyak sehingga mengurangi dampak kita terhadap lingkungan. Kita mengonsumsi bahan baku dalam jumlah yang semakin banyak. Mengekstraksi bahan baku adalah penyebab utama hilangnya habitat global.

2. Biaya *recycle* lebih sedikit

Biaya dari berbagai teknik pengelolaan limbah tunduk pada banyak variabel sehingga sulit untuk membedakan mereka dalam hal ekonomi murni. Namun, ketika membandingkan TPA, pembakaran dan *recycle*, *recycle* memiliki manfaat ekonomi yang cukup besar.

3. *Recycle* menghasilkan uang tunai

Setelah pengumpulan, *recycle* dipisahkan dan di fasilitas *recycle* bahan dan dikirim ke pengolah ulang seperti pabrik kertas, pabrik kaca atau pabrik pemrosesan ulang plastik di mana limbah diproses untuk digunakan dalam produk baru. Meskipun memerlukan biaya dari pemerintah setempat untuk mengumpulkan *recycle*, bahan-bahan tersebut menghasilkan pendapatan saat di-*recycle* dan dijual.

Dalam sebuah penelitian (Romli, Suprihatin, Said & Lestari, 2010) melakukan daur ulang terhadap air limbah industri polimer polipropilen yaitu dengan melakukan *recycle* terhadap air limbah dengan pengolahan yang relatif sederhana yaitu filtrasi yang tidak mempengaruhi pH dan konduktivitas. Hasil filtrasi bernilai ekonomis Rp. 350/kg sehingga mengurangi beban limbah padat ke lingkungan 14 kg/hari. Penelitian ini membuktikan bahwa *recycle* tersebut selain menguntugkan juga mengurangi limbah yang terproduksi.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan metode analitik dan survey lapangan. Sebelum mengolah data untuk mengetahui permasalahan yang ada pada proses produksi di CGS diperlukan data hasil produksi yang sudah pada proses *treatment* di CGS X dan data-data yang ada pada CGS X (Anonim, 2019, CGS Data). Dari data produksi akan diolah untuk mengetahui seberapa besar tingkat emulsi yang terjadi pada produksi di CGS X. Dari hasil emulsi yang ada dirancang suatu langkah untuk mengatasi emulsi yang terbentuk, melakukan *recycle (recycled)* adalah langkah yang tepat dan efisien untuk mengatasi permasalahan-permasalahan emulsi yang terjadi di CGS X, dengan mengirim kembali fluida ke *incoming fluid*, emulsi yang terbentuk akan di *recycle* melewati proses *injection point demulsifier* masuk ke *heat exchanger, gas boot, FWKO tank, wash tank* dan *shipping tank*. Semua hasil penyedotan pasir di tangki dikirim ke *slurry tank*. Pasir dan air terpisah pada *slurry tank*. Air pada *slurry tank* ini dialirkan ke *wash tank effluent*.

Metode ini sangat memberikan dampak baik terhadap pekerjaan proses pemisahan di CGS X, pembentukan emulsi di CGSX pada *wash tank effluent* yang menyebabkan seringnya dilakukan pekerjaan pembersihan tanki (pekerjaan resiko tinggi dan tidak normal) yang harus dilakukan setiap tiga bulan serta sisa emulsi dihisap dan dibuang ketempat penampungan, dengan melakukan itu setiap tiga bulan sekali tidak efisien, oleh karena dengan melakukan *recycle (recycle)* terhadap emulsi dapat melakukan pemulihan minyak secara bersamaan dan dapat mengurangi waktu pembersihan tanki, mengurangi pembuangan emulsi, mengurangi penanganan pembuangan limbah, mengurangi biaya dan meningkatkan kehandalan proses dengan peningkatan daya lama cuci tanki.

3.2 Alur Penelitian



3.3 Tempat Penelitian

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini penulis melakukan penelitian di PT Chevron Pacific Indonesia yang beralamat di Duri-Riau, dimana perusahaan ini merupakan oil company yang bergerak di bidang migas dan membawahi beberapa bisnis partner yang mengerjakan sumur-sumur ladang minyak negara dan sekalian melakukan produksi terhadap sumur-sumur tersebut yang di tamping dalam penampungan yang disebut dengan istilah gathering station (CGS).

3.4 Flow Proses *Emulsion Recycle*

Dalam proses *treatment* fluida produksi untuk dilakukan recycle (*recycled*) proses ada beberapa tahapan yang di lalui adalah emulsi yang ada di wash tank effluent dipompakan ke *production fluid heat exchanger*, kemudian emulsi bergabung menyatu dengan production fluid dari sumur masuk ke *Gas Boot*, disini terjadi pemisahan fluida dengan gas, kemudian dikirim ke *Free Water Knock Out* (FWKO) yang berfungsi untuk memisahkan air dari emulsi dan berada dalam batas temperature antara 185° – 200°. Ada tiga fase dalam FWKO (Emulsi-air-minyak yang relatif ringan (20-40% BS&W) akan mengapung ke atas, pasir & sediment akan mengendap di dasar air). Pemisahan dari ketiga unsur diatas terjadi karena adanya perbedaan berat jenis (*density*).

Air yang terpisah dari FWKO selanjutnya menuju *water leg* dan terus menuju ke pipa *header* yang selanjutnya diteruskan ke fasilitas *Water Treating Plant* dan lapisan minyak yang telah terbentuk dengan BS&W sekitar 20-40% mengalir ke *weir box* dan selanjutnya ke *wash tank* untuk waktu tinggal yang lebih lama yang memungkinkan proses seperasi lebih lanjut.

Untuk menentukan jumlah minyak yang di-*recycle*:

$$V_{fluid} = t \times Q \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

- V = *Volume* fluida, bbl
- t = Lama Pemompaan, menit
- Q = Laju Alir Pompa (bbl/menit)

