



No. 048/LATP21

Jakarta, 13 September 2021

Kepada : **PUSAT STUDI PENGEMBANGAN DAN PENINGKATAN  
PRODUKSI MINYAK BUMI (PSP3MB)**

Alamat : **Jl. Kaharuddin Nasution No.113 Km 11 Marpoyan – Fakultas Teknik,  
Workshop Gedung B Lt 2 Pekanbaru 28284**

U.P. : **Bpk. Dr. Eng. Muslim, MT**  
**Ketua Pusat Studi**

Perihal : **Request for Quotation**

Dengan hormat,

Sehubungan dengan rencana kerja sama pekerjaan Screening Chemical antara PT. Artifisial Teknologi Persada dengan PUSAT STUDI PENGEMBANGAN DAN PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK BUMI (PSP3MB), bersama surat ini, kami berniat meminta penawaran harga untuk Lab test 5 (lima) surfactant, dengan cakupan pekerjaan sebagai berikut :

- Compatibility
- Phase Behaviour
- Filtration Behavior

Demikian disampaikan dan kami menunggu kabar baiknya. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,  
**PT. ARTIFISIAL TEKNOLOGI PERSADA**

**JUDIKO**  
Direktur Utama



Nomor Kontrak : 047/09/LATP21

# COMPATIBILITY, PHASE BEHAVIOUR AND FILTRATION TEST

For  
PT Artifisial Teknologi Persada – CHAMPION-X Chemical Technologies  
(SURFACTANT AND POLIMER LABORATORY TEST FOR BENTAYAN FIELD FOR CHEMICAL EOR)



**CHAMPIONX**

PUSAT STUDI PENGEMBANGAN DAN PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK BUMI  
(PSP3MB)

DESEMBER 2021

Tanggal Pengujian	Laboratorium Pengujian
Pengujian Tahap I 19 September – 25 November 2021	Laboratorium Chemical EOR
Pengujian Tahap II 19 Oktober - 14 Desember 2021	Laboratorium Chemical EOR

#### Team Member PSP3MB:

No	Name	Institution	Occupation / Major
1	Dr.Eng Muslim, MT	Universitas Islam Riau	Dosen Teknik Perminyakan UIR / Team Leader
2	Annur Suhadi, ST, MSc	Universitas Islam Riau	Dosen Teknik Perminyakan UIR / Senior Researcher
3	Neneng Purnamawati, ST., M.Eng	Universitas Islam Riau	Dosen Teknik Perminyakan UIR / Researcher
4	Ramdhani Asywal, ST	Universitas Riau	Teknik Kimia UNRI / Junior Researcher
5	Rifal Fauzi, ST	Universitas Islam Riau	Teknik Perminyakan UIR / Junior Researcher
6	Dedek Julianto, ST	Universitas Islam Riau	Teknik Perminyakan UIR / Junior Researcher
7	Nanang Irwandani	Universitas Islam Riau	Teknik Perminyakan UIR/ Student

#### Team Member ATP

No	Name	Institution	Occupation/Major
1	Weliyanto Hidayat	PT. ARTIFISIAL TEKNOLOGI PERSADA	Project Manager
2	Heppi Muswar	PT. ARTIFISIAL TEKNOLOGI PERSADA	Consultant Advisor

## DAFTAR ISI

I. Pendahuluan .....	4
II. Metodologi <i>Screening</i> Surfaktan .....	5
(Pengujian Tahap I)	
III. Hasil dan Pembahasan (Pengujian Tahap I)	
3.1 <i>Compatibility Test</i> .....	11
3.2 <i>Phase Behavior Test</i> .....	25
IV. Kesimpulan (Pengujian Tahap I) .....	42
V. Rekomendasi (Pengujian Tahap I) .....	43
VI. Metodologi Pengujian Tahap II .....	44
VII. Hasil dan Pembahasan (Pengujian Tahap II)	
7.1 <i>Compatibility Test</i> .....	45
7.2 <i>Phase Behavior Test</i> .....	51
7.3 <i>Filtration Test</i> .....	70
VIII. Rekomendasi Pengujian Tahap II .....	72
IX. Referensi .....	72
X. Lampiran	
1. Data Surfaktan .....	76
2. <i>Scale Prediction Calculation</i> .....	77
3. Hasil Pengamatan <i>Active Content</i> .....	77
4. Timeline Pengujian .....	78
5. Foto-foto Kegiatan Pengujian .....	79
6. Pengujian Polimer .....	85
7. Prosedur Pembuatan Larutan Surfaktan .....	91

