

**STUDI LABORATORIUM PEMANFAATAN BIODIESEL
DARI *CRUDE PALM OIL* SEBAGAI *SOLVENT* UNTUK
MENGATASI ENDAPAN WAX PADA *CRUDE OIL* DI DALAM
SUMUR MINYAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

REKI ANTONI

163210795



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

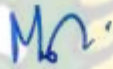
2021


HALAMAN PENGESAHAN


Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Reki Antoni
NPM : 163210795
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Proposal : Studi Laboratorium Pemanfaatan Biodiesel
Dari *Crude Palm Oil* Sebagai *Solvent* Untuk
Mengatasi Endapan *Wax* Pada *Crude Oil* Di Dalam
Sumur Minyak

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 : Dr. Eng. Muslim, M.T ()

Penguji : Dike Fitriansyah Putra, ST., M.Sc., MBA ()

Penguji : M. Ariyon, ST., MT ()

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 13 Agustus 2021

Disahkan oleh:

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN



Novia Rita, S.T., M.T

PERNYATAAN KASLIAN 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 sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 13 Agustus 2021

Materai 6000

Reki Antoni
NPM:163210795

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanallah 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. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjan Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Eng, Muslim, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
2. Pihak PS3MB Universitas Islam Riau dan Universiti Teknologi Petronas yang telah melakukan matching grand untuk penelitian wax removal, 01/KONTRAK/LPPM-UIR/9-2020.
3. Pihak perusahaan hulu migas (PT.SPR Langgak, PT. EMP, BOB. PT. BSP PHE dan PT. PHE Siak) yang menyumbangkan crude oil untuk mendukung pelaksanaan penelitian.
4. Pihak Lembaga Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS) yang telah menyumbangkan Biodiesel (B100) untuk pelaksanaan penelitian.
5. Pihak laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian pengambilan data.
6. Ketua dan Sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
7. Kedua orang tua Amhar (Ayah) dan Ayalis (Ibu) serta keluarga besar yang memberikan dukungan penuh baik material maupun moral selama perkuliahan.

8. Anggota PS3PMB Jamaluddin, S.T, Rifal Fauzi, S.T, Ramdhani Asywal, S.T dan Ummi Hasanah Pertiwi, S.T yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat seperjuangan anak perantauan kos arjuna yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberi support dalam mengerjakan Tugas Akhir.

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

Pekanbaru, 13 Agustus 2021

Reki Antoni

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Hipotesa.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biodiesel.....	4
2.2 Wax.....	6
2.3 Metode Penanggulangan Wax	10
2.3.1 <i>Chemical Method</i>	10
2.3.2 <i>Hot Water Method</i>	10
2.3.3 <i>Magnetic Field Method</i>	11
2.3.4 <i>Water Dispersible Wax Inhibitor Method</i>	11
2.3.5 <i>Microbial Method</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Metodologi Penelitian	15
3.2 Flow Chart.....	16

3.3	Alat dan Bahan	17
3.2.1	Alat	17
3.2.2	Bahan	19
3.4	Variabel Penelitian	19
3.5	Prosedur Penelitian.....	19
3.5.1	Prosedur Penentuan Densitas, <i>Specific Gravity</i> (SG) Dan °API....	19
3.5.2	Prosedur Penentuan Viscositas Menggunakan Redwood Viscosimeter	20
3.5.3	Prosedure Penentuan <i>Flash Point</i>	21
3.5.4	Prosedur Penentuan <i>Cloud Point</i> , <i>Cold Point</i> Dan <i>Pour Point</i>	21
3.5.5	Prosedur Penentuan <i>Persentase Dissolution Wax</i> menggunakan <i>Solvent</i> biodiesel	22
3.6	Analisa Penelitian.....	22
3.7	Tempat Penelitian.....	22
3.8	Jadwal Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....		24
4.1	Parameter Biodiesel.....	24
4.1.1	Densitas	24
4.1.2	Titik Leleh (<i>Pour Point</i>)	24
4.1.3	Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	24
4.1.4	Viscositas.....	25
4.2	Parameter <i>Crude Oil</i>	27
4.2.1	Densitas	27
4.2.2	<i>Specific Gravity</i>	27
4.2.3	°API	28
4.2.4	Viscositas.....	28
4.2.5	<i>Cloud Point</i>	29
4.2.6	<i>Cold Point</i>	29
4.2.7	<i>Pour Point</i>	29
4.3	Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan SPR Langgak	31

4.4 Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan Energi Mega Persada (EMP).....	33
4.5 Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan PHE Siak.....	35
4.6 Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan BOB PT.BSP-PHE....	37
4.7 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan SPR Langgak.....	39
4.8 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan Energi Mega Persada (EMP).....	41
4.9 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan PHE Siak	43
4.10 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan BOB PT.BSP-PHE	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 PENGENDAPAN WAX	8
GAMBAR 2.2 <i>MACROCRYSTALLINE WAX</i>	9
GAMBAR 2.3 <i>MICROCRYSTALLINE WAX</i>	9
GAMBAR 2.4 SKEMATIK REPRESENTASI PARAFIN WAX	12
GAMBAR 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN PADA PENELITIAN <i>SOLVENT</i> BIODIESEL.....	18
GAMBAR 4. 1 KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN SPR LANGGAK PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (40.5°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (49.1°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (57.7°C)	31
GAMBAR 4. 2 KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN ENERGI MEGA PERSADA (EMP) PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (30°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (44°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (65°C)	33
GAMBAR 4. 3 KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN PHE SIAK PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (37.8°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (52.8°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (62.8°C)	35
GAMBAR 4. 4 KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN BOB PT.BSP-PHE PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (43.3°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (65.5°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (88.9°C)	37
GAMBAR 4. 5 PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN WAX LAPANGAN SPR LANGGAK.....	39
GAMBAR 4. 6 PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN WAX LAPANGAN EMP .	41
GAMBAR 4. 7 PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN WAX LAPANGAN PHE SIAK	43
GAMBAR 4. 8 PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN WAX LAPANGAN BOB PT.BSP-PHE	45

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 PROPERTIES BIODIESEL.....	6
TABEL 2.2 KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN BOB. PT. BSP PHE	13
TABEL 2.3 KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN SPR LANGGAK.....	13
TABEL 2.4 KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN PHE SIAK.....	13
TABEL 2.5 KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN EMP.....	14
TABEL 4. 1 <i>PROPERTIES SOLVENT</i> BIODIESEL DAN <i>SOLVENT AROMATIK</i>	26
TABEL 4. 2 <i>PROPERTIES CRUDE OIL</i> DARI SETIAP LAPANGAN.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

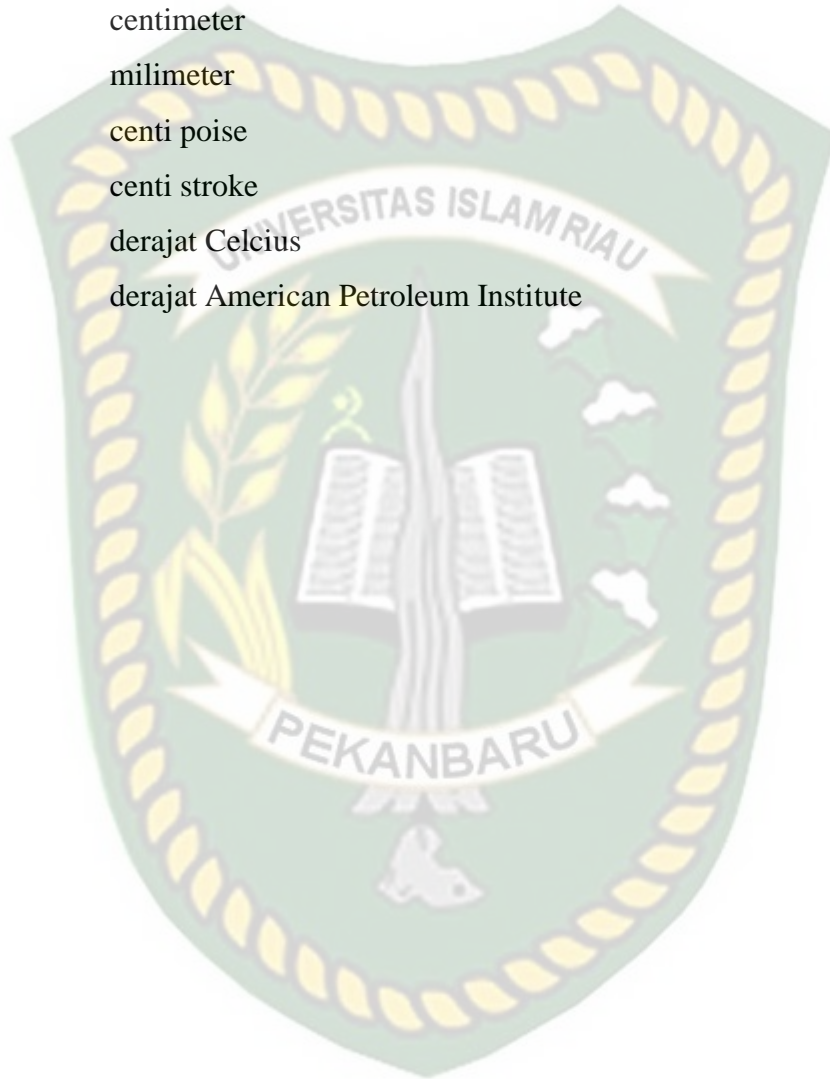
LAMPIRAN I	Langkah Perhitungan
LAMPIRAN II	Hasil Uji Laboratorium
LAMPIRAN III	Dokumentasi Pengujian Di Laboratorium



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

gr	gram
cm	centimeter
ml	milimeter
cP	centi poise
cst	centi stroke
°C	derajat Celcius
°API	derajat American Petroleum Institute

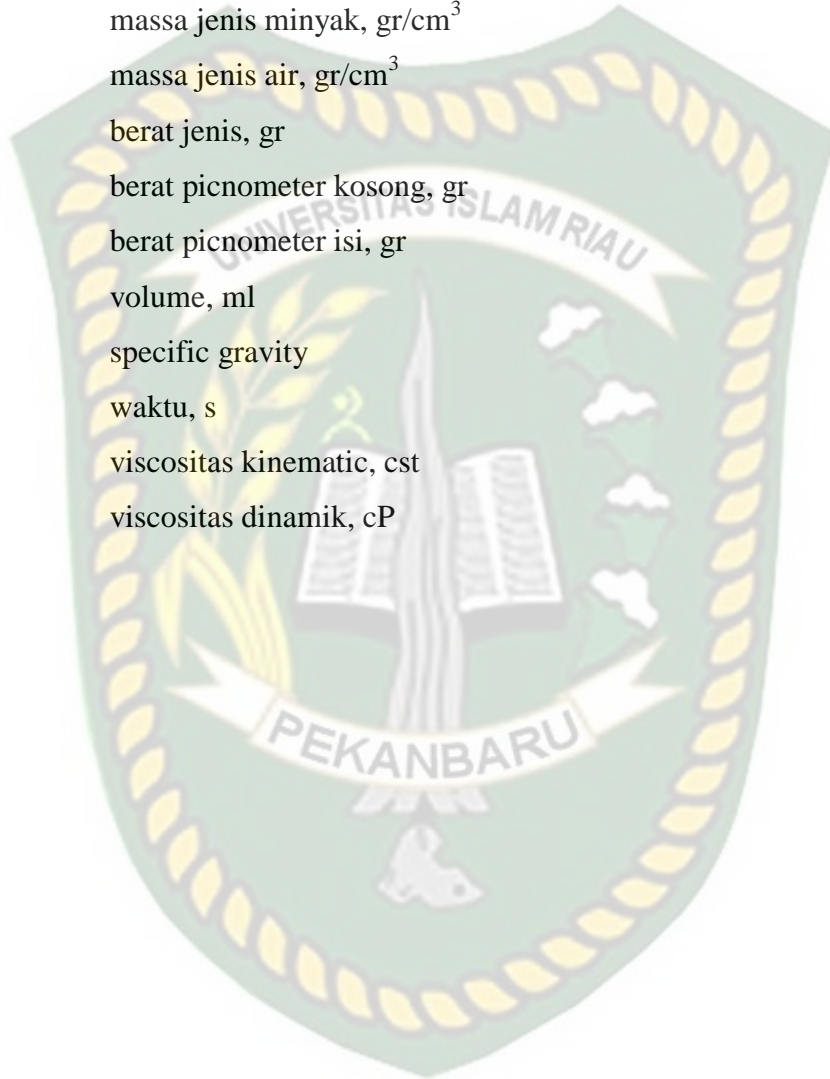


Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SIMBOL

ρ	massa jenis, gr/cm ³
ρ_{oil}	massa jenis minyak, gr/cm ³
ρ_{water}	massa jenis air, gr/cm ³
m	berat jenis, gr
m_1	berat picnometer kosong, gr
m_2	berat picnometer isi, gr
V	volume, ml
SG	specific gravity
t	waktu, s
μ_{kin}	viscositas kinematic, cst
μ_{din}	viscositas dinamik, cP