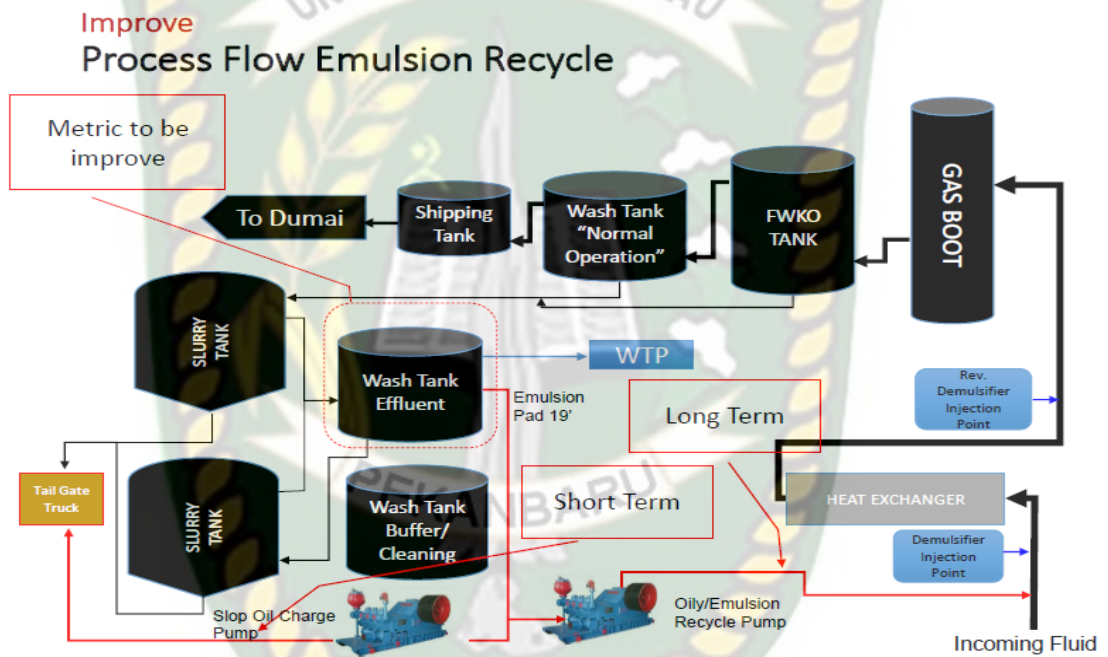
$$V_{oil\ recycle} = Oil\ Cut\ (\%) \times (bbls) \dots\dots\dots 2$$

Menghitung jumlah limbah sebelum dan sesudah *recycle*:

$$Hauling\ before\ (m^3) = \text{Rata-rata jumlah 12 bulan sebelum } recycle \dots\dots\dots 3$$

$$Hauling\ after\ (m^3) = \text{Jumah limbah setelah } recycle \dots\dots\dots 4$$

$$\text{Hasil optimasi}(m^3) = Hauling\ before - Hauling\ after \dots\dots\dots 5$$



Gambar 3.1 Flow proses *emulsion recycle* CGS X
(Sumber: CGS, 2019)

3.5 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah terdapat pada tabel 3.1.

No	Uraian Kegiatan	September				Oktober				November			
		Minggu ke											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur	■											
2	Pengajuan proposal TA												
3	Berkunjung ke PT CPI		■	■									
4	Pengumpulan data dan verifikasi			■									
5	BAB I				■								
6	BAB II					■							
7	BAB III						■						
8	BAB IV							■	■				
9	Kesimpulan									■			
10	Bimbingan dan Revisi										■	■	■
11	Selesai												■

Tabel 3.1 Perencanaan jadwal penelitian

3.6 Studi Lapangan

3.6.1 Historikal Lapangan X

Lapangan minyak X terletak di Provinsi Riau kurang lebih 120 km ke utara kota Pekanbaru dan 5 km ke arah selatan kota Dumai. Lapangan minyak X berbentuk memanjang dari arah utara ke selatan agak simetris dengan lebar kira-kira 8 km dan panjang sekitar 18 km.

Lapangan ini ditemukan pada tahun 1941 dengan luas 34.730 hektar dan mulai beroperasi pada tahun 1985. Minyak ditemukan pada kedalaman antara 300 – 700 ft ketika sumur X # 1 dibor pada tahun 1941 dari total cadangan minyak yang ada di Lapangan X, hanya 7.5 % saja yang dapat diproduksi pada tahap pengurasan primer.

Produksi minyak X mengalami hambatan karena sifat- sifat fisik antara lain pada kondisi awal temperatur mempunyai densitas 22,4 °API, dan viskositas 118 cp, karena minyak X bersifat kental (*heavy oil*) maka kini eksploitasinya diusahakan dengan

menggunakan sistem injeksi uap, sehingga lapangan ini disebut dengan *X Steam Flood*.

X field memiliki perangkat antiklin dengan 5.7 miliar barrel *Original Oil in Place* (OOIP), produksi kumulatif 1.9 miliar barrel *oil* dengan cadangan 1.3 miliar barrel *oil*. *X Steam Flood* terdiri dari 2 reservoir produksi utama yaitu Pertama / Kedua dan Rindu, serta memiliki 1-unit sekunder yaitu Baji/ Jaga/ Dalam. *X Steam Flood* memproduksi diatas 100.000 BOPD dengan sekitar 6600 sumur. Besar *Specific Gravity oil* berkisar antara 18-22 °API, minimal gas, melalui mekanisme *Gravity Drainage* untuk mencapai fasa *break through* pada sumur produksinya.



Gambar 3.2 Peta Lapangan X (CPI, 2019)

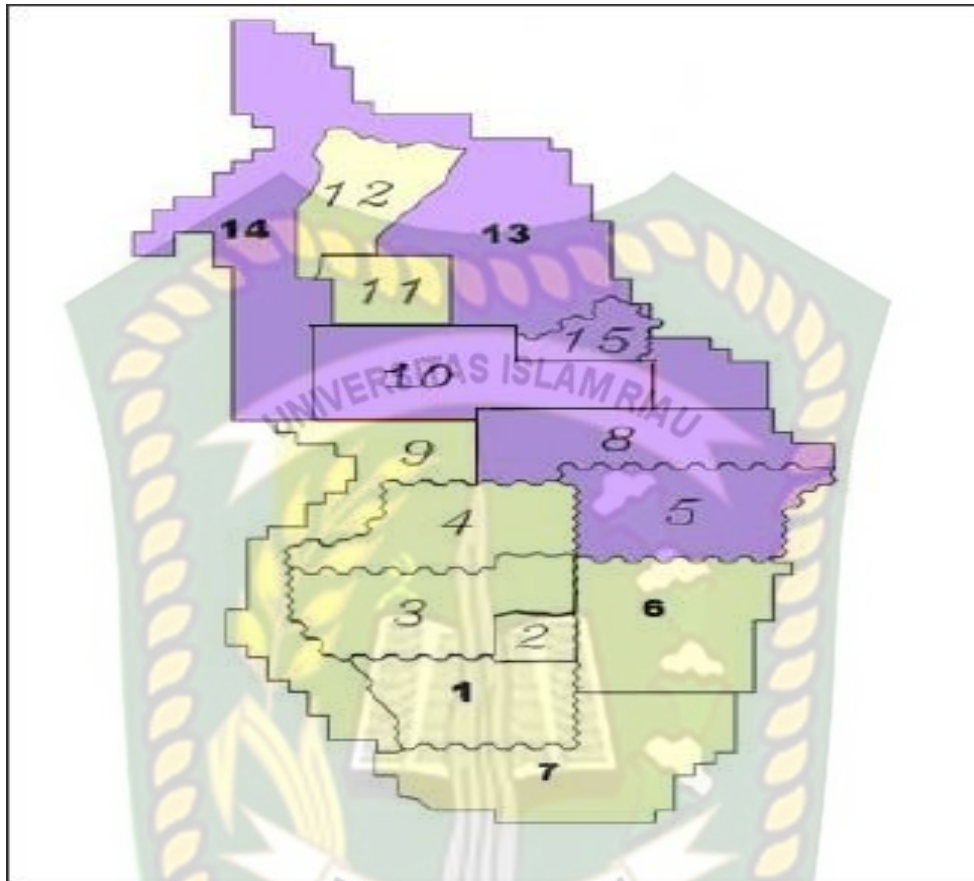
Sebelum mencapai fasa *break through* terlebih dahulu terjadi fasa *steam chest* dimana panas sudah menyebar rata diatas *heavy oil*. Hal tersebut dapat mengurangi *Initial Oil Saturation*, yang diperkirakan 9 %. Uap yang diinjeksikan pada saat ini lebih kurang 1.04 MMBSPD.