Pusat Studi Pengembangan Dan Peningkatan Produksi Minyak Bumi (PSP3MB) melakukan Pengujian *Compatibility, Phase Behaviour And Filtration Test (Surfactant For Implementation In Bentayan Field)* atas permintaan PT. Artifisial Teknologi Persada dengan nomor kontrak : 047/09/LATP21.

### Resume Hasil Pengujian Screening Surfaktan EOR Lapangan Bentayan

Nama Surfaktan	PROE27040A	PROE26005A	PROE27045A	PROE27050A
Konsentrasi (%)	0,075 – 0,15	0,1 – 0,7	0,1 – 0,7	0,1 – 0,7
Modified Brine (ppm)	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Compatibility Test</b>	<b>✗</b>	✓	✓	✓
<b>Phase Behaviour</b>	✓	✓	✓	<b>✗</b>
Konsentrasi (%)	0,025 – 0,8	0,025 – 0,8	0,025 – 0,8	0,025 – 0,8
Salinitas (ppm)	20.000	20.000	20.000	20.000
Keterangan	Indikasi pembentukan mikroemulsi	Indikasi pembentukan mikroemulsi	Indikasi pembentukan mikroemulsi	Tidak mengindikasikan mikroemulsi
<b>Filtration Test</b>	<b>✗</b>	✓	<b>✗</b>	<b>✗</b>
Konsentrasi (%)	0,075	0,075	0,075	0,075
Salinitas (ppm)	20.000	20.000	20.000	20.000

Simbol	Keterangan
✓	Lulus Uji
✗	Tidak Lulus Uji

## Studi Laboratorium *Screening* Surfaktan EOR Bentayan Field

### I. Pendahuluan

PT. ARTIFISIAL TEKNOLOGI PERSADA mempercayakan pengujian (surfaktan dan polimer): **PROE27040A, PROE26005A, PROE27045A, PROE27050A** dan liquid polimer **ASP 820** dan powder polimer **EOR 909**, produk *chemical* dari Champion X Chemical Technologies kepada Pusat Studi Pengembangan dan Peningkatan Produksi Minyak Bumi (PSP3MB) dengan nomor kontrak: 047/09/LATP21. Laporan hasil pengujian dilampirkan sebagai berikut.

Saat ini lapangan minyak di Indonesia sudah memasuki tahap *brown-field* ditandai dengan *water-cut* yang tinggi dan *reservoir influx* yang kecil. Hal ini karena adanya penurunan *reservoir pressure* secara signifikan sehingga produksi minyak terus menurun. Sehingga diperlukan teknologi untuk mengangkat *residual oil* yang masih tersisa di reservoir. Salah satu metode *Enhanced Oil Recovery (EOR)* adalah *chemical flood (cEOR)* untuk membentuk *micro-emulsion* dengan memaksimalkan *sweep efficiency* sehingga *irreducible oil* bisa diproduksi.

Bentayan field yang terletak di sisi timur laut cekungan Sumatera Selatan, memiliki *Recovery Factor (RF)* 14% dari *Original Oil in Place (OOIP)* dengan karakter reservoir yang *high salinity* yang cenderung *oil-wet* dengan kategori minyak *heavy oil*, sehingga sulit untuk menaikkan produksi dengan tekanan reservoir yang terus turun. Untuk mengatasi permasalahan ini, maka diperlukan metode cEOR. (Mucharam, et, al., 2016). Reservoir properties lapangan Bentayan dapat dilihat pada table 1.