Studi Laboratorium Pemanfaatan Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* Sebagai *Solvent* Untuk Mengatasi Endapan *Wax* Pada *Crude Oil* Di Dalam Sumur Minyak

REKI ANTONI
163210795

ABSTRAK

Komponen *wax* pada *crude oil* merupakan salah satu permasalahan yang dapat mengganggu kegiatan industri migas. Komponen *wax* dalam hidrokarbon terdapat pada fasa gas, cair dan padat tergantung dari tekanan dan *temperature*, saat *wax* membeku akan membentuk kristal. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah *wax*. Pada penelitian ini menggunakan *chemical method* berbagai bahan kimia digunakan untuk mengontrol *waxy oil* seperti biodiesel, *benzene*, *toluene*, dan *xylene*. Senyawa-senyawa ini digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan endapan *wax* yang terdapat pada *crude oil*. Penelitian ini menggunakan biodiesel dari bahan alami *crude palm oil* (CPO) dan *solvent* aromatik BTX juga dilihat sebagai pembanding dengan *solvent* biodiesel. Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan biodiesel sebagai *solvent* dalam melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* dan mempelajari hubungan pengaruh *temperature* dan penambahan volume *solvent* biodiesel terhadap *persentase dissolution wax*. *Wax* dilarutkan dengan variasi volume (5g/60 ml; 5g/80 ml; 5g/100ml) dan dipanaskan pada (*pour point temperature*, *tubing temperature*, *bottom hole temperature*). Sampel Langgak (40.5 °C; 49.1 °C; 57.7 °C), sampel EMP (30 °C; 44 °C; 65 °C), sample PHE (37.8 °C; 52.8 °C; 62.8 °C) sample BOB (43.3 °C; 65.5 °C; 88.9 °C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *persentase dissolution loss* meningkat seiring dengan peningkatan *temperature*, sedangkan peningkatan konsentrasi volume *solvent* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *persentase dissolution loss*. *Persentase kelarutan* menunjukkan bahwa biodiesel dapat menjadi *solvent* yang efektif untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil* mendekati *solvent* aromatik BTX. Biodiesel memiliki *persentase dissolution loss* yang lebih baik pada *temperature* yang tinggi, pada *bottom hole temperature* *persentase kelarutan* tiap lapangan rata-rata diatas 80%. Sample Langgak (87%; 89.2%; 89.4%). Sample EMP (85.2%; 86.4%; 86.8%). Sample PHE (89.4%; 90.6%; 89%). Sample BOB (89.8%; 90.2%; 89%).

Kata kunci: *Wax, Biodiesel, Solvent, Crude Oil*

A Laboratory Study of Biodiesel Utilisation from Crude Palm Oil as a Solvent to Wax Removal Deposits in Crude Oil in Oil Wells

REKI ANTONI
163210795

ABSTRACT

The wax component in crude oil is one of the problems that can interfere with the activities of the oil and gas industry. Wax components in hydrocarbons exist in gas, liquid and solid phases depending on pressure and temperature, when the wax solidifies it will form crystals. There are several methods that can be used to treat wax problems. In this study using a chemical method, various chemicals are used to control waxy oil such as biodiesel, benzene, toluene, and xylene. These compounds are used as solvents to dissolve wax deposits found in crude oil. This study uses biodiesel from natural ingredients crude palm oil (CPO) and the aromatic solvent BTX is also seen as a comparison with solvent biodiesel. The purpose of the study was to determine the ability of biodiesel as a solvent in dissolving wax components in crude oil and to study the relationship between temperature and volume addition of biodiesel solvent to the percentage of wax dissolution. The wax was dissolved in various volumes (5g/60 ml; 5g/80 ml; 5g/100ml) and heated at (pour point temperature, tubing temperature, bottom hole temperature). Langgak samples (40.5 C; 49.1 C; 57.7 C), EMP samples (30 C; 44 C; 65 C), PHE samples (37.8 C; 52.8 C; 62.8 C) BOB samples (43.3 C; 65.5 C; 88.9 C). The results showed that the percentage of dissolution loss increased with increasing temperature, while the increase in solvent volume concentration did not have a significant effect on the percentage of dissolution loss. The solubility percentage shows that biodiesel can be an effective solvent for dissolving wax components in crude oil approaching the aromatic solvent BTX. Biodiesel has a better percentage of dissolution loss at high temperatures, at the bottom hole temperature the percentage of solubility per field is above 80% on average. Sample Langgak (87%; 89.2%; 89.4%). EMP samples (85.2%; 86.4%; 86.8%). PHE samples (89.4%; 90.6%; 89%). Sample BOB (89.8%; 90.2%; 89%).

Keywords: Wax, Biodiesel, Solvent, Crude Oil

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komponen *wax* pada *crude oil* merupakan salah satu permasalahan yang dapat mengganggu kegiatan industri migas (Zhu et al., 2008). Komponen *wax* dalam hidrokarbon terdapat pada fasa gas, cair dan padat tergantung dari tekanan dan *temperature*, saat *wax* membeku akan membentuk kristal (Thota & Onyeana, 2016). Jika komponen *wax* dalam *crude oil* membeku dan membentuk kristal menimbulkan permasalahan selama proses produksi termasuk *reservoir*, lubang sumur, *tubing*, *flow lines* dan *surface facility* menyebabkan hilangnya milyaran dolar per tahunnya untuk industri minyak (Zhu et al., 2008). Pengendapan yang terjadi dapat mengakibatkan penyumbatan parsial pada saat proses produksi dan transportasi sehingga membahayakan produksi di industri minyak (Wang et al., 2003). Tingkat keparahan masalah pengendapan *wax* tergantung pada jenis minyak dan komposisi molekul dari molekul *wax* (Thota & Onyeana, 2016).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah *wax* yaitu *chemical method*, *hot water method*, *magnetic field method*, *water dispersible wax inhibitor method*, dan *microbial method* (Abdurrahman et al., 2018). Pada penelitian kali ini menggunakan *chemical method*. Metode kimiawi telah terbukti menjadi metode mitigasi deposisi *wax* yang paling efektif dalam sistem minyak bumi karena berhubungan dengan akar penyebab pembentukan (Fadairo et al., 2019).

Solvent aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xilene* menghasilkan kelarutan yang efektif untuk melarutkan endapan *wax* yang terdapat pada *crude oil*. Menurut Chakrabarti (2018) penggunaan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xilene* ini berbahaya untuk lingkungan, selain berbahaya untuk lingkungan *solvent* aromatik ini memiliki harga pasaran yang mahal. Untuk itu perlu dilakukan penelitian *solvent* yang mengarah pada penerapan sumber daya terbarukan dan ramah lingkungan untuk mengatasi permasalahan ini salah satu *solvent* yang bisa digunakan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu *solvent* alternatif yang ramah terhadap lingkungan untuk mengatasi permasalahan *wax*.

Zahan & Kano (2018) mendefinisikan biodiesel sebagai mono-alkyl ester yang dihasilkan dari berbagai bahan baku lipid termasuk minyak nabati, lemak

hewani, dan lain-lain. Biodiesel lebih mudah terurai di lingkungan, memiliki toksisitas rendah, dan titik nyala tinggi. Biodiesel mempunyai sifat yang menyerupai diesel (solar) dengan kelebihan diantaranya ramah lingkungan, dapat terurai (*biodegradable*) dan kontinuitas. Ketersediaan bahan baku terjamin karena berasal dari tumbuhan seperti sawit, jarak pagar, bunga matahari dan sebagainya.

Menurut (Rocha et al., 2006) berdasarkan sifat kimianya, minyak nabati dapat dikatakan sangat mudah larut dengan minyak bumi dan dapat digunakan sebagai *solvent* untuk menghilangkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi. Reaksi pelarut dapat terjadi jika interaksi solute dengan pelarut sama kuat, solute dengan pelarut keduanya sama polar atau sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Pada penelitian ini juga dilihat efektivitas *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xilene*) untuk perbandingan dengan *solvent* biodiesel. Biodiesel yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari bahan alami yaitu *crude palm oil (CPO)*.

Dengan demikian, *biodiesel* yang terbuat dari *crude palm oil (CPO)* dapat digunakan sebagai *solvent* untuk menanggulangi masalah *wax* pada *crude oil* di industri migas. Selain untuk menanggulangi masalah *wax* pada industri migas penelitian ini juga bisa menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh *solvent* aromatik.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan dan menganalisa kemampuan biodiesel sebagai *solvent* dalam melarutkan komponen *wax* pada *crude oil*.
2. Menganalisis hubungan pengaruh *temperature* dan volume *solvent* biodiesel terhadap persentase *dissolution wax*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan informasi tambahan bagi industri hulu migas dalam proses penanggulangan *wax* dengan menggunakan biodiesel yang terbuat dari *crude palm oil*.
2. Menjadikan biodiesel yang renewable dan ramah lingkungan sebagai *solvent*.
3. Dapat menjadi tambahan materi atau materi mata kuliah di Prodi Teknik Perminyakan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan dengan baik dan sistematis peneliti membatasi permasalahan agar lebih terarah dan tidak menyimpang jauh dari tujuan awal maka dalam penelitian ini hanya membatasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Biodiesel yang digunakan terbuat dari bahan alami yaitu *crude palm oil* (CPO). Biodiesel Murni B100 dari Lemigas
2. Pengujian dilakukan menggunakan jenis *solvent* biodiesel dengan variasi volume 60 ml, 80 ml dan 100 ml dan variasi *Bottom Hole Temperature*, *Pour Point Temperature* dan *Tubing Temperature*.
3. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi pada kelarutan biodiesel dan *wax*.
4. Sampel yang digunakan *crude oil* dari lapangan BOB. PT. BSP Pertamina Hulu Energi, PT. PHE Siak, PT. EMP dan PT. SPR Langgak.

1.5 Hipotesa

Berdasarkan sifat kimianya, minyak nabati dapat dikatakan sangat mudah larut dengan minyak bumi, *crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Reaksi kelarutan dapat terjadi jika interaksi zat terlarut dengan pelarut keduanya sama polar atau keduanya sama non polar. Dengan demikian hal tersebut perlu dibuktikan melalui penelitian biodiesel sebagai *solvent* yang bersifat non polar dan minyak bumi juga bersifat non polar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Allah berfirman dalam (Q.S Asy-Syu'ara 26:7) yang artinya:

“ dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik.”

Berdasarkan firman Allah SWT Al-Qur'an Surah Asy-Syu'ara hubungannya dengan penelitian ini ialah penelitian ini menggunakan bahan alami dari tumbuhan kelapa sawit yang dijadikan biodiesel sebagai solvent untuk mengatasi endapan wax pada crude oil. Penafsiran Ayat Al-Qur'an Surah Asy-Syu'ara 26:7 yang berarti Allah SWT mengajak mereka (manusia) untuk belajar dari alam seluruh, agar mereka tahu bahwa Allah SWT saja yang berhak untuk disembah dan apakah mereka yaitu orang musyrik itu tidak memperhatikan apa yang mereka lihat di hamparan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan tumbuh-tumbuhan yang baik dan membawa banyak sekali kemanfaatan bagi manusia. Bukankah itu petanda atas kekuasaan Allah SWT, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia?

2.1 Biodiesel

Putri et al (2013) mendefinisikan biodiesel sebagai ester monoalkil dari minyak tanaman dan lemak hewan dan dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi minyak dan alhokol. Chakrabarti (2018) mengatakan biodiesel sendiri juga merupakan bahan bakar yang terdiri dari mono-alkyl ester dari asam lemak rantai panjang dan bisa diproduksi dengan cara pemanasan/pirolisis, pengenceran/pencampuran, mikro emulsi dan Transesterifikasi.

Menurut Helwani et al (2009) biodiesel adalah bahan bakar cair yang mirip dengan *petroleum* diesel dalam karakteristik pembakaran, tetapi pada dasarnya bebas dari sulfur, sehingga bahan bakar yang terbakar lebih bersih daripada *petroleum* diesel. Biodiesel berasal dari sumber energi terbarukan (*renewable*), biodiesel memiliki sifat fisik dan kimia yang mirip dengan bahan bakar solar. Namun, sifat biodiesel lebih unggul daripada petrodiesel karena memiliki titik nyala yang lebih tinggi, konsentrasi sulfur rendah, efisiensi pelumas yang lebih baik dan angka setana yang lebih baik.

Yumna (2018) melakukan analisa sifat kimia biodiesel dengan bahan *crude palm oil* menggunakan katalis La/ZnO yang diuji dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam biodiesel. Hasil menunjukkan senyawa yang terkandung ialah metil ester yang terdiri dari metil ester palmitat (42,32%), metil ester oleat (38,82%), metil ester linoleate (8,52%) dan metil ester stearate (4,52%). Empat komponen senyawa ini merupakan komponen dalam biodiesel yang Sebagian besar trigliserida telah terkonversi menjadi metil ester.