3.6.2 Pembagian Area

Pembagian proyek X *steam flood* dibagi menjadi 15 area pengembangan. Pengembangan 15 area secara bertahap merupakan hasil studi pengembangan lapangan X yang dilakukan pada tahun 1980. Sampai saat ini injeksi uap masih dilakukan di semua area yang ada pada X *Field*, yaitu Area 2 – 13. Sedangkan Area-1 sudah dihentikan untuk program steam flood. Pada gambar 2.2, menunjukkan peta lokasi setiap area dan rencana pengembangan area.

Area 3, 4, X, dan Y dikerjakan dengan *pattern 7 spot inverted* yang memiliki luas area 11.625 hektar. Area 6, 7, 8, 9, 10, dan 11 menggunakan *pattern 9 spot inverted* dengan luas area 15.5 hektar. Tipe kompleksi yang digunakan bervariasi seperti perforasi *case hole completion* tetapi sebagian besar produksi diselesaikan dengan *open hole gravel packs completion*.

Injection completion dilakukan dengan menyelesaikan 50% *well* dengan *comingle packer completion* dan 50% lagi diselesaikan dengan *slim hole injector*. Puncak produksi pada April 1995 mencapai hasil 296 MBOPD dengan 1200 MBSPD steam injection dari 7 area. Pada November 2004 X *field* telah memproduksi 212.5 MBOPD dengan 1.035 MBSPD *steam injection, recovery factor 39 %*.



Gambar 3.3 Peta Pembagian Area Lapangan X (CPI, 2019)

3.6.3 Struktur Geologi

Struktur geologi dari lapangan X adalah sebuah antiklin berarah Utara Selatan dengan panjang 18 km dan lebar 8 km dengan relief puncak struktur reservoir kira-kira 300 kaki. Reservoir produktif utama terdapat pada kedalaman 300 ft sampai 700 ft. Sisi timur lapangan umumnya homoklin dengan kemiringan 3 sampai 5 derajat, sedangkan sisi tengah sampai barat kemiringannya menjadi naik dan rumit, terdapat patahan.

3.6.4 Karakteristik Reservoir

Sesar geser mendatar “Sebanga *Fault*” membatasi struktur X sepanjang sisi barat. Sesar-sesar lapangan minyak X mempunyai kemiringan yang curam (65 derajat sampai vertikal) dengan pergeseran semu dari 10 sampai 100 ft. lapangan minyak X merupakan struktur

antiklin yang hampir simetris, membentang dari arah utara keselatan sepanjang 18 km dengan lebar 8 km. Patahan-patahan dengan arah Timur Laut – Barat Daya terdapat dibagian Utara, dan yang berarah Utara – Selatan dibagian selatan daerah lapangan minyak X ini.

Reservoir minyak ditemukan pada lapisan-lapian batu pasir berumur “*Early Miocene*” pada kedalaman 300 sampai 700 ft, yaitu formasi-formasi X dan Bekasap dimana satu dengan yang lain dipisahkan dengan lapisan *shale* yang hampir menerus. Lapisan-lapisan batu pasir dari kedua formasi ini dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok besar.

Kelompok paling atas adalah Rindu, pertama dan kedua yang merupakan kelompok terpenting karena mengandung sekitar dua pertiga dari seluruh cadangan minyak dilapangan minyak X. Kelompok yang paling bawah adalah kelompok Baji, Jaga dan Dalam yang penyebarannya hanya terdapat dibagian Selatan struktur X saja.

Ketebalan rata-rata dari gabungan seluruh lapisan anggota formasi X dan Bekasap adalah 140 feet. Jebakan gas (*Gas Cap*) ditemui pada lapisan-lapisan Rindu dan Pertama dibeberapa daerah lapangan minyak Gibran. Batas air-minyak (*Oil Water Contact*) pada lapisan-lapisan utama, pertama dan kedua mempunyaielevasi yang berlainan pada daerah yang berbeda. Data-data tentang sifat fisik batuan reservoir diperoleh dari analisa terhadap sejumlah 2200 sampel batuan yang diambil secara konvensional pada waktu pemboran dan waktu *logging*. Sebagian besar dari jumlah data tersebut berasal dari lapisan pertama dan kedua.

Berdasarkan sifat-sifat lapisan X serta jenis minyak yang terkandung, maka pendesakan uap untuk menaikkan perolehan minyak dilapangan minyak X adalah sangat ideal karena reservoirnya tebal dan dangkal, jenis minyaknya berat dan kental dengan tekanan renda

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menentukan berapa besar kumulatif minyak yang diperoleh setelah dilakukannya metode *recycle* untuk menanggulangi emulsi yang terbentuk, menentukan jumlah limbah yang terbentuk dari proses pemisahan dan membandingkan dengan sebelumnya proses *recycle* serta durasi penggunaan tanki untuk dilakukan pembersihan sebelum dan sesudah *recycle*.