**Tabel 1. Reservoir Properties**

Oil Properties			
Layer B		Layer C	
API	19	22.3	°
Viscosity	31.5	19.32	cP
Bo	1.164	1.165	RB/STB
Rsi	352	359	SCF/STB
Asphaltene	0,258	2,633	% w/w
Pour Point	115	110	°F
Water Properties			
Salinity	20060.1	20281.42	ppm
Viscosity	0.3037	0.3037	cP
Rock Properties			
Porosity	19.13	22	%
Typical Permeability	50 – 700		mD
P & T Properties			
P Initial	1579	1663	Psi
Pb	1500		Psi
P current	1579	1560	Psi
Temperature	200	200	°F

Sumber: LEMIGAS

Wax content	13.44 wt/wt %
Reservoir type	Sandstone
Formation	Talang Akar
Over 10,000 ppm salinity, reservoir marine	

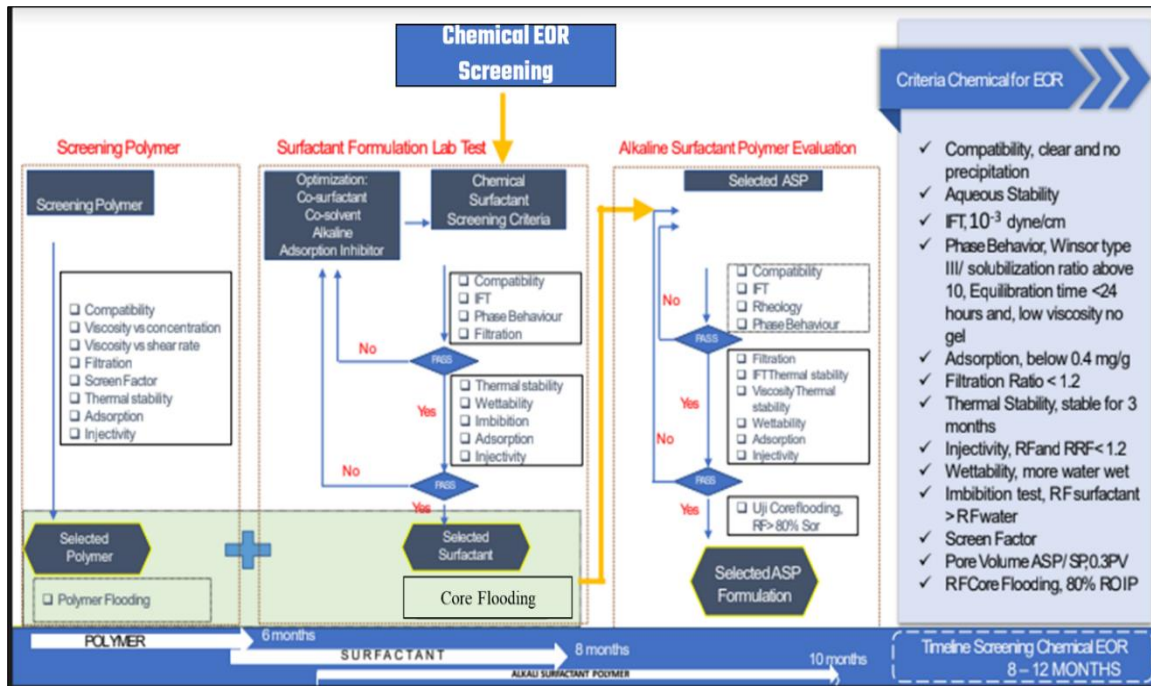
Stratigrafi Regional Berdasarkan Ginger dan Fielding (2005) Formasi Talang Akar diendapkan tidak selaras di atas Formasi Lemat dan selaras (*conformity*) di bawah Formasi Gumai atau Formasi Baturaja. Formasi Talang Akar tersusun atas batu pasir dataran delta, siltstone (batuan yang berukuran di antara pasir dan lempung) dan serpih. Bagian bawah dari Formasi ini mempunyai tipe sedimen *fluvial-delta* dan makin ke atas berubah menjadi kondisi endapan laut. Bagian bawah umumnya terdiri dari batu pasir kasar-sangat kasar selang-seling dengan serpih dan batubara (Gritsant Member), tebal antara 200–550 m. Bagian atas umumnya terdiri dari batu pasir sedang-halus selang-seling dengan serpih atau batu bara (*Transitional Member*) dengan tebal sekitar 300 m. Umur dari formasi ini adalah Miosen Bawah bagian bawah. Ketebalan Formasi Talang Akar berkisar antara 1500–2000 feet (460–610 m) di dalam area cekungan Sumatera Selatan (Kamal dkk, 2005).