Menurut (Rocha et al., 2006) berdasarkan sifat kimia, minyak nabati dapat dikatakan sangat kompatibel (*Chemically compatible*) dengan minyak bumi, sangat mudah larut dan dapat digunakan sebagai pencegah pengendapan paraffin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi. Penggunaan minyak nabati sebagai penghambat pengendapan asphaltan merupakan tindakan ekonomis yang masuk akal karena biaya produksi yang rendah, lebih murah dari pada biaya sebagian besar dispersen komersial, penanganannya yang mudah dan aplikasi yang tidak menyebabkan ancaman lingkungan.

Adesina et al (2016) melakukan penelitian tentang biodiesel yang dirancang dan disintesis secara khusus disuntikkan ke dalam emulsi sebagai surfaktan untuk memecah sampel emulsi yang relatif kental menjadi sampel emulsi yang lebih ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aliran emulsi dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menginjeksikan biodiesel yang bertindak sebagai surfaktan menghasilkan penurunan tegangan permukaan sampel emulsi.

Penelitian yang dilakukan (Chakrabarti, 2018) dengan melihat uji kelarutan dan uji GCMS dengan menggunakan bahan *asphaltene* dari *crude oil*, biodiesel dari minyak kanola, *benzena*, *tolune* dan *xilene* dengan variabel waktu pendinginan 24 jam, berat *asphaltene* 2 gr, *temperature* (22°C suhu kamar) 50 °C, 70 °C dan 90 °C dengan volume solvent 20 ml, 30 ml dan 40 ml. Hasil penelitiannya menunjukkan biodiesel tidak efektif pada suhu kamar dibandingkan pelarut aromatik (*benzene*, *tolune* dan *xilene*). Pada peningkatan suhu diatas 70 °C menjadi pelarut yang sangat efektif melarutkan lebih banyak *asphaltene* dari pelarut aromatik. Volume biodiesel yang lebih besar menghasilkan pelarutan *asphaltene* yang lebih besar dengan sedikit perbedaan.

Taylor et al., (2014) mereview penggunaan biodiesel oleh negara-negara didunia seperti Jerman, Brazil, Turki dan India yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar transportasi dibidang pertanian, kehutanan, dan konstruksi. Ehsan & Wahid (2012) juga mereview penggunaan biodiesel dengan campuran B5 (5% palm oil dan 95% diesel) sebagai bahan bakar untuk transportasi, sektor industry dan ekspor di Malaysia.

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak nabati yang berasal dari buah kelapa sawit. Sebuah alternatif sumber bahan baku telah banyak tersedia seperti produk samping biomassa non kelas pangan yaitu produksi minyak kelapa sawit (Larasati et al., 2016). Indonesia merupakan penghasil CPO (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia. Perkembangan produksi CPO Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2020 total produksi CPO mencapai 49.117.260 ton dan memiliki luas areal perkebunan sawit sebesar 14.996.010 Ha. Sedangkan provinsi yang memiliki luas area perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia adalah Riau yaitu dengan luas area sebesar 2.850.003 Ha dan total produksi CPO sebesar 9.775.672 ton (Kementrian Pertanian, 2020)

Tabel 2.1 Properties Biodiesel

Keterangan	Diesel	Biodiesel
Nomor standar	ASTM D975	ASTM D6751
Komposisi	Hidrokarbon (C ₁₀ -C ₂₁)	Metil Ester Asam Lemak (C ₁₂ -C ₂₂)
Karbon (wt%)	87	77
Hidrogen (wt%)	13	12
Oxigen (wt%)	0	11
Sulfur (wt%)	0,05	0,05
Angka Setana	40-55	48-60

Sumber: (Helwani et al., 2009)

2.2 Wax

Menurut Kurnianto & Prasetyo (2018) minyak mentah (*crude oil*) terdiri dari campuran hidrokarbon yang kompleks seperti nafta, wax parafin, aromatik, resin, aspal, merkaptan, dan lain-lain. Rif'Ati (2016) mengatakan wax terbentuk karena adanya perubahan temperature tertentu yang biasa disebut *cloud point* atau *wax appearance temperature*.

Penelitian yang dilakukan (Towler et al., 2011) dengan menggunakan bahan pelarut Dakota yang di rancang sendiri dan *Crude oil* dari lapangan *fourteen mile* di Wyoming. Metode yang digunakan ialah *chemical inhibitor* untuk mengurangi pengendapan *wax* paraffin yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan pengendapan *wax* paraffin hingga 59% yang tergantung pada *temperature*.

Penelitian yang dilakukan (Hoffmann & Amundsen, 2013) dengan menggunakan bahan pelarut komersial dan *waxy crude oil* yang di ambil langsung pada saat pembersihan sumur. Metode yang digunkan ialah peningkatan konsentrasi *wax inhibitor* pada pelarut komersial. Hasil penelitian menunjukkan Pengurangan 60% - 90% dari ketebalan *wax* (tergantung pada isolasi pipa uji yang di amati). Peningkatan konsentrasi inhibitor hanya memberi efek tambahan yang kecil. Efektivitas *inhibitor* terbukti pada suhu 23 °C dan 20 °C.

Penelitian yang dilakukan (Jafari et al., 2015) dengan melihat pengaruh Turunan Fullference Amina terhadap solusi pencegahan pengendapan oleh kristalisasi *wax* pada *crude oil* dari Iran. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *octadecylamina* yang akan dicampur dengan *solvent* toluena. Hasil yang diperoleh pada penelitian menunjukkan penurunan nilai *pour point* yang semula dari 18 °C menurun menjadi 12 °C.

Penelitian yang dilakukan (M K Afdhol, Hidayat F, 2020) dengan menggunakan bioetanol yang terbuat dari limbah pertanian yaitu sekam dan bonggol jagung. Bioetanol berfungsi sebagai pelarut untuk mengurangi titik tuang (*pour point*) pada *wax* sampel minyak mentah parafin. Sampel minyak mentah dicampur dengan bioetanol dengan rasio pencampuran yang berbeda yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 50%. Hasil penelitian menunjukkan kandungan alkohol pada sekam dan bonggol jagung meningkat masing-masing 11% dan 9%. Kemudian hasil terbaik dari pencampuran bioetanol dengan minyak mentah mengurangi titik tuang (*pour point*) dari 43,3 °C menjadi 41 °C pada rasio pencampuran 50%.

Penelitian yang dilakukan (M.K. Afdhol, T. Erfando, F. Hidayat M.Y. Hasibuan, 2019) dengan menggunakan bahan dari limbah kulit nanas yang diproduksi menjadi bioetanol sebagai pelarut untuk mengurangi nilai *pour point* pada sampel minyak mentah. Sampel minyak mentah dicampur dengan kadar bioetanol dengan rasio pencampuran 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100%. Hasil

penelitian menunjukkan minyak mentah (*waxy crude oil*) dengan ditambahkan bioetanol dapat menurunkan nilai *pour point* sebesar 1 °C hingga 3 °C.

Menurut Zhu et al (2008) *wax* adalah komponen pada *crude oil* yang tetap berada pada larutan sampai kondisi pengoperasiannya menguntungkan untuk partisipasi, suatu perubahan yang disebabkan oleh pengaruh temperature dan tekanan. *Wax* diendapkan pada sistem produksi disebabkan oleh beberapa mekanisme yaitu difusi molekuler, dispersi geser, difusi brown dan pengendapan gravitasi.

Permasalahan teknis pada pengendapan *wax* meliputi:

1. Pengurangan permeabilitas dan kerusakan formasi pada area lubang sumur.
2. Pengurangan diameter interior dan akhirnya terjadi penyumbatan production strings dan saluran aliran (Gambar 2.1)
3. Perubahan komposisi fluida reservoir dan reologi fluida akibat pemisahan fasa saat *wax* padat mengendap.
4. Membatasi pengaruh pada kapasitas operasi dari seluruh sistem produksi.

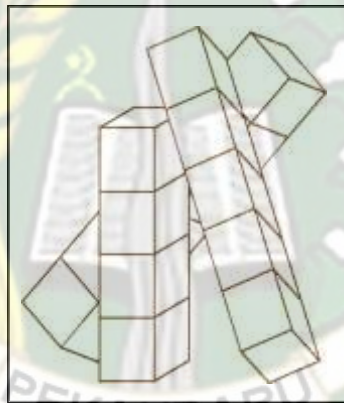


Gambar 2.1 Pengendapan *wax* (Zhu et al., 2008)

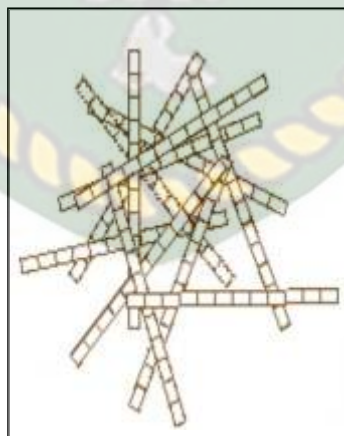
Menurut Zhu et al (2008) komponen *wax* pada *crude oil* merupakan salah satu permasalahan yang dapat mengganggu kegiatan industri migas. *Wax* merupakan senyawa dengan rantai karbon yang sangat panjang dan berimplikasi menjadi minyak memiliki titik tuang yang tinggi dan pada beberapa kasus menyebabkan menurunnya nilai API (Wardoyo, 2020). Sedangkan Parafin adalah rantai lurus

yang terdiri dari 20 hingga 40 karbon atom dan memiliki sifat putih, tidak berbau, serta tidak berasa dan merupakan senyawa kimia inert yang terdiri dari senyawa hidrokarbon jenuh (Ellison et al., 2000).

Wax yang terdapat pada *crude oil* terdiri dari hidrokarbon parafin ($C_{18} - C_{36}$) yang dikenal dengan *wax* paraffin dan hidrokarbon naftenik ($C_{30} - C_{60}$). Molekul-molekul tersebut dapat berupa rantai hidrokarbon lurus atau bercabang dan juga bisa terdapat beberapa hidrokarbon siklik/aromatik. Komponen hidrokarbon *wax* terdapat pada fasa gas, cair dan padat tergantung dari tekanan dan *temperature*, saat *wax* membeku akan membentuk kristal. *Wax* paraffin yang terbentuk dikenal dengan *macrocrystalline wax* (gambar 2.2) sedangkan naftenik dikenal dengan *microcrystalline wax* (gambar 2.3) (Thota & Onyeonuna, 2016).



Gambar 2.2 *Macrocrystalline wax* (Thota & Onyeonuna, 2016)



Gambar 2.3 *Microcrystalline wax* (Thota & Onyeonuna, 2016)

Thota & Onyeonuna (2016) tingkat keparahan pengendapan *wax* tergantung pada jenis minyak dan komposisi molekul. *Wax* yang terdapat pada *crude oil* sukar untuk dikontrol dibandingkan dengan kondensat karena rantai hidrokarbon *wax*

yang terdapat pada *crude oil* lebih panjang dibandingkan dengan kondensat dengan rantai hidrokarbon yang pendek dan lebih ringan.

Menurut Wang et al (2003) permasalahan yang terdapat pada komponen *wax* berhubungan dengan kristalisasi dan pengendapan di sepanjang jalur produksi merupakan masalah besar di lingkungan hulu maupun hilir. Chakrabarti (2018) *Wax* dapat terbentuk di *reservoir*, lubang sumur, *tubing*, *flow lines* dan *surface facility*. Dimana pengendapan yang terjadi mengakibatkan pengurangan aktivitas sumur, kerusakan pompa, pembatasan atau penyumbatan jaringan pipa, dan pengotoran fasilitas penanganan produksi. Selain itu, pengendapan *wax* dapat terakumulasi di batuan *reservoir* dekat sumur yang menyumbat matriks berpori *reservoir* selama proses seperti pengeboran dan *chemical treatment*.

2.3 Metode Penanggulangan *Wax*

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah *wax* yaitu:

2.3.1 *Chemical Method*

Metode ini berbagai bahan kimia digunakan untuk mengontrol *waxy oil* seperti biodiesel, *xylene*, *toluene*, dan *benzene*. senyawa ini digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* dalam sumur minyak untuk meningkatkan produktivitas sumur dan kondisi *reservoir*. Ada dua cara untuk menginjeksikan *solvent* yaitu *continuous injection* dan *soaking injection*.

Continuous Injection adalah metode yang menggunakan pompa injeksi khusus yang dipasang di *well head* kemudian *solvent* disuntikkan ke dalam lubang sumur melalui annulus. Sedangkan *soaking injection* adalah metode yang memanfaatkan truk pompa kecil untuk menjatuhkan *solvent* ke dalam lubang sumur melalui annulus pada waktu tertentu. *Chemical method* dapat di terapkan pada lapangan dengan kriteria *wax content* >30% dan *pour point* >35°C dan ini terbukti di beberapa lapangan minyak seperti di Jiangsu (China) dan Mumbai Hight (India) (Abdurrahman et al., 2018).