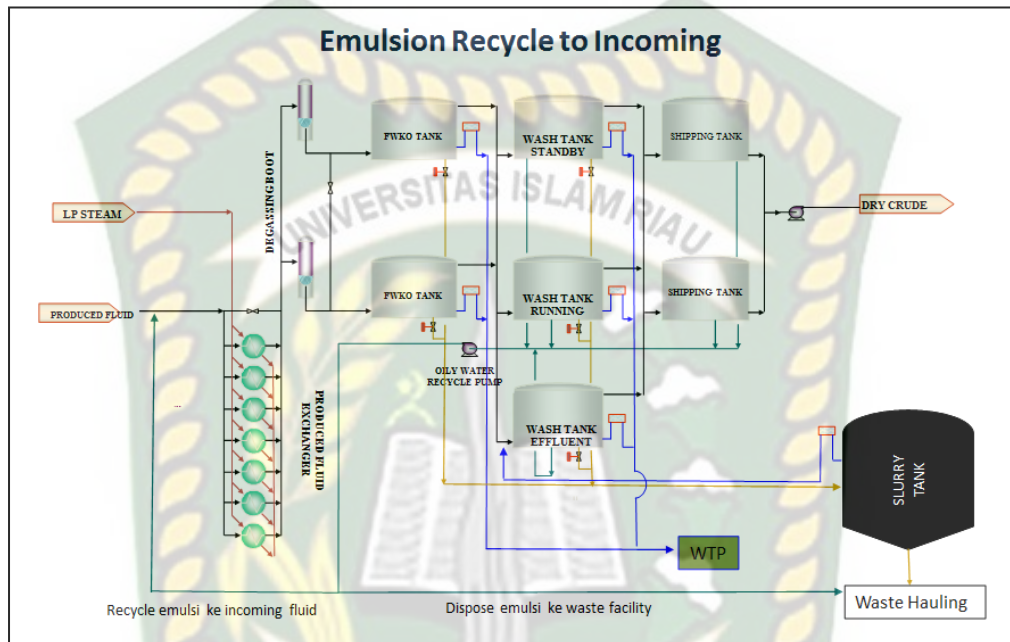
1.1 Data Emulsi *Recycle* CGS X

Data emulsi CGS X diperoleh dari produksi fluida yang terjadi di CGS X lapangan X tahun 2019, data ini diambil berdasarkan lama waktu pemompaan emulsi ke Incoming HEX, durasi pemompaan ini menentukan volume emulsi yang kita *recycled* setiap harinya, selama pemompaan diambil sampel untuk mengetahui kandungan emulsi, *water*, *sand* dan *oil*. Data ini dapat dilihat pada Lampiran. Dari data ini terlihat bahwa saat kita melakukan *recycle* ini terlihat masih ada kandungan *oil* di dalam emulsi sehingga tidak efisien jika emulsi ini di-*dispose*.

4.2 Penentuan *Oil Recovery* Sesudah Proses *Recycle*

Sebelum dilakukan proses *recycle*, Proses yang terjadi adalah air yang terdapat pada *slurry tank*, melalui *waterleg* di alirkan ke *wash tank effluent* untuk dilakukan pemisahan dan proses ini berlangsung terus menerus sehingga jumlah *space* air didalam tanki berkurang dan emulsi semakin tebal serta kualitas dari air semakin berkurang dan pada proses ini tidak ada penambahan *oil recovery* yang terjadi, dengan penumpukan ini menyebabkan tanki harus selalu dikuras selama tiga bulan sekali dan bila tidak dikuras terjadi penumpukan emulsi yang nantinya berdampak buruk terhadap peralatan. Untuk itu agar kualitas air pada *wash tank effluent* tetap terjaga maka lapisan emulsi di *wash tank* melalui *emulsion pad* dikembalikan ke proses awal atau di-*recycle* dengan melakukan *treatment* ulang yang dipompakan ke *heat exchange* dan secara tidak langsung emulsi akan kontak

juga dengan *chemical*. Untuk proses dari pada metode *recycle* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Flow Proses Emulsi Recycle to Incoming CGS X (CGS, 2019)

Pada proses gambar 4.1 fluida dan emulsi dihisap dengan *recycle pump* dari *wash tank effluent* dipompakan kembali ke *heat exchanger* sebagai *fluid incoming* untuk dipanaskan sebagai proses pengurangan kadar air tetapi sebelum masuk ke *heat exchanger* emulsi juga akan terinjeksi *chemical (demulsifier)* yang berfungsi sebagai pemecah emulsi, kemudian masuk ke *gas boot*, minyak akan masuk ke *FWKO tank* untuk proses *settling*, selanjutnya masuk ke *wash tank running* dan minyak yang terpisahkan hasil dari *recycle* sebagai *recovery* tambahan dikirim ke *shipping tank* serta air yang terpisahkan masuk ke *WTP* dan dengan dilakukannya *recycle* ini, di *wash tank effluent* tidak terjadi lagi penumpukan limbah dan umur tanki menjadi lebih lama hal ini disebabkan karena berkurangnya penumpukan emulsi di *wash tank* menyebabkan ketebalan batas dari pada emulsi yang sebagai acuan dari pada waktu pembersihan lama tercapai, ini yang menyebabkan umur pemakaian dari pada tanki sebelum dibersihkan lebih lama, (Earth, 2018).

Untuk lebih jelasnya gimana menentukan kumulatif minyak pada proses dilakukannya *recycle* adalah sebagai berikut:

Untuk menentukan kumulatif fluida / oil pada proses *recycle* dihitung dengan penyelesaian dibawah ini:

Tanggal 9 April 2019

1. Durasi pemompaan 30 menit dengan *oil cut* sebesar 10%

$$V = 30 \text{ menit} \times 2.22 \text{ bbl/menit}$$

$$V = 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 10\% \times 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 6.67 \text{ bbls}$$

2. Durasi pemompaan 60 menit dengan *oilcut* sebesar 20,5%

$$V = 60 \text{ menit} \times 2.22 \text{ bbl/menit}$$

$$V = 133.36 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 20.5\% \times 133.36 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 27.34 \text{ bbls}$$

$$\text{Total recovery fluida sebesar } 66.68 \text{ bbls} + 133.36 \text{ bbls} = 200.03 \text{ bbls}$$

$$\text{Total recovery oil sebesar } 6.67 \text{ bbls} + 27.34 \text{ bbls} = 34.01 \text{ bbls}$$

Tanggal 10 April 2019

1. Durasi pemompaan 30 menit dengan *oilcut* sebesar 23,5

$$V = 30 \text{ menit} \times 2.22 \text{ bbl/menit}$$

$$V = 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 23.5\% \times 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 15.67 \text{ bbls}$$