Formasi Talang mempunyai pengendapan yang kompleks, terdiri dari *fluvial* (berhubungan dengan sungai), *estuarine* (muara), dan *marine* (laut). Formasi talang akar mempunyai 6 lapisan pengendapan utama (*depositional sequences*) yakni: *Upper transgressive marine* (7-21 m), *Upper stacked fluvial channel* (5-6 m), *Prograding splay delta complex with platform coals* (12-15 m), *Middle staked fluvial channel braidplain* (9-16 m), *Tidally influenced estuarine-marine deposit* (10-30 m), *Lower staked pluvial channel braidplain* (7-25+ m). Urutan ini tidak terhubung secara lapisan pengendapan (*sedimentary body*). *Reservoar sandstone* mengandung 10% sementasi (*cement*) termasuk silika (4-6 % quartz), *authigenic kaolinite*,  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$  (3-5 %). (Siemers, et.al., 1992)

## II. Metodologi Penelitian (Pengujian Tahan I)

Pemilihan surfaktan merupakan proses yang penting dalam mempengaruhi keberhasilan EOR, sehingga dibutuhkan penelitian laboratorium yang intensif untuk mendapatkan surfaktan yang cocok pada reservoir. Pemilihan surfaktan yang digunakan untuk cEOR lapangan Bentayan dilakukan tiga tahap pengujian yaitu uji *compatibility*, *phase behavior*, dan *filtration test*. Pengujian dilakukan dua tahap pengujian. Gambar 1 menunjukkan diagram tahapan *Laboratory Screening of Chemical for Enhanced Oil Recovery*.





**Gambar 1. Workflow Laboratory Screening of Chemicals for EOR**  
(Sumber: Presentasi Lemigas)

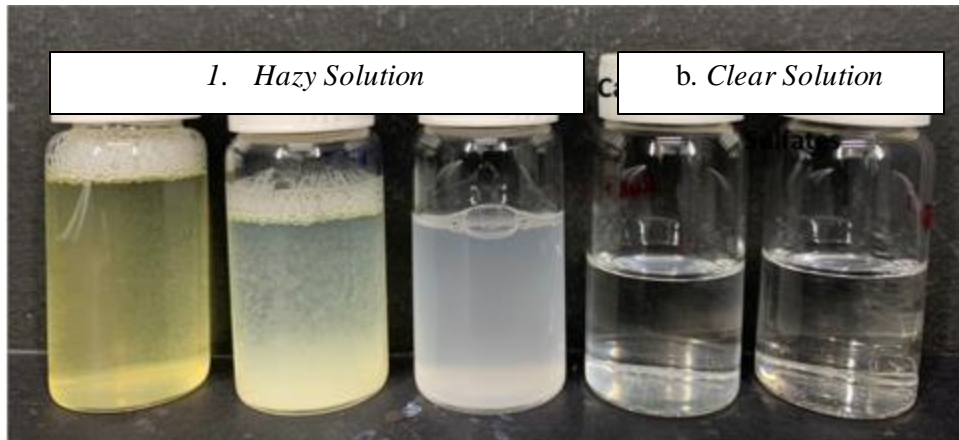
### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat gelas standar penelitian (erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, tabung ukur), neraca analitik digital, *micropipette*, *oven*, *hot plate stirrer*, *filter paper* 0,2 dan 3 mikron, *tube test* dilengkapi dengan penutup, *filtration test apparatus*, *Rotary Centrifuge*, TDS meter. Bahan meliputi: surfaktan sebanyak 4 jenis yaitu PROE27040A, PROE26005A, PROE27045A, PROE27050A; air formasi lapangan Bentayan, crude oil lapangan Bentayan Layer B dan Layer C, heksana, *demineral water*, NaCl, gas N<sub>2</sub>.