2.3.2 *Hot Water Method*

Metode ini dapat digunakan untuk menjaga temperature di *reservoir* dimana *hot water* di injeksikan ke dalam lubang sumur untuk memperlambat proses disposisi *wax*. Metode ini bisa di terapkan saat proses produksi berlangsung

(Abdurrahman et al., 2018). Metode *hot water* telah diterapkan dilapangan Manggala (India) dengan *wax content* mencapai 26% dan *pour point* sekitar 40°C - 45°C. Dilapangan lain seperti Huabei (China) dengan *wax content* 21,2% dan *pour point* 33°C.

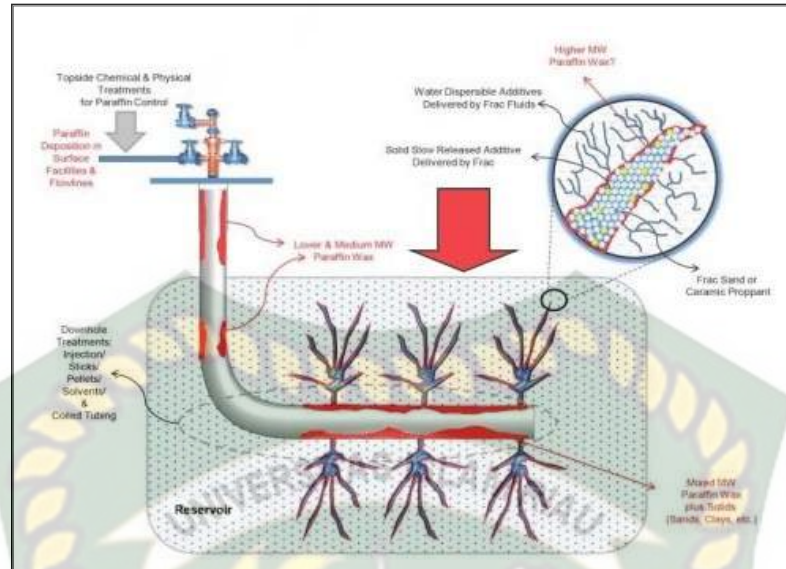
2.3.3 Magnetic Field Method

Metode medan magnet mengurangi viscositas dari sampel minyak mentah, metode ini juga bisa disebut dengan *magnetic fluid conditioners* (MFC). Metode ini dapat mencegah terjadinya *wax* pada minyak mentah tanpa mempengaruhi karakteristik minyak. Efek dari perlakuan *magnetic* sangat kuat tergantung pada temperature, intensitas dan waktu penguraian. Metode ini telah diterapkan dilapangan Daqing (China) dengan *wax content* 26,2% dan *pour point* 30°C (Kitamura et al., 2010).

2.3.4 Water Dispersible Wax Inhibitor Method

Metode ini terinspirasi dari *hidroulic fracturing* dimana temperature yang digunakan sering lebih rendah dari *temperature* reservoir jika *temperature* pada formasi lebih rendah dari *pour point* maka pengendapan *wax* akan mudah terjadi di pori-pori formasi. Untuk reservoir yang kaya akan parafin, pengendapan *wax* akan menyebabkan kerusakan formasi dengan demikian penurunan laju produksi otomatis akan menurun. Jika sudah terjadi maka akan sulit untuk membersihkan sumur. Untuk kasus *water-dispersible* terutama pada dispersi mikro koloid mereka paling umum ditemukan pada saat aplikasi *hydrolic fracturing*.

Untuk penanggulangannya menggunakan metode *water dispersible wax inhibitor* untuk mencegah pengendapan parafin pada minyak mentah selama pengerjaan *fracturing* sebelum propant ditempatkan dan mencegah pengendapan awal *wax*. Namun, aditif yang digunakan tidak bisa membersihkan *wax* parafin secara langsung karena mereka membutuhkan kontrol parafin jangka panjang dengan propant berpori diinfuskan yang dilakukan secara komplementer (Mahmoudkhani et al., 2017).



Gambar 2.4 Skematik representasi parafin wax (Mahmoudkhani et al., 2017)

Gambar 2.4 merupakan gambar rekahan pada saat proses *hydraulic fracturing* dimana pada saat dilakukan *hydraulic fracturing*, *temperature* yang digunakan lebih rendah dari pada *temperature* reservoir pada saat tersebut komponen *wax crude oil* mulai terjadi pengendapan di pori-pori batuan dan rekahan yang dibuat dalam proses *hydraulic fracturing*.

Suspensi diartikan sebagai partikel padat yang terbagi menjadi halus kemudian didistribusikan secara seragam ke keseluruhan fluida. Partikel ini bisa menyebabkan terjadinya endapan dibawah pengaruh gravitasi. *Water dispersible wax inhibitor* ini adalah penelitian baru yang diuji dengan minyak mentah dari *Baken, Permian*, dan *Eagle Ford basin* di USA dengan *wax conten* 30%-50% dan *pour point* 21°C (Mahmoudkhani et al., 2017).

2.3.5 Microbial Method

Metode ini menggunakan mikroorganisme yang mengubah komposisi minyak mentah melalui bio-degradasi. Minyak mentah yang kontak langsung dengan mikroorganisme seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus licheniformis* dapat degradasi secara langsung memutuskan rantai panjang menjadi pendek. Sebagian besar sumur yang di uji mendapatkan hasil sangat baik, namun vaksin mikroba sangat bergantung pada impor mikroba dan hanya sangat mahal, kemudian sumur harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum mikroba diinjeksikan. Metode ini juga digunakan untuk skala yang kecil seperti *Jidong Field*

dengan wax constant 15%-20% dan pour point 25°C-35°C (Del Carmen García et al., 2000).

Karakteristik sampel *crude oil* yang digunakan seperti yang di tunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan BOB. PT. BSP PHE

BOB.PT BSP PHE	
Well	Beruk
Formation	Bekasap
Oil Gravity	38.2 API
Reservoir Temp	192 °F (88.9 °C)
Pour Point Temp	110 °F (43.33 °C)
Tubing Temp	150 °F (65.55 °C)

Sumber: Laporan Kerja Praktek BOB PT.BSP Pertamina Hulu

Tabel 2.3 Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan SPR Langgak

SPR LANGGAK	
Well	NA
Formation	NA
Oil Gravity	31.9 API
Reservoir Temp	136 °F (57.7 °C)
Pour Point	105 °F (40.5 °C)
Tubing Temp	120.5 °F (49.1 °C)

Sumber: (Laporan LAPI UIR-SPR Langgak)

Tabel 2.4 Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan PHE Siak

PHE SIAK	
Well	NA
Formation	Bangko A
Oil Gravity	30.8 API
Reservoir Temp	145 °F (62.78 °C)
Pour Point	100 °F (37.78 °C)
Tubing Temp	122.5 °F (50.28 °C)

Sumber: (Laporan LAPI UIR FT-PHE Siak)

Tabel 2.5 Karakteristik Fluida Crude Oil Lapangan EMP

EMP	
Well	1
Formation	LAP. MELIBUR
Oil Gravity	22.4 API
Reservoir Temp	150 °F (65 °C)
Pour Point	74 °F (23 °C)
Tubing Temp	112 °F (44 °C)

Sumber: (Putra et al., 2011)

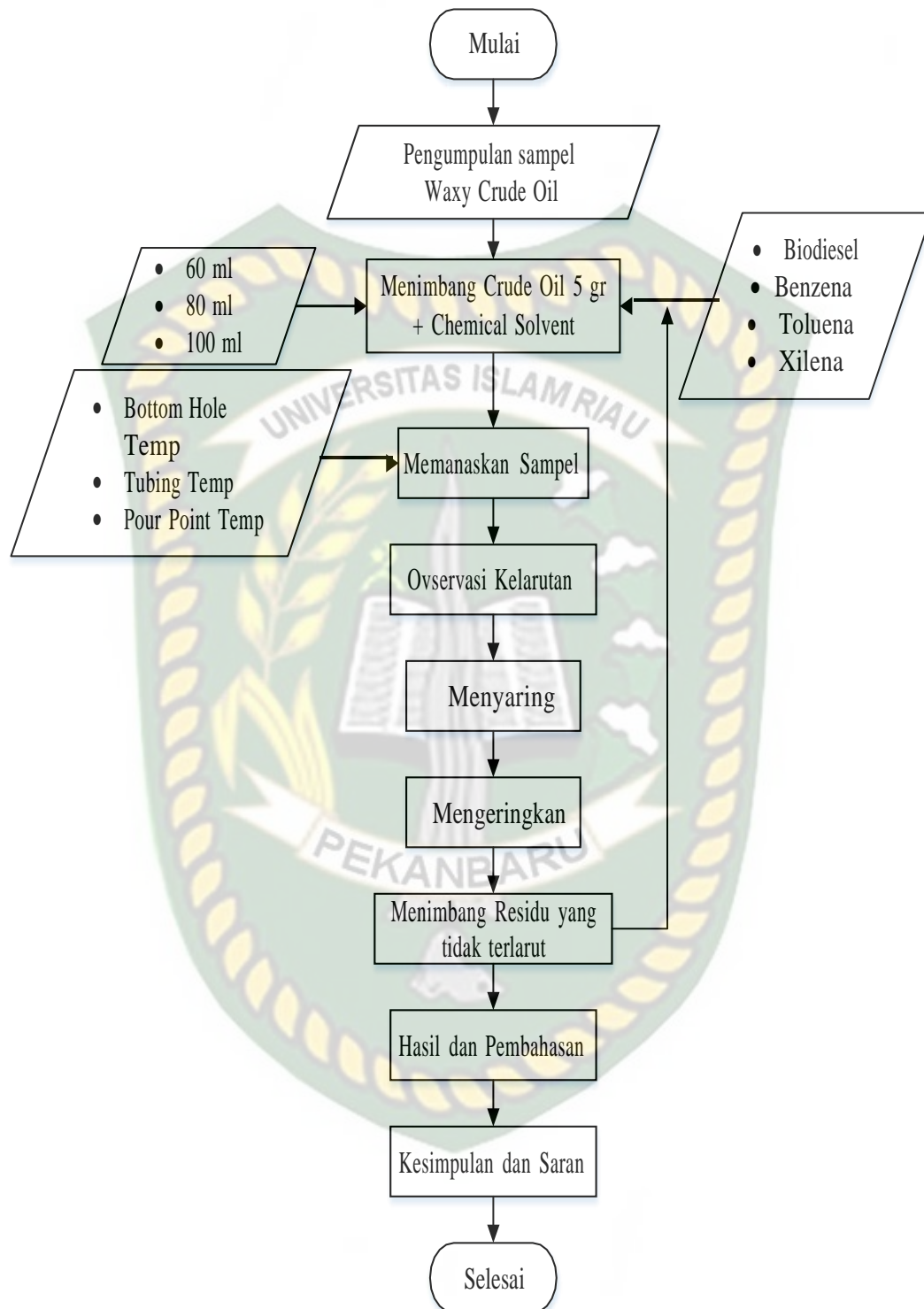


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, metode yang digunakan merupakan metode eksperimen. Pengujian *solvent* biodiesel dilakukan dengan menggunakan *Chemical method* untuk mempelajari hubungan pengaruh *temperature*, dan penambahan jumlah *solvent* biodiesel dalam mengatasi masalah *wax*. Sedangkan, teknik pengumpulan data yaitu data primer didapatkan dari hasil penelitian dan data sekunder didapatkan melalui buku, jurnal, makalah yang sesuai dengan topik penelitian. Setelah mendapatkan hasil, dilakukan evaluasi data yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

3.2 Flow Chart



3.3 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian *solvent* biodiesel adalah :

1. Gelas Kimia
2. *Water Bath*
3. Corong Kaca
4. Termometer
5. *Erlenmeyer*
6. Timbangan Analitik
7. Spatula
8. Gelas Ukur
9. Kertas Saring
10. Aluminium Foil
11. Pipet Tetes
12. *Picnometer*
13. *Waterbath*
14. *Rapid Tester*
15. Tabung Reaksi & Tube
16. *Viscosimeter Redwood*



Timbangan Analitik



Waterbath



Corong Kaca



Gelas Beaker



Gelas Ukur



Erlenmeyer



Pengaduk/Spatula



Aluminium Foil

*Termometer*

Pipet Tetes



Kertas Saring

*Picnometer**Waterbath**Rapid Tester*

Tabung Reaksi & Tube

*Viscosimeter Redwood***Gambar 3.1** Alat yang digunakan pada penelitian *solvent* biodiesel

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian *solvent* Biodiesel adalah :

1. *Crude oil*
 - BOB PT. BSP Pertamina Hulu Energi
 - PT. PHE Siak
 - PT. EMP
 - PT. SPR Langgak
2. Biodiesel (B100) Lemigas
3. Benzena
4. Toluena
5. Xilena

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel tetap :
 - Massa sampel *Crude Oil* : 5 gram
 - Waktu pemanasan : 1 jam
2. Variabel berubah :
 - Volume *Solvent* : 60 ml, 80 ml dan 100 ml
 - Temperature* : *Bottom Hole Temperatur, Pour Point Temperature* dan *Tubing Temperature*
 - Jenis *solvent* : Biodiesel (B100), Benzena, Toluena dan Xilena

3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan penentuan *persentase dissolution wax* pada *crude oil* menggunakan biodiesel akan dilakukan analisa fluida seperti densitas, *specific gravity* (SG), °API, viscositas, *flash point*, *cold point*, *cloud point* dan *pour point*. Prosedur penelitiannya sebagai berikut:

3.5.1 Prosedur Penentuan Densitas, *Specific Gravity* (SG) Dan °API

1. Timbang terlebih dahulu picnometer kosong, kemudian isi picnometer dengan biodiesel.

2. Timbang kembali picnometer yang telah berisi biodiesel, pastikan biodiesel yang diuji telah keluar dari lid (tutup yang memiliki rongga untuk mengalirkan fluida).
3. Selisih berat picnometer ini adalah massa biodiesel.
4. Volume picnometer dapat dilihat dari table yang ada pada alat atau dengan menuangkan biodiesel kedalam gelas ukur untuk mengetahui volume biodiesel yang diuji.
5. Densitas biodiesel dapat diperoleh dari perbandingan massa biodiesel terhadap volume biodiesel.
6. Gunakan langkah 1 sampai dengan 5 pada sampel *crude oil* untuk mengetahui densitasnya.