2. Durasi pemompaan 30 menit dengan *oilcut* sebesar 28,5

$$V = 30 \text{ menit} \times 2.22 \text{ bbl/menit}$$

$$V = 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 28.5\% \times 66.68 \text{ bbls}$$

$$V_{\text{oil recycle}} = 19 \text{ bbls}$$

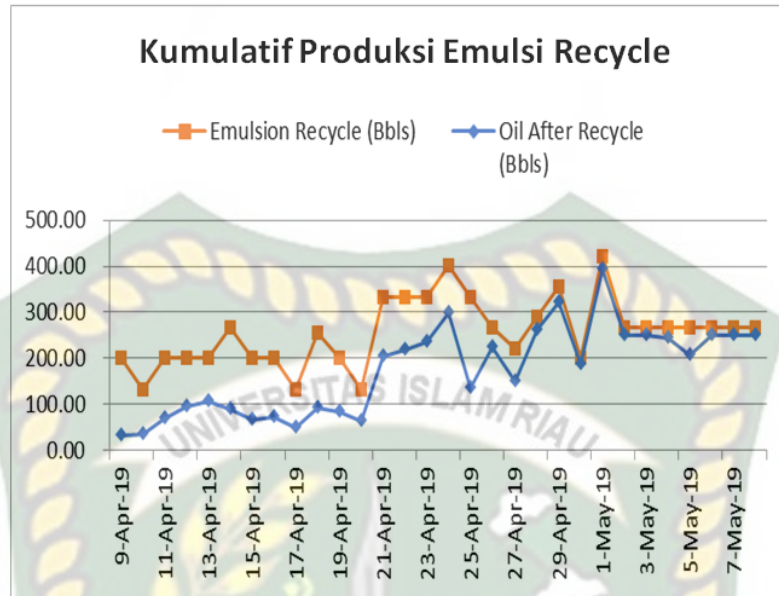
$$\text{Total recovery fluida sebesar } 66.68 \text{ bbls} + 66.68 \text{ bbls} = 133.36 \text{ bbls}$$

$$\text{Total recovery oil sebesar } 15.67 \text{ bbl} + 19 \text{ bbl} = 34.67 \text{ bbl}$$

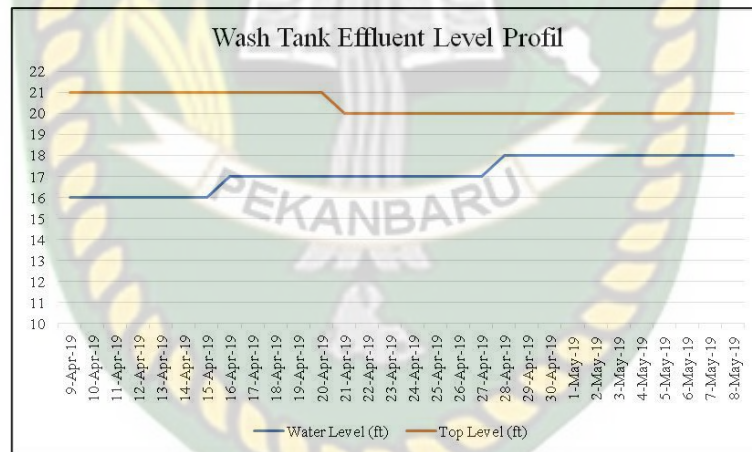
Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data produksi emulsi dan minyak hasil *recycle*(CGS, 2019)

No	Tanggal	<i>Emulsion Recycle</i> (Bbls)	<i>Oil Recycle</i> (Bbls)
1	9-Apr-19	200.03	34.01
2	10-Apr-19	133.36	34.67
3	11-Apr-19	200.03	71.01
4	12-Apr-19	200.03	97.08
5	13-Apr-19	200.03	107.15
6	14-Apr-19	266.71	89.48
7	15-Apr-19	200.03	66.68
8	16-Apr-19	200.03	73.35
9	17-Apr-19	133.36	50.01
10	18-Apr-19	255.60	92.24
11	19-Apr-19	200.03	83.35
12	20-Apr-19	133.36	63.34
13	21-Apr-19	333.39	205.37
14	22-Apr-19	333.39	218.70
15	23-Apr-19	333.39	234.71
16	24-Apr-19	400.07	298.05
17	25-Apr-19	333.39	136.69
18	26-Apr-19	266.71	224.70
19	27-Apr-19	222.26	150.25
20	28-Apr-19	288.94	262.27
21	29-Apr-19	355.62	320.50
22	30-Apr-19	200.03	187.36
23	1-May-19	422.29	392.73
24	2-May-19	266.71	251.11
25	3-May-19	266.71	250.71
26	4-May-19	266.71	245.37
27	5-May-19	266.71	208.03
28	6-May-19	266.71	250.04
29	7-May-19	266.71	251.38
30	8-May-19	266.71	250.71
Total		7,679.07	5201.05



Grafik 4.1 Kumulatif produksi emulsi *recycle* (CGS, 2019)



Grafik 4.2 Wash tank level profil (CGS, 2019)

Dari table diatas dapat dilihat kumulatif fluida pada saat dilakukan proses *recycle* adalah sebesar 7679.07 bbls selama satu bulan dan produksi minyak dalam grafik dapat dilihat kumulatif *oil recovery* sampai tanggal 8 Mei 2019 sebesar 5201.05 bbls, hal ini disebabkan karena pemisahan yang terjadi dengan baik dan emulsi yang terjadi dapat ditanggulangi dengan baik, dapat terlihat dari grafik 4.2 ketebalan emulsi di wash tank effluent berkurang dari 5 ft ke 2 ft. Dengan adanya *recovery oil* berarti kita mengambil dahulu minyak yang masih terkandung di dalam

emulsi, dimana sebelumnya emulsi langsung dibuang sehingga kita mendapat nilai lebih dari hal ini.