### Uji Compatibility

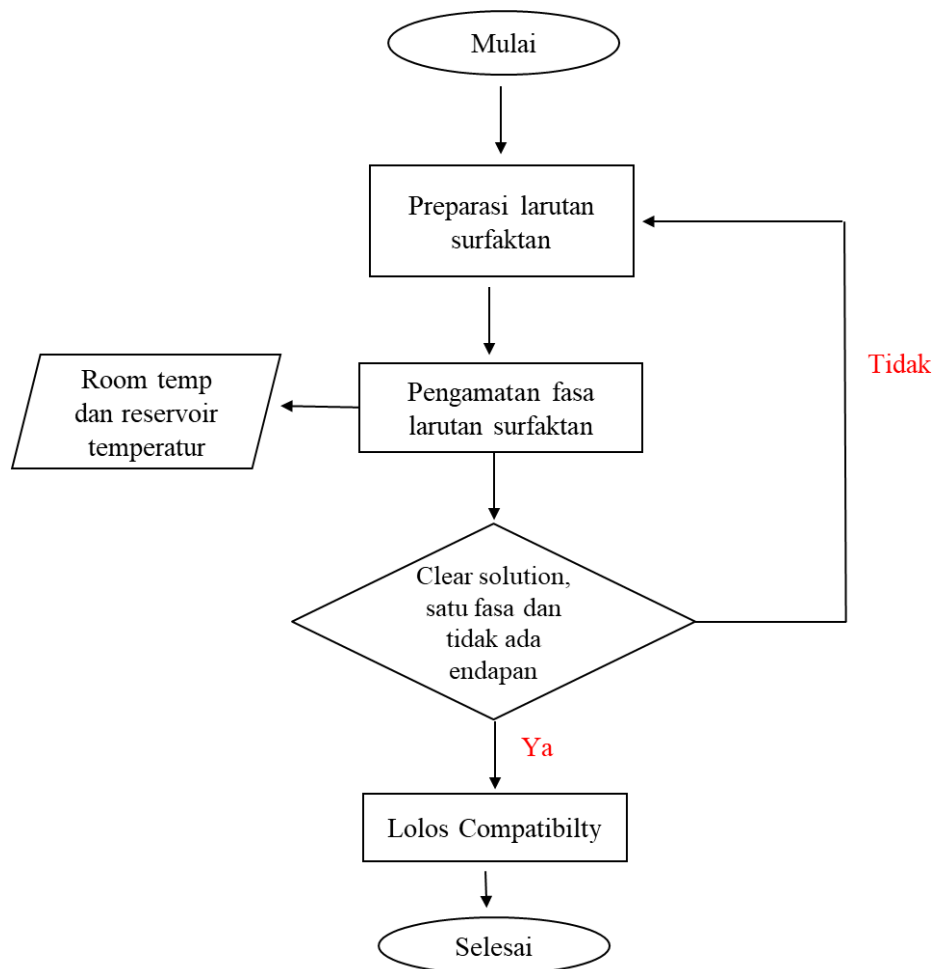
Pengujian dilakukan dengan mengambil sejumlah sampel surfaktan pada konsentrasi tertentu dengan menambahkan air formasi dengan salinitas tertentu, selanjutnya lakukan proses *stirrer* selama 4 jam. Larutan surfaktan yang dibuat di letakkan dalam *oven* yang di set pada suhu *reservoir* dan dilakukan pengamatan selama 14 hari. Sampel yang lolos uji *compatibility* yaitu larutan yang tetap bening dan tidak terbentuk endapan seperti ditampilkan pada Gambar berikut.





**Gambar 1.** Larutan tidak lolos *compatibility test* (a) dan yang lolos *compatibility test* (b)

Flowchart pengujian kompatibilitas pada gambar 2.