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{m_2 - m_1}{V} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{specific gravity (SG)} = \frac{\rho_{\text{fluida}}}{\rho_{\text{water}}} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{SG} - 131,5 \dots\dots\dots (3.3)$$

3.5.2 Prosedur Penentuan Viscositas Menggunakan Redwood Viscosimeter

1. Tuangkan sampel pada gelas ukur sebanyak 50 ml
2. Pastikan bola besi pada tube berada tepat pada lobang tempat mengalirnya sampel
3. Masukkan sampel kedalam tube
4. *Setting temperature* yang diinginkan untuk memanaskan sampel
5. Angkat bola besi pada tube setelah *temperature* mencapai batas yang diinginkan
6. Kemudian catat waktu alir sampel sampai tetesan terakhir
7. Lakukan Langkah 1 sampai dengan 6 untuk sampel berikutnya.
8. Viscositas fluida bisa dihitung menggunakan rumus:

$$\mu_{kin} = \left(0.0026 \times t \right) - \left(\frac{1.88}{t} \right) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\mu_{din} = \rho \times \mu_{kin} \dots\dots\dots (3.5)$$

3.5.3 Prosedure Penentuan *Flash Point*

1. Tuangkan sampel biodiesel pada gelas ukur
2. Nyalakan *rapid tester* untuk mengatur *temperature* yang diinginkan
3. Ambil sampel biodiesel yang berada pada gelas ukur menggunakan *syringe*
4. Buka tutup katup pada *rapid tester* untuk untuk meletakkan sampel biodiesel pada katup secara perlahan kemudian tutup kembali tutup katup
5. Atur waktu 2 menit untuk memanaskan sampel didalam katup
6. Nyalakan api pada ujung katup kemudian tarik penutup katup untuk melihat *flash point* sampel biodiesel
7. Mengatur *temperature* dari yang terendah sampai yang tertinggi dengan konsentrasi kenaikan 1 °C
8. Catat pembacaan *temperature* yang terendah saat terjadi *flash point*

3.5.4 Prosedur Penentuan *Cloud Point, Cold Point Dan Pour Point*

1. Meletakkan es batu kedalam bath kemudian letakkan sedikit garam kedalam bath agar es batu tidak mudah mencair
2. Isi sampel biodiesel kedalam tabung reaksi sampai mencapai batas pada tube
3. Letakkan *thermometer* kedalam tabung reaksi yang berisi sampel biodiesel kemudian masukkan tabung reaksi kedalam bath
4. Mengamati pembacaan *temperature* pada *thermometer* dan sampel biodiesel setiap 1 menit sekali
5. Mencatat pembacaan *temperature* pada saat terjadinya kabut atau yang disebut juga *cloud point*
6. Kemudian melanjutkannya sampai sampel biodiesel telah diyakini membeku atau *cold point*
7. Setelah mendapatkan sampel biodiesel pada titik membeku, keluarkan tabung reaksi dari bath pada kondisi sampel biodiesel yang masih membeku

8. Mendingkannya pada *temperature* kamar/ruangan
9. Membaca pengamatan perubahan *temperature* pada saat sampel biodiesel dapat dituangkan, laporkan pembacaan *temperature* pada *thermometer* sebagai *pour point*
10. Ulangi langkah 1 sampai dengan 9 untuk sampel *crude oil*.

3.5.5 Prosedur Penentuan *Persentase Dissolution Wax* menggunakan *Solvent biodiesel*

1. Timbang sampel *waxy crude oil* sebanyak 5 gram masukkan ke dalam gelas kimia.
2. Tambahkan *chemicals solvent* biodiesel pada variasi volume (60 ml, 80 ml, dan 100 ml).
3. Panaskan pada *water bath* selama 1 jam pada variasi suhu *bottom hole*, *pour point* dan *tubing* dan diaduk perlahan.
4. Observasi kelarutan untuk melihat komponen *wax* yang tidak terlarut
5. Saring larutan dengan kertas saring .
6. Keringkan pada *temperature* kamar dan timbang kertas saring dan deposit yang tidak larut.

3.6 Analisa Penelitian

Pengujian kelarutan dilakukan dengan menyaring larutan dengan kertas saring yang sudah ditimbang berat awalnya. Sisa larutan pada kertas saring dibiarkan selama 1 malam dengan suhu kamar, kemudian kertas saring di timbang, sehingga % kelarutan (*dissolution loss*) dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Dissolution Loss} : \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat Residu}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.6)$$

3.7 Tempat Penelitian

Laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

3.8 Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan pada tahun 2021 selama tiga bulan.

No	Jenis Kegiatan	Bulan I				Bulan II				Bulan III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literature												
2	Persiapan alat dan bahan serta SOP pengujian kelarutan												
3	Pelaksanaan penelitian												
4	Pengumpulan data												
5	Membuat laporan hasil												

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Parameter Biodiesel

4.1.1 Densitas

Densitas atau massa jenis merupakan perbandingan berat massa terhadap volume. Semakin besar nilai massa jenis suatu fluida maka semakin berat massa yang terkandung didalamnya. Nilai berat massa suatu fluida dipengaruhi oleh material yang terdapat dalam fluida, semakin padat material yang terkandung di dalam suatu fluida maka semakin besar nilai berat massanya (Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, 2020). Pada tabel 4.1 nilai densitas *solvent* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan nilai densitas *solvent* aromatik.

4.1.2 Titik Leleh (*Pour Point*)

Titik leleh (*Pour point*) merupakan titik dimana suatu fluida dapat mengalir pada *temperature* terendah (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai *pour point* untuk *solvent* biodiesel sebesar 9 °C, dimana pada *temperature* 9 °C penggunaan *solvent* biodiesel tidak bekerja sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* karena pada *temperature* dibawah 9 °C *solvent* biodiesel sudah tidak dapat mengalir.

4.1.3 Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) merupakan titik *temperature* terendah dimana fluida dapat menyala (munculnya percikan api) dalam kondisi tertentu pada *temperature* dan tekanan atmosfer. Titik nyala (*flash point*) ialah faktor penting untuk keamanan terhadap terjadinya kebakaran (Nasrun et al., 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai titik nyala (*flash point*) sebesar 170 °C dimana untuk *solvent* biodiesel pada *temperature* 170 °C titik munculnya percikan api. Untuk aplikasi lapangan pengukuran *flash point* dilakukan karena keamanan *safety* yang diakibatkan gesekan pompa yang meningkatkan *temperature* sekitar sehingga jika digunakan *solvent* yang memiliki nilai *flash point* yang rendah akan menyebabkan mudahnya terjadi kebakaran.

4.1.4 Viscositas

Viscositas dapat dibedakan menjadi dua yaitu viscositas kinematik dan viscositas dinamik. Viscositas kinematik merupakan ukuran seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan densitas sedangkan viscositas dinamik merupakan ukuran suatu seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya dari luar (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai viscositas kinematik untuk *solvent* biodiesel sebesar 2.290 cst dan nilai viscositas dinamis untuk *solvent* biodiesel sebesar 2.025 cP.



Tabel 4. 1 Properties Solvent Biodiesel dan Solvent Aromatik

Properties	Densitas	Titik Didih	Titik Leleh	Specific gravity	Tekanan Uap	Titik Nyala	Viscositas	Titik Kabut	Bentuk	Warna	Bau
Benzena	0.880 gr/cm ³ pada 20 °C	80.1 °C	5.5 °C	0,876	20 °C	-11 °C	0,6076 cP pada 20 °C	-	Cair	Tidak Bewarna	Ciri Khas
Toluena	0.860 gr/cm ³ pada suhu 20 °C	110.6 °C	-95 °C	0,865	25 °C	N/A	0.590 cP pada 20 °C	-	cair	Tidak Bewarna	Ciri khas toluena
Xilena	0.865 gr/cm ³ pada suhu 20 °C	118 °C	-34 °C	0,871	20 °C	25 °C	0.812 cP pada 20 °C	-	Cair	Tidak Bewarna	Berbau khas xilena
Biodiesel	0,882 gr/cm ³ pada suhu 40 °C	N/A	9 °C	0,889	N/A	170 °C	2,025 cP / 2,29 cst pada 40 °C	12 °C	cair	Kekuningan	Berbau khas biodiesel

Table 4.1 *properties solvent* biodiesel dan *solvent* aromatik. *Properties* biodiesel didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan sedangkan *properties solvent* aromatik didapatkan dari *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

4.2 Parameter Crude Oil

Bahan baku pada penelitian ini adalah *Crude Oil* yang diambil dari 4 lapangan minyak bumi di Riau yang berasal dari PT. SPR Langgak, PT. PHE Siak, BOB PT. BSP-Pertamina Hulu, dan PT EMP.

4.2.1 Densitas

Densitas atau massa jenis merupakan perbandingan berat massa terhadap volume. Semakin besar nilai massa jenis suatu fluida maka semakin berat massa yang terkandung didalamnya. Nilai berat massa suatu fluida dipengaruhi oleh material yang terdapat dalam fluida, semakin padat material yang terkandung di dalam suatu fluida maka semakin besar nilai berat massanya (Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, 2020). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai densitas untuk tiap-tiap lapangan. Nilai densitas untuk lapangan BOB sebesar 0.898 gr/ml, nilai densitas untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.947 gr/ml, nilai densitas untuk lapangan PHE Siak sebesar 0.937 gr/ml, dan nilai densitas untuk lapangan EMP sebesar 0.934 gr/ml.

4.2.2 Specific Gravity

Specific gravity merupakan perbandingan massa jenis *crude oil* terhadap massa jenis air pada *temperature* tertentu. Penentuan *specific gravity* pada *crude oil* dilakukan untuk melihat apakah *crude oil* tersebut masuk kedalam kategori *light oil*, *medium oil* atau *heavy oil* (Wahyu et al., 2013). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *specific gravity* untuk tiap-tiap lapangan. Nilai *specific gravity* lapangan BOB sebesar 0.905, nilai *specific gravity* untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.954, nilai *specific gravity* untuk lapangan PHE Siak sebesar 0.944, dan nilai *specific gravity* untuk lapangan EMP sebesar 0.941.

4.2.3 °API

°API mencerminkan seberapa padat atau kentalnya *crude oil* dibandingkan dengan air. Klasifikasi °API sangat digunakan oleh industri perminyakan karena melalui properti ini memungkinkan untuk memperkirakan parameter yang terkait dengan produksi, pemurnian, distribusi, harga dan toksisitas minyak. °API yang tinggi diinginkan oleh industri karena lebih mudah dan lebih murah untuk diproduksi (Correa Pabón & Souza Filho, 2019). Klasifikasi *crude oil* untuk °API yaitu *crude oil* dengan nilai °API >31.1 tergolong kedalam kategori *light oil*, *crude oil* dengan nilai °API 22.3-31.1 tergolong kedalam kategori *medium oil*, dan *crude oil* dengan nilai °API 10-22.3 tergolong kedalam kategori *heavy oil* sedangkan *crude oil* dengan nilai °API <10 tergolong kedalam *extra heavy oil*.

Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai °API untuk tiap-tiap lapangan. Untuk nilai °API lapangan BOB sebesar 24.85 dan tergolong kedalam kategori *medium oil*, untuk nilai °API lapangan SPR Langgak sebesar 16.82 dan ini tergolong kedalam *heavy oil*, nilai °API untuk lapangan PHE Siak sebesar 18.39 ini tergolong kedalam kategori *heavy oil*, dan nilai °API untuk lapangan EMP sebesar 18.87 dan ini tergolong kedalam kategori *heavy oil*.