4.3 Perbandingan Total Limbah Sebelum Dan Sesudah Proses *Recycle*

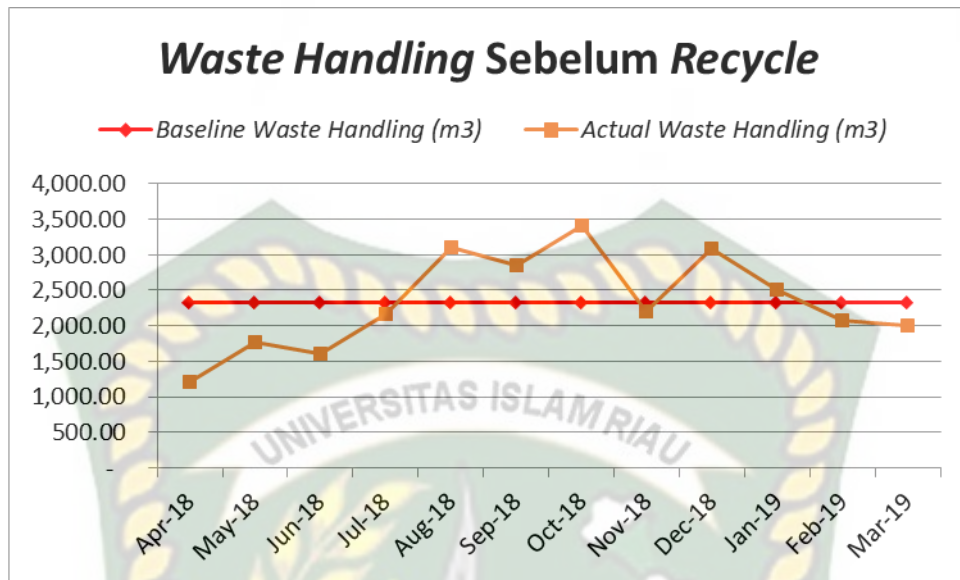
Selama proses pemisahan yang terjadi di di *wash tank effluent*, sebelum dilakukannya *recycle*, fluida yang di alirkan dari *waterleg* ke *wash tank effluent* emulsi yang terbentuk selama 3 bulan setinggi 6 feet, dimana 1 feet tinggi dari pada *wash tank* sebanyak 2737 bbls, selama 3 bulan emulsi yang tertumpuk di *wash tank effluents* ebanyak 2737 bbls x 6 feet = 16422 bbls. Dengan dilakukannya *recycle* banyak nya emulsi yang terbentuk dapat di turunkan sebanyak 50 % s.d 53 %. Untuk melihat perbedaan nya dapat dilakukan perbandingan total limbah yang terbentuk pada saat sebelum dan sesudah dilakukannya *recycle*.

Tabel 4.3 Limbah selama 12 bulan sebelum proses *recycle* (CGS, 2019)

Waste Hauling sebelum recycle emulsi

<i>Month</i>	<i>Actual Waste Handling (m3)</i>	<i>Baseline Waste Handling (m3)</i>
Apr-18	1,205.78	2,333.56
May-18	1,771.27	2,333.56
Jun-18	1,614.62	2,333.56
Jul-18	2,164.34	2,333.56
Aug-18	3,098.26	2,333.56
Sep-18	2,859.46	2,333.56
Oct-18	3,415.33	2,333.56
Nov-18	2,208.20	2,333.56
Dec-18	3,082.34	2,333.56
Jan-19	2,506.18	2,333.56
Feb-19	2,076.60	2,333.56
Mar-19	2,000.30	2,333.56
<i>Average</i>	<i>2,333.56</i>	<i>2,333.56</i>

Dari 12 bulan *waste handling* ini kita mengambil sebagai *baseline* keberhasilan pengurangan *waste handline* dengan mengambil rata-rata selama 12 bulan sebelum *recycle* yaitu 2,333.56 m3.

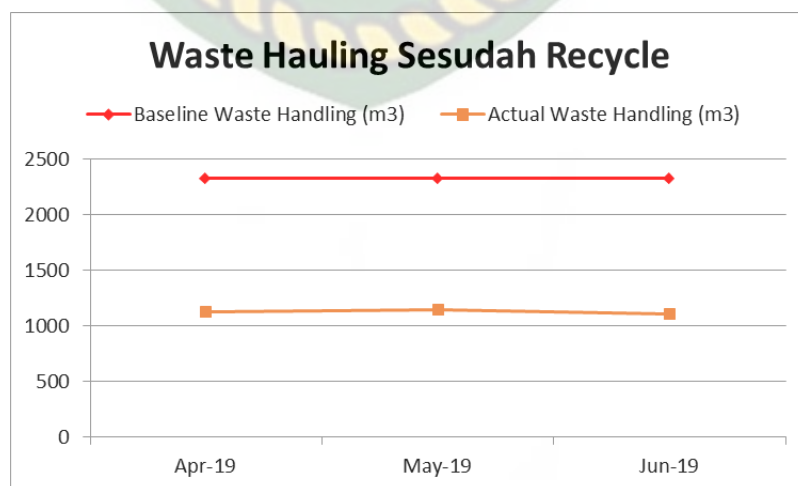


Grafik 4.3 Total limbah yang terbentuk sebelum *recycle* (CGS, 2019)

Dari grafik 4.2 dapat dilihat sebelum dilakukannya *recycle* terbentuknya limbah sudah melebihi *baseline* yang kita tetapkan. Total limbah yang terbentuk yaitu di bulan juli 2018 sampai dengan bulan januari 2019, hal ini menunjukkan limbah yang terbentuk tidak pada normalnya.

Total limbah selama tiga bulan setelah proses *recycle*:

1. Bulan April 2019 sebesar = 1,125.23 bbls
2. Bulan Mei 2019 sebesar = 1,144.2bbls
3. Bulan Juni 2019 sebesar = 1,105.74 bbls



Grafik 4.4 Total limbah yang terbentuk sesudah *recycle* (CGS, 2019)

Dari grafik 4.3 dapat dilihat sesudah dilakukannya *recycle* terbentuknya limbah dapat di-*reduce* sebanyak 50% s.d 53% dan total limbah masih jauh berada dibawah ambang batas total limbah yang yang telah ditetapkan, hal ini menunjukkan metode *recycle* baik digunakan untuk menanggulangi emulsi yang terbentuk di *wash tank effluent*, (Earth, 2018). Dengan melakukan *recycle* ini mengurangi emulsi yang langsung dibuang karena melakukan pemerasan kembali pada emulsi yang masih mengandung minyak sehingga emulsi yang biasa menjadi limbah sebagian diperas terlebih dahulu minyaknya.

4.4 Perbandingan Durasi Waktu Pembersihan Tanki Sebelum Dan Sesudah Proses *Recycle*

Tabel 4.4 Data durasi waktu penggunaan tanki sebelum dan sesudah *recycle* (CGS, 2019)

<i>Wash Tak</i>	<i>Event</i>	Mulai Operasi/Tanggal Program	Waktu operasi (hari)	<i>Remark</i>
C	Mulai Operasi sebagai <i>Effluent Wash Tank</i>	12-Jan-18	79	Sebelum Proses <i>Recycle</i>
A	Mulai Operasi sebagai <i>Effluent Wash Tank</i>	1-Apr-18	220	WT A Bertahan 7 bulan karena Emulsi dialirkan ke WT C, Emulsi > 10 feet (Sebelum Proses <i>Recycle</i>)
C	Mulai Operasi sebagai <i>Effluent Wash Tank</i>	7-Nov-18	80	Sebelum Proses <i>Recycle</i>
C		26-Jan-19	73	langsung di- <i>dispose</i> (Sebelum Proses <i>Recycle</i>)
C		9-Apr-19	205	masih running sampai sekarang (31 oktober 2019) Sesudah Proses <i>Recycle</i>

Dari tabel diatas dapat dilihat sebelum dilakukannya proses *recycle* wash tank C mulai operasi pada jan 2018 selama 79 hari sudah dilakukan pembersihan terhadap tanki, wash tank C mulai operasi pada 7 November 2018 selama 80 hari sudah dilakukan pembersihan terhadap tangki. Dan pada saat diberlakukannya *recycle* untuk penanggulangan emulsi di *wash tank effluent* yang di mulai operai pada tanggal 9 April 2019 sampa sekarang (31 Oktober 2019) telah selama 205 hari belum dilakukan pembersihan terhadap tanki.