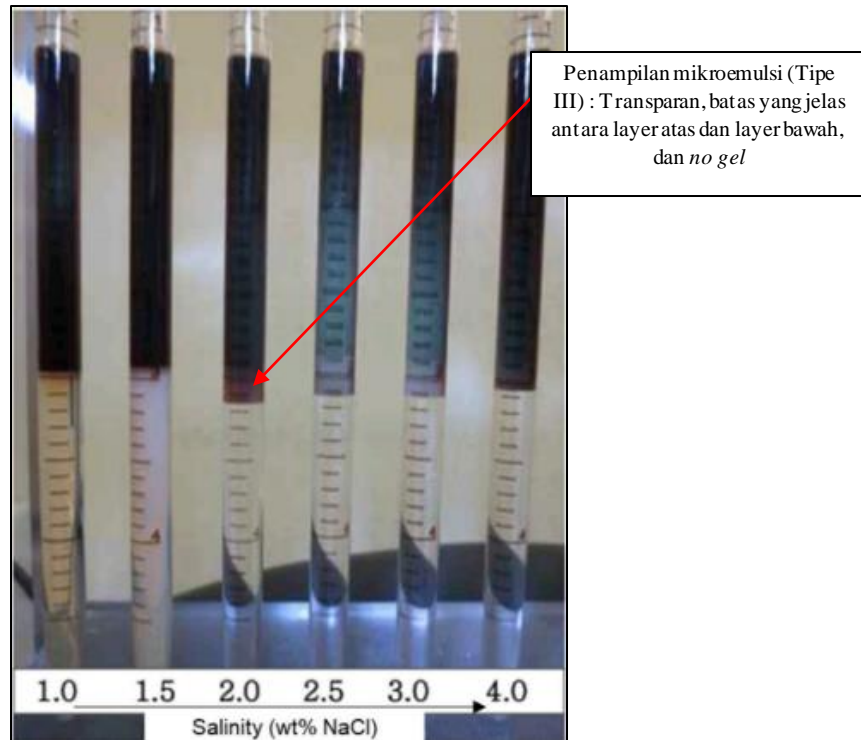
**Gambar 2.** Flowchart Uji *Compatibility*

Sumber: (Hocine S, et, al., 2016)