4.2.4 Viscositas

Viscositas dapat dibedakan menjadi dua yaitu viscositas kinematik dan viscositas dinamik. Viscositas kinematik merupakan ukuran seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan densitas sedangkan viscositas dinamik merupakan ukuran suatu seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya dari luar (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai viscositas kinematik untuk lapangan BOB sebesar 0.286 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.256 cP. nilai viscositas kinematik untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.667 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.631 cP, nilai viscositas kinematik untuk lapangan PHE Siak sebesar 3.974 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 3.698 cP dan nilai viscositas kinematik untuk lapangan EMP sebesar 0.531 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.496 cP.

4.2.5 Cloud Point

Cloud point (titik embun) merupakan titik dimana pada *temperature* tertentu *crude oil* mulai mengalami pengembunan. Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 16 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 16 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 10 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 20 °C

4.2.6 Cold Point

Cold point (titik beku) merupakan titik dimana pada *temperature* tertentu *crude oil* sudah membeku. Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 12 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 6 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 5 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 24 °C. Dimana pada *temperature* tersebut *crude oil* sudah dalam kondisi membeku.

4.2.7 Pour Point

Titik leleh (*Pour point*) merupakan titik dimana suatu fluida dapat mengalir pada *temperature* terendah (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 43.3 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 40.5 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 37.8 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 30 °C. Dimana pada *temperature* tersebut *crude oil* mulai mengalir, jika *temperature* dibawah *pour point* maka *crude oil* tersebut sudah tidak bisa mengalir lagi.

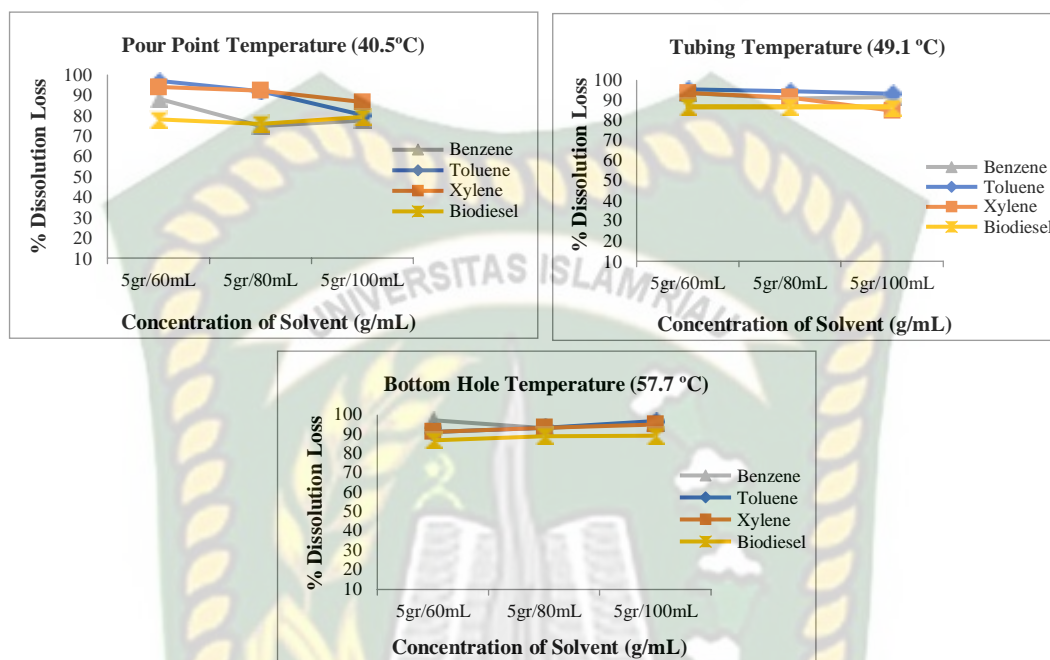
Tabel 4. 2 Properties Crude Oil Dari Setiap Lapangan

Sampel Crude Oil	Densitas	Specific Gravity	Api	Viscositas	Cloud Point	Cold Point	Pour Point
BOB	0,815 gr/ml	0,821	40.85	0.286 cst dan 0,256 cP	33 °C	31 °C	43,3 °C
SPR	0,857 gr/ml	0,863	32.46	0.667 cst dan 0,631 cP	38 °C	35 °C	40,5 °C
PHE	0,897 gr/ml	0,904	25.02	3.974 cst dan 3,698 cP	23 °C	14 °C	37,8 °C
EMP	0,853 gr/ml	0,860	33.03	0.531 cst dan 0,496 cP	24 °C	20 °C	30 °C

Table 4.2 *properties crude oil* dari setiap lapangan yang didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat Laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan.

4.3 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan SPR Langgak

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4. 1 Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan SPR Langgak pada *Pour Point Temperature* (40.5°C), *Tubing Temperature* (49.1°C) dan *Bottom Hole Temperature* (57.7°C)

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *Xylene*) pada sampel *crude oil* PT. SPR Langgak dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (40.5 °C), *tubing temperature* (49.1 °C) *bottom hole temperature* (57.7°C), dan pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* terdapat selisih 8% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *bottom hole temperature* (57.7°C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 89.4%. Pada *tubing temperature* terdapat selisih 7.4% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi

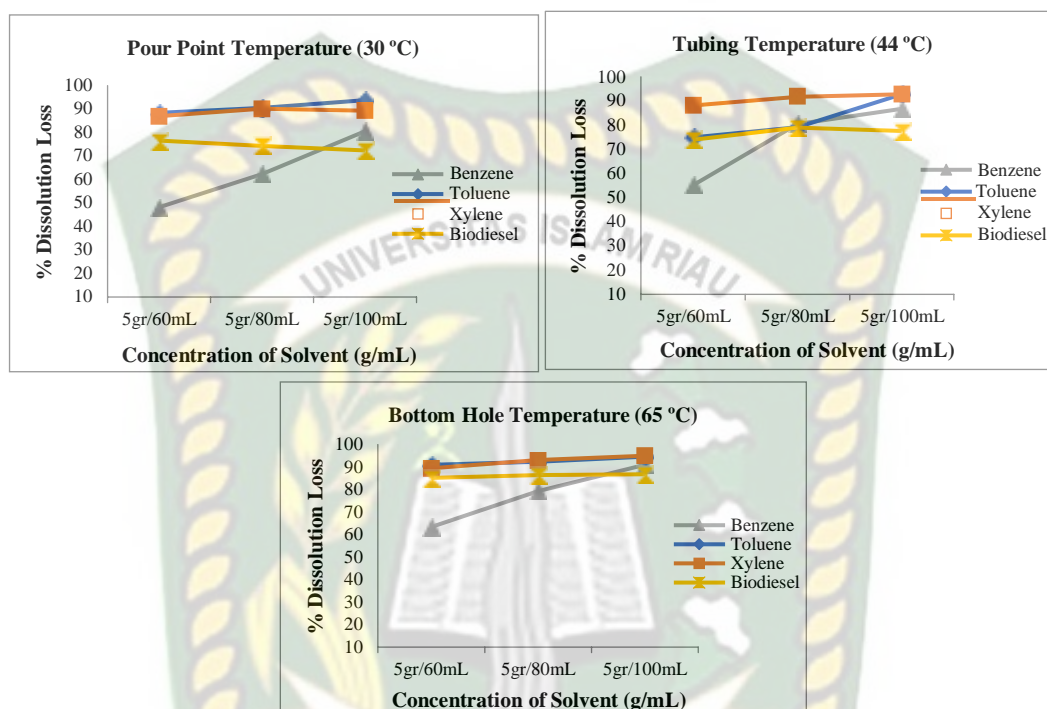
dissolution loss biodiesel pada suhu tubing (49.1 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 87.2%. Sedangkan pada *pour point temperature* terdapat selisih 14.8 % jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *pour point temperature* (40.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 79.4%.

Hal ini membuktikan bahwa biodiesel bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

4.4 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan Energi Mega Persada (EMP)

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan Energi Mega Persada (EMP) pada *Pour Point Temperature* (30°C), *Tubing Temperature* (44°C) dan *Bottom Hole Temperature* (65°C)

Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *Xylene*) pada sampel *crude oil* PT. EMP dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (30 °C), *tubing temperature* (44 °C) dan *bottom hole temperature* (65 °C) pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Terdapat selisih 6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent*

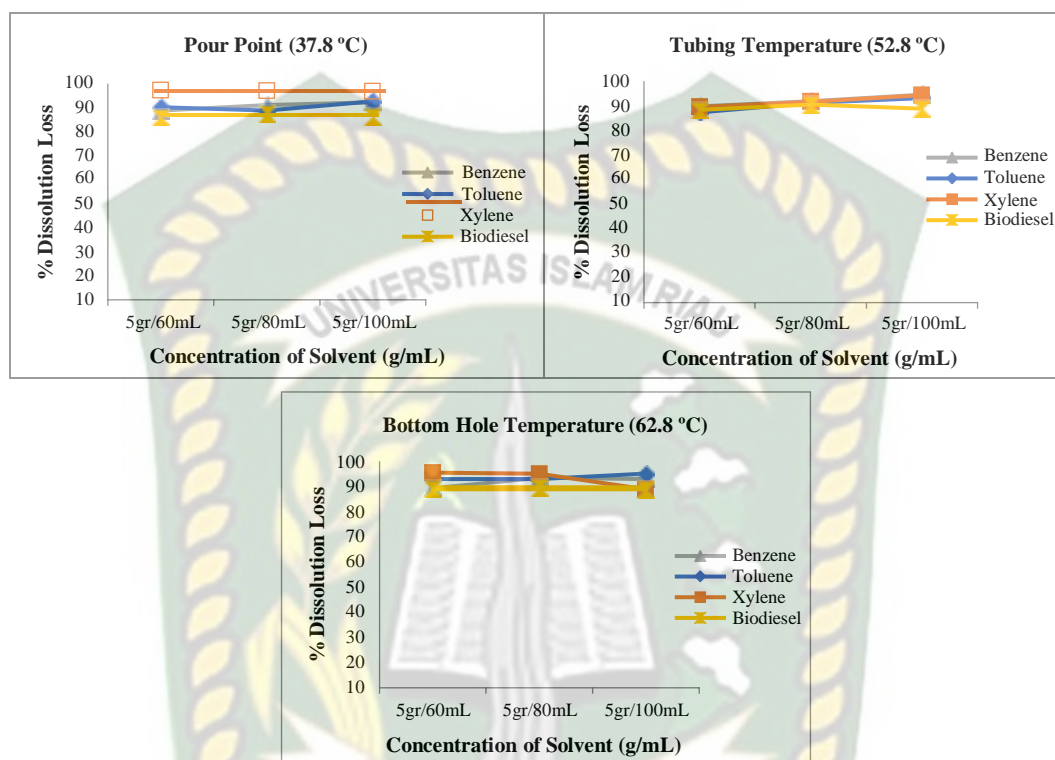
5gr/100 mL yaitu 86.8%. Pada *bottom hole temperature* persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Pada *tubing temperature* (44 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan *toluene* pada konsentrasi 5gr/60 mL. Terdapat selisih 13.8% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 79 %. Sedangkan pada suhu *pour point* (40.5 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution loss* pelarut aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan pada konsentrasi 5gr/80 mL. Terdapat selisih 17.2% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi pelarut aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 76.6%.

Hal ini membuktikan bahwa biodiesel bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapangan Energi Mega Persada (EMP) dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

4.5 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan PHE Siak

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan PHE Siak pada *Pour Point Temperature* (37.8 °C), *Tubing Temperature* (52.8 °C) dan *Bottom Hole Temperature* (62.8 °C)

Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan dengan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xylene*) menggunakan sampel *crude oil* PT. PHE Siak dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (37.8 °C), *tubing temperature* (52.8 °C) *bottom hole temperature* (62.8 °C), dan pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* terdapat selisih 5.4% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi 5gr/80 mL yaitu 89.8%. Pada *tubing temperature* (52.8 °C) terdapat selisih 4% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada

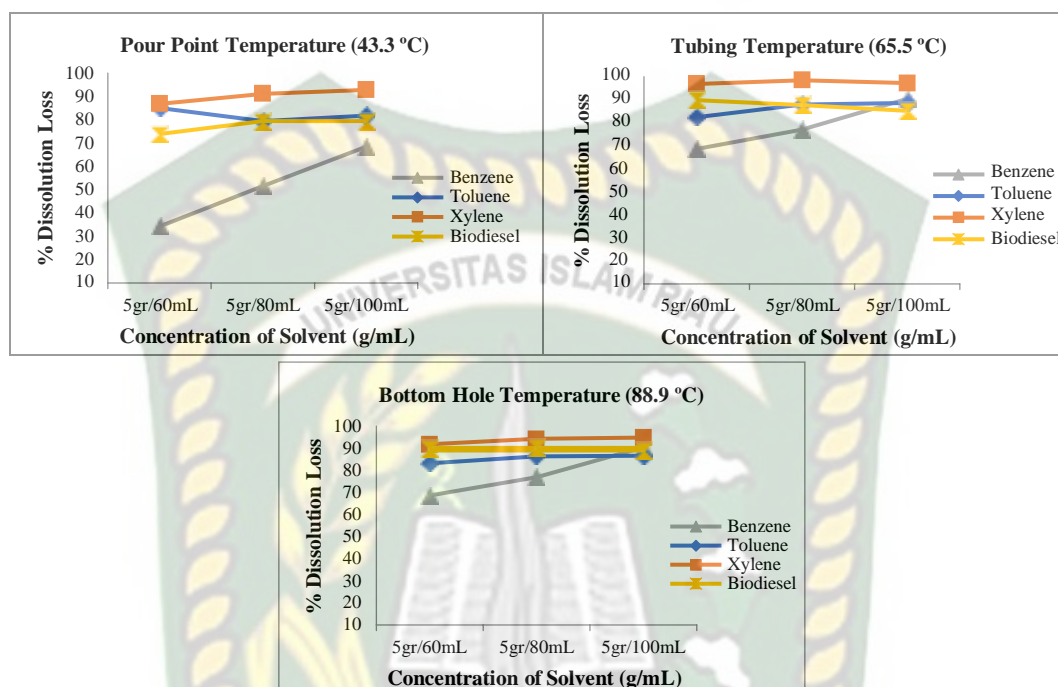
solvent aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *tubing temperature* (52.8 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 90.6%. Sedangkan pada *pour point temperature* (37.8 °C) terdapat selisih 5% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *pour point temperature* (40.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 87.8%.