Perbandingan durasi permbersihan tanki sesudah *recycle* terhadap sebelum *recycle* adalah 150% atau lebih, lebih lama dari waktu pembersihan tanki sebelum *recycle*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh *emulsion recycle* sebesar 7,679.07 bbls selama satu bulan dan *oil recovery* sebesar 5,201.05 bbls selama satu bulan.
2. Perbandingan total limbah yang terbentuk sesudah *recycle* dapat di turunkan sebesar 50 % s.d 53 % dari total limbah yang terbentuk sebelum proses *recycle*.
3. Durasi penggunaan tanki sebelum proses *recycle* selama 3 bulan dan durasi penggunaan tanki setelah proses *recycle* sebesar > 7 bulan.
4. Dengan melakukan *recycle* fluida di effluent wash tank dapat mengurangi emulsi yang terbentuk dari ketebalan 5 ft menjadi 2 ft. Tingkat keberhasilan penanggulagi emulsi di CGS X tercapai, dimana hal ini terlihat pada pengurangan ketebalan dari pada emulsi yang terdapat pada grafik 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4

5.2 Saran

Saran kepada peneliti selanjutnya dapat membahas analisis proses *emulsion recycle* pada CGS X Lapangan X dengan menentukan nilai keekonomisan antara *oil recovery* yang didapat dan pengurangan jumlah *waste handling*.

DAFTAR PUSTAKA

- ABB. (2011). 2600T Series Pressure Transmitter Engineered Solutions for all applications. *OI/266/HART-EN Rev.F*.
- Abbasy, I. (2001). Field Testing Coriolis Mass Flowmeter in Central Ghawar. *SPE 71478*.
- Abdel-Raouf, M. E.-S. (2012). *Crude Oil Emulsions : Composition Stability and Charecterization*. Croatia: Vana Persen.
- Abdurrahman, H. Y. (007). Chemical Demulsification of Water-In-Crude Oil Emulsion. *Journal of Applied Sciences*.
- Al-Kadem, S. M., Al-Khelaiwi, F. T., Al Mashhad, A. S., & Al Dabbous, M. S. (2015). A Decade Experience with MPFM in Northern Field of Saudi Aramco. *SPE-172634-MS*, 2.
- Al-Mubarak, A. M. (1997). A New Method in Calculating Water Cut and Oil and Water Volume Using Coriolis Meter. *SPE 38786*, 377.
- Al-Mutairi, A. R., Khuzzan, S. H., Helal, R., & Raman, B. (2011). Enhancing Well Testing Performance by Installing a Reliable Water Cut Meter Along With Coriolis Flowmeter. *SPE 149117*, 4.
- Al-Saqabi, M., Kahali, K., & Al-Kandari, I. M. (2004). Evaluations of Coriolis Meter and Gas Flow Computers for Well Testing. *Kuwait Oil Company SPE 88473*, 3.
- Al-Taweel, A. B., Barlow, S. G., & Aggour, M. A. (1997). Development and Testing of Multiphase Metering Unit Utilizing Coriolis Meters. *SPE 38785*, 365.
- Amadi, A. S. (2010). Demulsifier for Simulated. *Eng and Tech Journal*, Vol. 28 (1): 54-64.
- Anonim. (2012). *Production Operation Modul 6B*. PT Chevron Pacific Indonesia.
- ASTM C 618. (2001). Standard Specification for coal ash and raw or calcinated natural pozzolan for use as a mineral admixture in concrete. *Annual Book ASTM Standard*, 310-313.
- Becher, P. (1957). *Emulsion Theory and Practice, Second Edition*. New York: Reinhold Publishing Co.
- Clayton, W. (1981). *Theory of Emulsion and Emulsification*. London: J&A Churchill.
- Damayanti, R., Santosa, P., & Santoso, B. (2015). Penentuan Ukuran Control Valve Pada Unit Pengolahan Air Bebas Mineral Iradiator GAMMA PRFN. *PRFN-BATAN*, 11.
- Dembovska, L., Bajare, D., Pundiene, I., & Vitola, L. (2017). Effect of Pozzolanic Additives on the Strength Development of High Performance Concrete. *Procedia Engineering*, 202-210.
- Devold, H. (2006). *Oil and Gas Production Handbook*. Oslo: ABB.
- Dutton, R. E., & Louisville. (2001). Correction Of Coriolis Flowmeter Measurements Due To Multiphase FLOws. *United States Patent*, 8.

- Earth, F. o. (2018). Recycling Why it's important and how to do it. *recycling*.
- Emerson. (2017). Micromotion Advanced Phase Measurement. In A. Manual, *Micromotion Advanced Phase Measurement* (pp. 33-34).
- Ervianto, M., Saleh, F., & Prayuda, H. (2016). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Zat Additi (Bestmittel). *SINERGI*.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2007). *Pengantar Six Sigma*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Fingas, M. H. (2003). *The Phsic & Chemistry of Emulsion*. Washington DC: Marine Spill Response Corporation.
- Forero, J. E., Ortiz, O. P., Narino, F. A., Diaz, J., & Pena, H. (2008). Design and Development of a High Efficiency Tank for Crude Oil Dehydration. *CT&F*.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia.
- Gatlin, C. (1960). *Petroleum Engineering Drilling and Well Completion*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Grace, R. (1992). *Commercial Emulsion Breaking*. Washington DC: American Chemical Society .
- Groote, M. D. (1938). *Chemical Demulsifying of Crude Petroleum*. New York: Oxford University.
- Guirguis, S., & Chun, S. F. (2009). Modeling Of Coriolis Mass Flow Meter Of General Plane-Shape Pipe. *SPE*, 1.
- Gysling, D. L., & Loose, D. H. (2005). Using SONAR Based-Gas Volume Fraction Meter for Improved Net Oil Rate Measurement. *CiDRA Corporation*.
- Haidi, J. (2015). Pengaruh Perhitungan FLOW Gas Terhadap Perubahan Suhu Gas Alam Dengan Alat Ukur Orifice Meter. *Jurnal Amplifier*, 59.
- Henry, Manus; Tombs, Michael; Zhou, Feibiaou; Zamora, Mayela;. (2011). New Applications for Coriolis Meter based Multiphase Flow Metering in the Oil and Gas Industries. *The 10th International Symposium Of Measurement Technology And Intelligent Instruments*, 5.
- HK, A.-A., M, A., & MA, F. (2015). *Petroleum and gas field processing (2nd edn)*. Florida: CRC Press.
- I. Presvost, A. (1997). *US Patent No. Patent No. 5 643 469*.
- Iskandar, Z. (2003). *Diktat Kuliah Proses Pengolahan Lapangan Fakultas Teknik Jurusan Teknin Perminyakan*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- J. Trapy, C. (n.d.). *French Patent No. EN01/06217*.
- J.D, U. (2012). Chemical Treatment of Emulsion Problem in Crude Oil Production. *PGE*.
- Joseph, A., Obong, B., & Ajienka, J. A. (2017). The Impact of Crude Oil Emulsion on Horizontal Separator Efficiency. *SPE-189081-MS*.
- Kemdikbud. (2013). *Teknik Produksi Migas Semester 4*. Jakarta: Kemdikbud.
- Kemendikbud. (2013). *Teknik Produksi Migas Semester 3*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan .

- Kokal, S. (2000). *Crude Oil Emulsions, Petroleum Engineering Handbook: Vol. 1 ChXer 12*. Texas: SPE.
- Krogstiea, L., & Martinsena, K. (2013). Beyond Lean and Six Sigma: Cross-Collaborative Improvement of Tolerances and Process Variations - A Case Study. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems*.
- Kurniawan, W., Padil, & Fermi, M. I. (2017). Pengaruh Konsentrasi dan Jumlah Injeksi Chemical Reverse Demulsifier Pada Proses Pemecahan Emulsi. *Jurusan Teknik Kimia*.
- Lansing, J. (2003). Principle Of Operation For Ultrasonic Gas Flow Meters. *Daniel Measurement and Control, Inc.*, 50.
- Liu, K. T., & Kouba, G. E. (1994). Coriolis Based Net Oil Computers Gain Acceptance at The Wellhead. *Oil & Gas Jurnal*.
- M., B., & Gonzales, F. A. (1978). Coriolis Mass Flow Rate Metering Means. *United States Patent*.
- Manning, F., & Richard, E. (1995). *Oilfield Processing Volume Two: Crude Oil*. Oklahoma: Penn Well Books.
- Marshall, C., & MacGillivray, A. (2016). Characterising Coriolis Meters for Use in 3-Phase Flow in Marginal Field. *OTC-26594-MS*, 4.
- Mu'in, R. (2010). Upaya Memperpanjang Pemakaian Minyak Bumi. *Jurnal Teknik Kimia Vol.17*, 9.
- Mulyadi, A. (2007). *Oil Treating Plant Manual 3*. Duri: CHR Training Centre.
- Muskat, M. (1946). *The Flow Homogeneous Fluid Through Porous Media. First Edition, Chief of Physic Division Gulf Research and Development Company*. McGraw-Hill Book Company.
- Musnal, A. (2011). Perhitungan Laju Alir Minyak Setiap Lapisan pada Sumur Commingle. *Jurnal Sainitis Volume 12 No.1*, 28.
- Novrianti. (2017). Studi Laboratorium Pengaruh Nanocomposite Nanosilika dan Arang Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Temperatur Pemanasan Terhadap Free Water dan Kekuatan Semen Pemboran. *JEEE*.
- Nuwidianan, & Aman, M. (2009). *Evaluasi Hasil Implementasi Lean Six Sigma Berdasarkan Nilai COPQ Menggunakan Pendekatan FMEA*. Retrieved August 13, 2017, from <http://maman6366.files.wordpress.com/2009/05/evaluasi-hasil-implementasi-lean-six-sigma-berdasarkan-nilai-copq-menggunakan-pendekatan-fmea.doc>.
- O. Urdahl, N., Wayth, H., & T.J Wiliam, A. (2001). *Encyclopedic Handbook of Emulsion Technology*. J. Sjoblom.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. New York: Productivity Press.
- Rajendran, A. (2018). Novel Application of Coriolis Meters in Custody Transfer Applications. *SPE-192631-MS*.
- Redman, A. (2010, October 28). *Emulsion Basics*. Retrieved from <http://pavementpreservation.org>: <http://www.pavementpreservation.org/wp-content/upload/presentations/adamredmanEmulsion>

- Rita, N., & Hadi, R. G. (2017). Evaluasi Efisiensi Proses Crude Oil Dehydration Di CGS 5 Lapangan X. *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan*.
- Romli, A., & HMN, S. (2015). Pemanfaatan Fly ash (Abu batu bara) yang Diaktifkan Untuk Komposisi Semen Portland Pozzolan. *PROSIDING SNIJA*.
- Romli, M., Suprihatin, Said, A., & Lestari, A. B. (2010). Potensi Daur Ulang Air Limbah Industri Polimer Polipropilen. *Jurnal Teknik Industri*, 1-13.
- Rukmana, Dadang, & Kristanto, D. (2012). *Teknik Reservoir: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pohon Cahaya.
- Sa'diyah, H. (2018). Daur ulang limbah dalam pandangan hukum islam. *At-Turas*.
- Safitri, E., & Djumari. (2009). *Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu bara (Fly Ash) Pada Produksi Paving Block*. Surakarta: Media Teknik Sipil.
- Salam, K. A. (2013). Improving the Demulsification Process of Heavy Crude Oil Emulsion through Blending with Diluent. *JPE*.
- Samson, Ibukun, & Onyekonwu, M. (2011). Best Us Production Test- Estimating Well Productivity Parameters in The Absence of Bottomhole Pressure Test. *SPE 150748*.
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Sjoblom, J. (2006). *Emulsions and Emulsion Stability*. Bergen: Taylor & Francis.
- Theodorus, A., Sugeng, B., Suratman, I., & Hermawan, R. (2008). Kajian Efektifitas Semen dan Fly Ash dalam Campuran Soil Cement Memakai Tanah Lempung dan Pasir Pulau Timor. *Jurnal Teknik Sipil*, 75.
- Trisnoyuwono, D. (2015). Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Sifat Workability dan Sifat Fisik - Mekanik Beton Non Pasir Dengan Agregat Alwa Asal Cilacap. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Wardani, R. P. (2008). *Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Untuk Stabilitas Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Wenrong, M., Khelawi, F. T., Anazi, A. F., Zarea, M. A., & SPE. (2014). Innovative Flow Calculation to Improve The Accuracy of Coriolis Meters. *IPTC-17943-MS*.
- Wilkinson, C. (2006). Truck Unloading Measurement of Crude Oil Using Coriolis Technology . *Spartan Controls, Ltd*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.
- Yeung, H., Manus, H., & Tombs, M. (2005). Coriolis Metes in Two Phase Flow. *BHR Group*, 345.