### Uji Phase Behavior

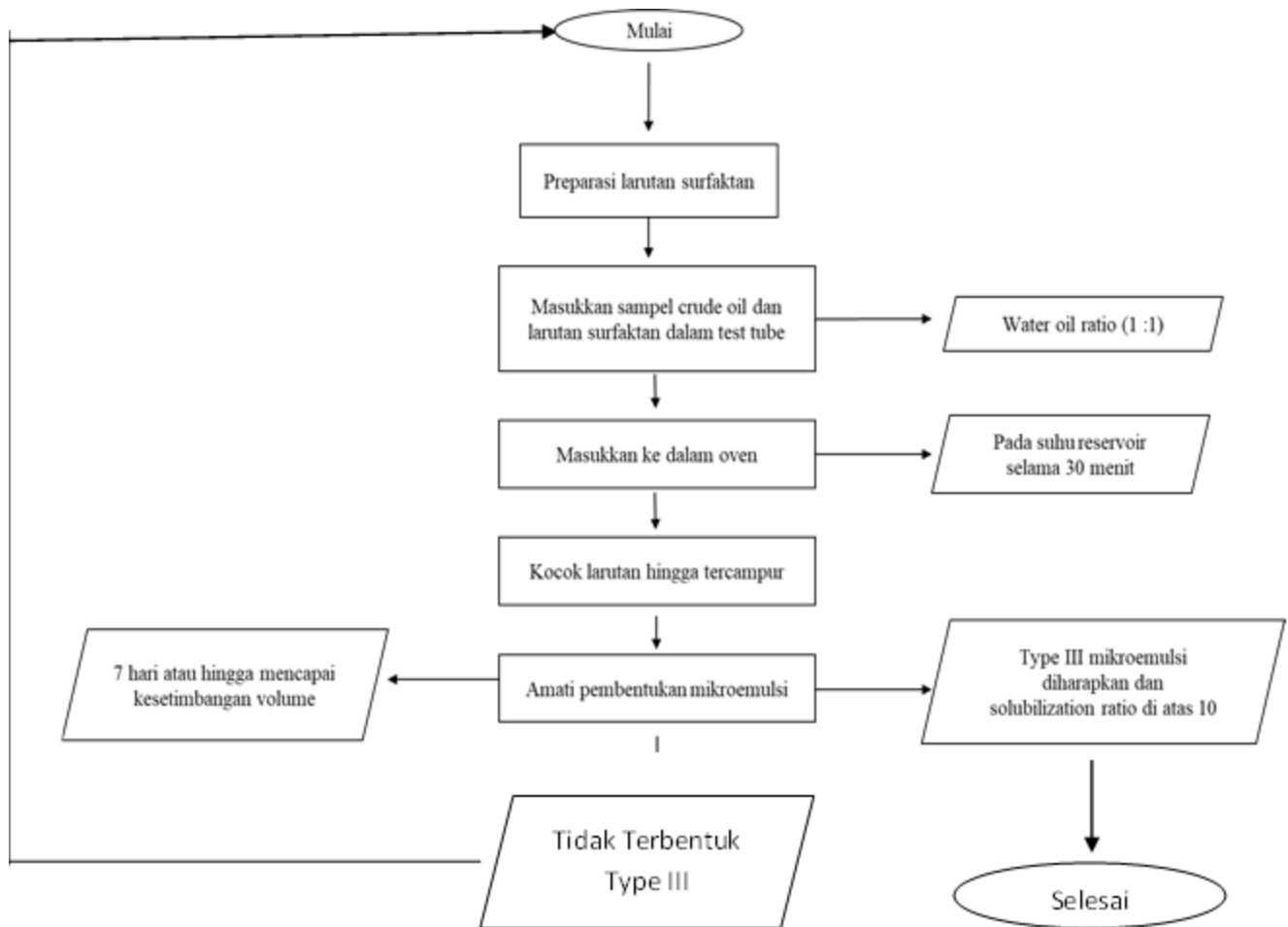
*Phase Behavior Test* dilakukan menggunakan *tube*, tabung kecil, atau *pipette test*. Tujuan utama dari *Phase Behavior Test* adalah untuk menemukan *formula chemical* yang nantinya digunakan untuk aplikasi tertentu dalam pengerjaan ini digunakan untuk pengerjaan *cEOR*. Larutan surfaktan yang sudah melewati syarat lulusnya *compatibility test*, seperti larutan yang terbentuk *clear*, satu fasa, dan tidak ada pengendapan, dapat dilanjutkan ke tahap *salinity scan* atau *Phase Behaviour Test*. Harapannya ialah dapat terbentuknya *solubilization ratio* ( $V_o/V_s$ ) dengan nilai lebih besar dari 10, (Sheng, 2011). Dalam beberapa referensi nilai *solubilization ratio* ( $V_o/V_s$ ) minimal 8 (Rillian, AN, 2021).

Prosedur pengerjaan *Phase Behavior Test*, pertama siapkan *tube* berukuran 15 mL, air formasi, Larutan Surfaktan dan *Crude Oil*. Air Formasi yang sudah dimasukkan surfaktan dimasukkan ke dalam *tube* berukuran 15 ml, Barnes et al (2008) dalam penelitiannya rasio atau perbandingan antara *brine/ water* dengan *crude oil* ialah 1:1 (v/v). *Tube* yang telah diisi sampel *fluida* yang akan diuji ditutup agar tidak terjadi kontak dengan oksigen dari udara. *Tube* yang sudah ditutup ditempatkan pada rak kayu yang dapat menampung lima hingga sepuluh sampel sebelum dimasukkan ke dalam *oven* selama 30 menit (Alli & Tobing, 2016), kemudian dilakukan pengocokan secara perlahan-lahan hingga kedua larutan saling bercampur. *Tube* dimasukkan kembali ke dalam *oven* pada suhu *reservoir* dan dilakukan pengamatan terhadap emulsi hingga mencapai kesetimbangan. Waktu pengamatan terbentuknya emulsi bisa beragam yang mana dimulai dari 1, 6, 24 jam bahkan hingga 7 hari (Barnes et al., 2008). Contoh terbentuknya Mikroemulsi yang sebenarnya ditampilkan pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Contoh *Middle Phase Microemulsion* pada Pengujian *Light Crude Oil* (Shabrina, 2019)