Hal ini membuktikan bahwa biodiesel juga bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapanag PHE Siak dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

4.6 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan BOB PT.BSP-PHE

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4. 4 Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan BOB PT.BSP-PHE pada *Pour Point Temperature* (43.3°C), *Tubing Temperature* (65.5°C) dan *Bottom Hole Temperature* (88.9°C)

Gambar 4.4 menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan dengan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xylene*) menggunakan sampel *crude oil* Lapangan BOB PT. BSP-PHE dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (43.3 °C), *tubing temperature* (65.5 °C) dan *bottom hole temperature* (88.9 °C) dengan konsentrasi *solvent* 5gr/60mL, 5gr/80mL dan 5gr/100 mL. Pada *bottom hole temperature* (88.9 °C) teramati bahwa persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Terdapat selisih 6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene*. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 86.8%. Pada *tubing temperature* (65.5 °C), persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution*

loss solvent aromatik *benzene* dan *toluene* pada konsentrasi 5gr/60 mL. Terdapat selisih 8.6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel pada *tubing temperature* (65.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 89.8%. Sedangkan pada *pour point temperature* (43.3 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5 gr/100 mL. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel pada *pour point temperature* (43.3 °C) persentase *dissolution loss* tertinggi adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 79.4%.

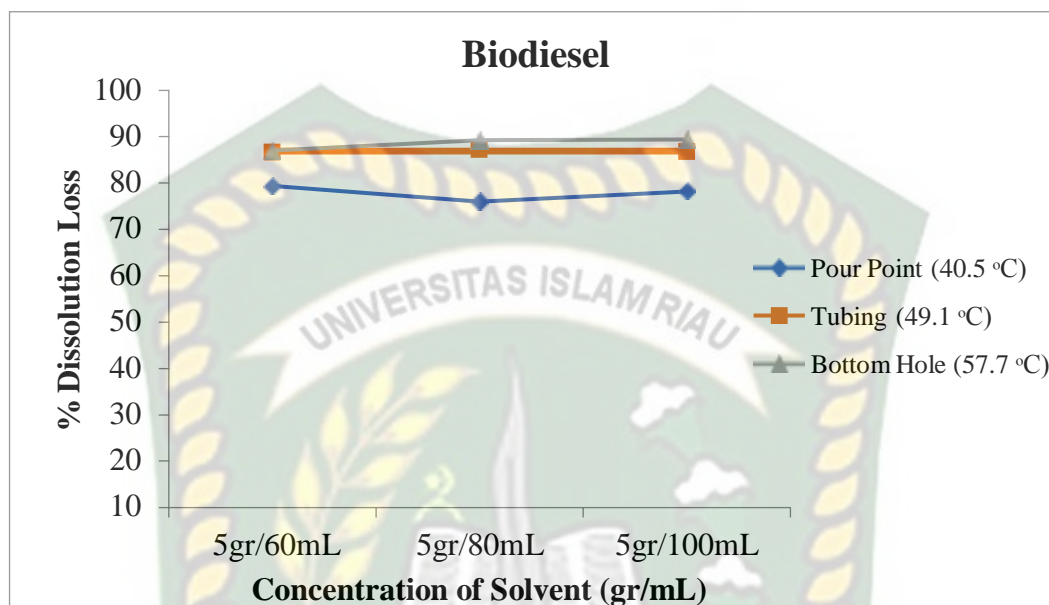
Hal ini membuktikan bahwa biodiesel juga bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapanag BOB PT.BSP-PHE dimana persentase kelarutannya lebih baik dari *solvent* aromatic *benzene* tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkankan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

Chemical solvent yang efektif untuk satu sistem tidak selalu mempunyai keefektifan yang sama untuk sistem lainnya, bahkan untuk sumur dengan reservoir yang sama (Baha et al., 2018). Karakteristik *crude oil* berbeda-beda dari setiap sumur. *Chemical solvent* yang efektif pada satu sumur belum tentu efektif untuk sumur lain. Penggunaan *solvent* biodiesel jika dilihat dari hasil penelitian menunjukkan efektivitas tertinggi pada *crude oil* PHE Siak (90.6%) diikuti sampel *crude oil* BOB PT.BSP-PHE (90.2%) kemudian sampel *crude oil* PT SPR Langgak (89.4%) dan sampe *crude oil* PT EMP (86.8%).

4.7 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan SPR Langgak*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan SPR Langgak

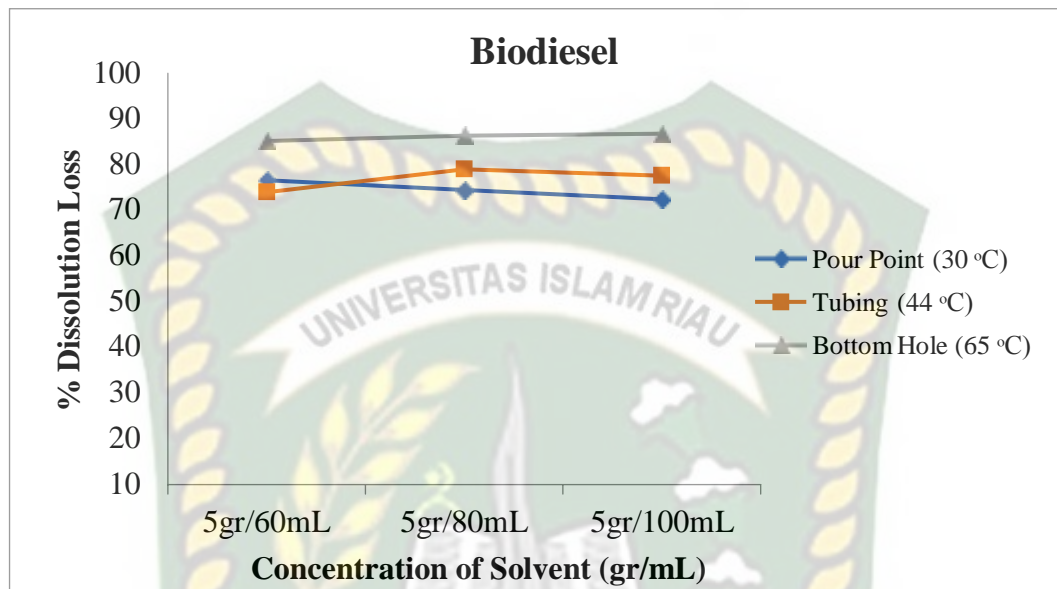
Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan SPR Langgak dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* (57.7 °C) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 89.4 % dan 11 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (40,5 °C) yang sebesar 78.2%. *Persentase kelarutan wax* pada *temperature bottom hole* (87%, 89.2%, 89.4%), *persentase kelarutan wax* pada *temperature tubing* (86.6%, 87.2%, 86.8%) dan *persentase kelarutan wax* pada *temperature pour point* (79.4%, 76%, 78.2%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh *temperature* pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat

paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai *solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature* meningkat dengan penambahan volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (87%, 89.2%, 89.4%). Untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (86.6%, 87.2%, 86.8%) dan (79.4%, 76%, 78.2%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

4.8 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan Energi Mega Persada (EMP)*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:



Gambar 4. 6 Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan EMP

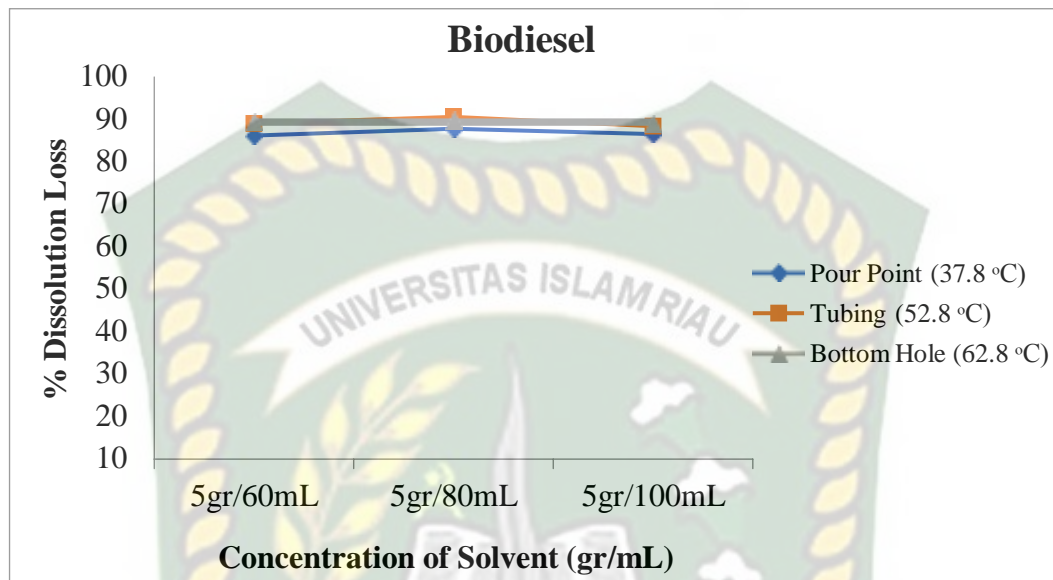
Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan EMP dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* (65 °C) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 86.8 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (30 °C) yang sebesar 72.4%. *Persentase kelarutan wax* pada *temperature bottom hole* (85.2%, 86.4%, 86.8%), *persentase kelarutan wax* pada *temperature tubing* (74%, 79%, 77.6%) dan *persentase kelarutan wax* pada *temperature pour point* (76.6%, 74.4%, 72.4%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh temperatur pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai

solvent yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature* meningkat dengan penambahan volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (85.2%, 86.4%, 86.8%). Untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (74%, 79%, 77.6%) dan (76.6%, 74.4%, 72.4%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

4.9 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan PHE Siak*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:



Gambar 4. 7 Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax lapangan PHE Siak*

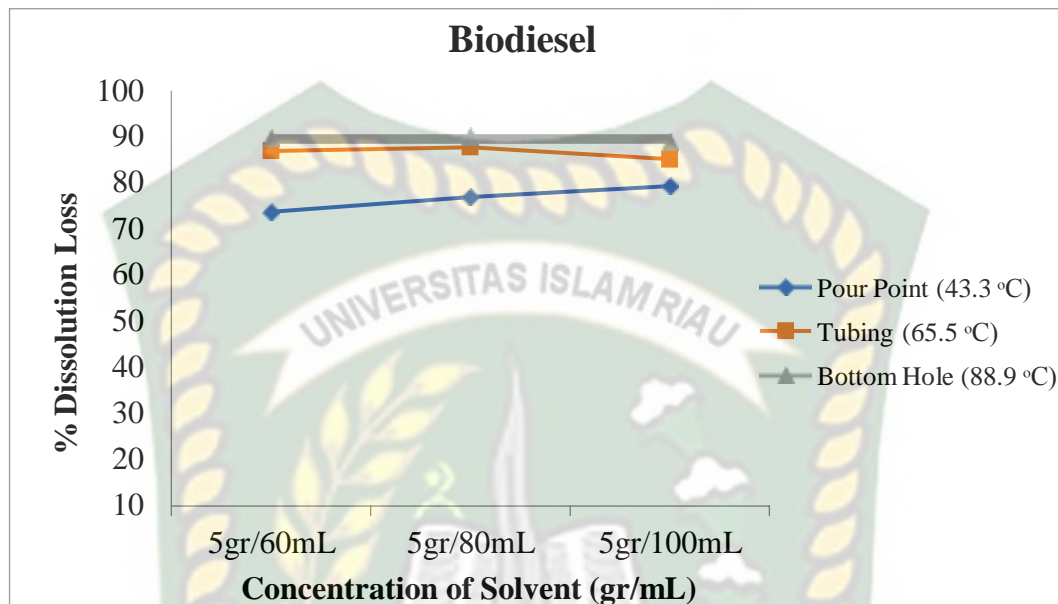
Gambar 4.7 menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax lapangan PHE Siak* dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* (62.8 °C) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 89 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (30 °C) yang sebesar 86.6%. *Persentase kelarutan wax* pada *temperature bottom hole* (89.4%, 89.8%, 89%), *persentase kelarutan wax* pada *temperature tubing* (89%, 90.6%, 88.4%) dan *persentase kelarutan wax* pada *temperature pour point* (86.2%, 87.8, 86.6%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh temperatur pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai

solvent yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature*, *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (89.4%, 89.8%, 89%), (89%, 90.6%, 88.4%) dan (86.2%, 87.8%, 86.6%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

4.10 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan BOB PT.BSP-PHE*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut:



Gambar 4. 8 Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax lapangan BOB PT.BSP-PHE*

Gambar 4.8 menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax lapangan PHE Siak* dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* (62.8 °C) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 89 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (30°C) yang sebesar 86.6%. *Persentase kelarutan wax pada temperature bottom hole* (89.8%, 90.2%, 89%), *persentase kelarutan wax pada temperature tubing* (89.8%, 87.8%, 85.2%) dan *persentase kelarutan wax pada temperature pour point* (73.8%, 79.4%, 79.4%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh *temperatur* pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang

dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai *solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature*, *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (89.8%, 90.2%, 89%), (89.8%, 87.8%, 85.2%) dan (73.8%, 79.4%, 79.4%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Biodiesel terbukti bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax crude oil* dengan efektivitas mendekati *solvent* aromatik. Penggunaan biodiesel sebagai *solvent* untuk menangani permasalahan *waxy crude oil* disarankan pada *temperature* yang tinggi. Hal ini terlihat dari persentase *dissolution loss* yang diperoleh pada setiap sampel *waxy crude oil* rata-rata diatas 80% pada *bottom hole temperature*.

Persentase *dissolution loss* meningkat seiring dengan peningkatan *temperature*, sedangkan peningkatan volume tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase *dissolution loss*. Untuk lapangan SPR Langgak volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (79.4%) *temperature* 49.1 °C (86.6%) dan *temperature* 57.7 °C (87%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (76%) *temperature* 49.1 °C (87.2%) dan *temperature* 57.7 °C (89.2%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (78.2%) *temperature* 49.1 °C (86.8%) dan *temperature* 57.7 °C (89.4%). Untuk lapangan EMP volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (79.6%) *temperature* 44 °C (74%) dan *temperature* 65 °C (85.2%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (79.4%) *temperature* 44 °C (79%) dan *temperature* 65 °C (86.4%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (72.4%) *temperature* 44 °C (77.6%) dan *temperature* 65 °C (86.8%). Untuk lapangan PHE Siak volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (82.6%) *temperature* 52.8 °C (89%) dan *temperature* 62.8 °C (89.4%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (87.8%) *temeprature* 52.8 °C (90.6%) dan *temperature* 62.8 °C (89,8%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (86.6%) *temperature* 52.8 °C (88.4%) dan *temperature* 62.8 °C (89%). Untuk lapangan BOB volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (73.8%) *temperature* 65.5 °C (87%) dan *temperature* 88.9 °C (89.8%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (77%) *temperature* 65.5 °C (87.8%) dan

temperature 88.9 °C (90.2%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (79.4%) *temperature* 65. °C (85.2%) dan *temperature* 88.9 °C (89.0%)

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini ialah dengan peningkatan *temperature* dan penambahan volume *solvent* terjadi fluktuatif untuk *persentase dissolution loss* kemungkinan ini terjadi pada saat proses penyaringan dimana *temperature* yang digunakan adalah *temperature* ruangan. Untuk penelitian berikutnya bisa menggunakan alat yang bisa mengatur *temperature* yang diinginkan selama 24jam agar pada saat proses penyaringan *temperature* yang digunakan stabil. Pada penelitian berikutnya bisa melihat pengaruh sifat kimia dan komposisi pada hidrokarbon tiap-tiap lapangan terhadap *persentase dissolution loss* endapan *wax*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M., Ferizal, F. H., Husna, U. Z., & Pangaribuan, L. (2018). Possibility of wax control techniques in Indonesian oil fields. *AIP Conference Proceedings*, 1941(March). <https://doi.org/10.1063/1.5028059>
- Adesina, F., Paul, A., David, O., & Gbadegesin, A. (2016). Aditif Berbasis Bio-Diesel untuk Meningkatkan Aliran Emulsi dalam Pipa. 288–293.
- Chakrabarti, D. P. (2018). *Effectiveness of Biodiesel as an Alternative Solvent for the Remediation of Asphaltene Deposits*. July 2017. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30120.67845/1>
- Chakrabarti, D. P., & Barat, U. H. (2018). Efektivitas Biodiesel sebagai Pelarut Alternatif untuk Remediasi Endapan Asphaltene Keefektifan Biodiesel sebagai Pelarut Alternatif untuk Remediasi Deposit Asphaltene. April.
- Correa Pabón, R. E., & Souza Filho, C. R. de. (2019). Crude oil spectral signatures and empirical models to derive API gravity. *Fuel*, 237(September 2018), 1119–1131. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.09.098>
- Del Carmen García, M., Carbognani, L., Orea, M., & Urbina, A. (2000). The influence of alkane class-types on crude oil wax crystallization and inhibitors efficiency. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 25(3–4), 99–105. [https://doi.org/10.1016/S0920-4105\(99\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0920-4105(99)00057-1)
- Ehsan, S., & Wahid, M. A. (2012). Necessity of biodiesel utilization as a source of renewable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5732–5740. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.025>
- Ellison, B. T., Gallagher, C. T., & Lorimer, S. E. (2000). Physical chemistry of wax, hydrates, and asphaltene. *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference*, 2, 459–469.
- Fadairo, A., Ogunkunle, T., Lana, O., Oladepo, A., & Babajide, L. (2019). The use of bio-diesel based additive as rheology improver and pour point depressant of Nigerian waxy crude. *Petroleum Science and Technology*, 37(15), 1747–1754. <https://doi.org/10.1080/10916466.2018.1522340>
- Ganeeva, Y. M., Yusupova, T. N., & Romanov, G. V. (2016). Waxes in asphaltenes of crude oils and wax deposits. *Petroleum Science*, 13(4), 737–745.

<https://doi.org/10.1007/s12182-016-0111-8>

Helwani, Z., Othman, M. R., Aziz, N., Kim, J., & Fernando, W. J. N. (2009). Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: A review. *Applied Catalysis A: General*, 363(1–2), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2009.05.021>

Hoffmann, R., & Amundsen, L. (2013). *Journal of Petroleum Science and Engineering Influence of wax inhibitor on fluid and deposit properties*. 107, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2013.04.009>

Jafari, T., Akbar, A., Beigi, M., Taheri, Z., Ghanbari, B., & Ch, N. (2015). The effect of amino [60] fullerene derivatives on pour point and rheological properties of waxy crude oil. *Journal of Molecular Liquids*, 211, 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.07.031>

Kasmungin, S. (2017). *Studi Pemilihan Pour Point Depressant Untuk Penanggulangan*. 211–217.

Kementrian Pertanian. (2020). Statistik perkebunan Indonesia 2018-2020. *Buku Statistik Perkebunan Indonesia*, 1–82. <https://drive.google.com/file/d/1FVxpBNihnuB3ayAALBi-FtsBShIUxMTD/view>

Kitamura, T., Zaki, H., Akbar, K., Palao, F. B., Sosa, J. C. L., Toralde, J. S. S., & Nas, S. (2010). Underbalanced drilling challenges in a high-pour-point oil reservoir in Sepanjang Island, Indonesia. *SPE/IADC Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition 2010*, 3, 79–91. <https://doi.org/10.2118/130314-ms>

Kurnianto, M., & Prasetyo, A. (2018). Prediksi Kedalaman Terbentuknya Wax Pada Sumur X Lapangan Y. *Petro*, 7(2), 65–72. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i2.3678>

Laporan LAPI UIR-SPR Langgak, S. P. R. (n.d.). *Chapter Ii Field Overview Of Langgak Field*.

Laporan LAPI UIR FT-PHE Siak. (n.d.). *Pelamparan Reservoir Wilayah Kerja Siak*.

Larasati, N., Chasanah, S., Machmudah, S., & Winardi, S. (2016). Studi Analisa Ekonomi Pabrik CPO (Crude Palm Oil) dan PKO (Palm Kernel Oil) Dari Buah

Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16851>

M.K. Afdhol, T. Erfando, F. Hidayat M.Y. Hasibuan, C. P. S. (2019). *Application of Pineapple Skin Waste as a Source of Biosolvent for use as Wax Inhibitor*.

M K Afdhol, Hidayat F, M. A. (2020). *A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy- Paraffinic Crude Oil Mitigation A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation*.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/854/1/012017>

Mahmoudkhani, A., Feustel, M., Reimann, W., & Krull, M. (2017). Wax and paraffin control by fracturing fluids: Understanding mode of actions and benefits of water-dispersible wax inhibitors. *Proceedings - SPE International Symposium on Oilfield Chemistry*, 2017-April, 995–1012.
<https://doi.org/10.2118/184594-ms>

Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, M. D. N. (2020). *Densitas dan Porositas Batuan*. January 2017, 1–4.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21184.89607>

Nasrun, N., Kurniawan, E., & Sari, I. (2017). Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 30. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.77>

Putra, E. A. P., Rachman, Y. A., Firmanto, T., Arsyadanie, R., Hafizh, G., & Malacca, E. M. P. (2011). *SPE 147811 Case Study : Cyclic Steam Stimulation in Sihapas Formation*.

Putri, S. K., Sudiyo, R., Studi, P., Pangan, T., Pertanian, P., Andalas, U., Kimia, J. T., Teknik, F., & Mada, U. G. (2013). Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(1), 20–25. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.2453>

Rif'Ati, E. F., & Migas, W. M. P. (2016). *Alternatif Strategi Penanggulangan Masalah Waxy Parafin Pada Tubing Sumur Yang Memproduksi Minyak Parafinik*. 06(1).

Rocha, L. C., Ferreira, M. S., & da Silva Ramos, A. C. (2006). Inhibition of asphaltene precipitation in Brazilian crude oils using new oil soluble

- amphiphiles. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 51(1–2), 26–36.
<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2005.11.006>
- Taylor, P., Tolmac, D., Prulovic, S., Lambic, M., & Radovanovic, L. (2014). *Energy Sources , Part B : Economics , Planning , and Policy Global Trends on Production and Utilization of Biodiesel Global Trends on Production and Utilization of Biodiesel. October 2014,* 37–41.
<https://doi.org/10.1080/15567241003773226>
- Thota, S. T., & Onyeanuna, C. C. (2016). *Mitigation of wax in oil pipelines I.* 4(4), 39–47.
- Towler, B. F., Jaripatke, O., & Mokhtab, S. (2011). Experimental investigations of the mitigation of paraffin wax deposition in crude oil using chemical additives. *Petroleum Science and Technology*, 29(5), 468–483.
<https://doi.org/10.1080/10916460903394029>
- Wahyu, A., Widharyanto, R., Setijono, H., & Nirmala, S. (2013). *Rancang Bangun Sensor Specific Gravity pada Crude Oil Menggunakan Serat Optik Plastik.* 2(2).
- Wang, K. S., Wu, C. H., Creek, J. L., Shuler, P. J., & Tang, Y. (2003). Evaluation of effects of selected wax inhibitors on paraffin deposition. *Petroleum Science and Technology*, 21(3–4), 369–379. <https://doi.org/10.1081/LFT-120018526>
- Wardoyo, A. G. (2020). *Pemodelan titik awal terjadinya pengendapan wax dalam sistem perpipaan dan analisis transportasi high pour point oil (hppo).*
- Wulandari, N., & Hernawati, H. (2017). Fraksinasi Minyak Sawit Kasar dengan Pelarut Organik dalam Pembuatan Konsentrat Karotenoid Crude Palm Oil Fractination with Organic Solutions in Carotenoid Concentrate Production. *Jurnal Mutu Pangan*, 4(2), 83–91.
- Yumna. (2018). Pengaruh Rasio Mol Minyak : Metanol Terhadap Sintesis Biodiesel Dari CPO (Crude Palm Oil) Menggunakan Katalis La/ZnO. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 5(Vol 5 (2018): Edisi 2 Juli s/d Desember 2018), 1–5.
<https://drive.google.com/file/d/1FVxpBNihnuB3ayAALBi-FtsBShIUxMTD/view>
- Zahan, K. A., & Kano, M. (2018). Biodiesel production from palm oil, its by-

products, and mill effluent: A review. *Energies*, 11(8), 1–25.
<https://doi.org/10.3390/en11082132>

Zhu, T., Walker, J. a, Liang, J., & Laboratory, P. D. (2008). *Evaluation of Wax Deposition and Its Control During Production of Alaska North Slope Oils*.

Keenan, (1984). *Kimia Untuk Universitas*, Jilid 1: Erlangga