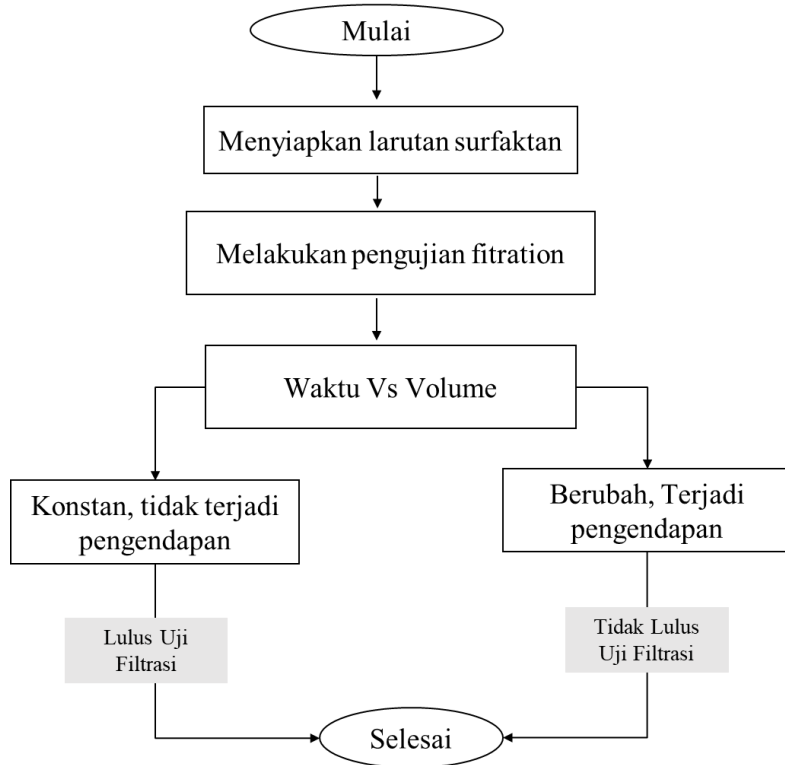
Berikut *flowchart* prosedur pengujian *phase behavior*.



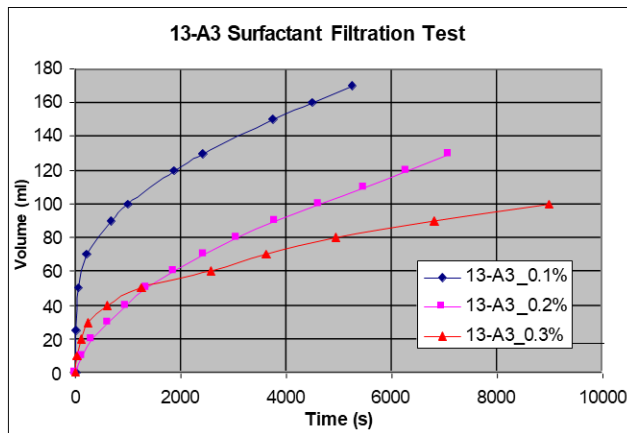
**Gambar 4.** *Flowchart* pengujian *phase behavior*  
(Barnes et al., 2008)

### Uji Filtrasi

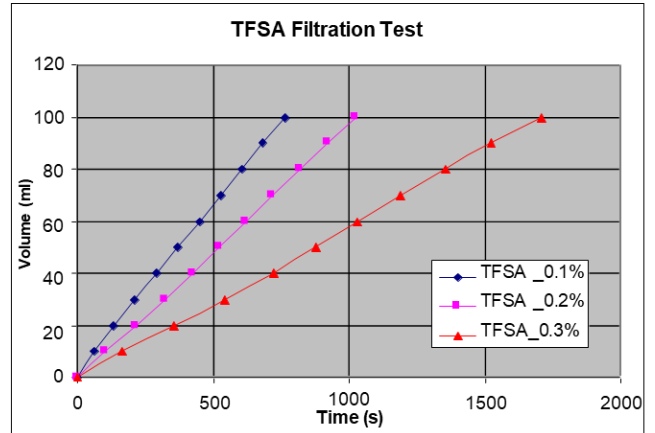
Pengujian dilakukan dengan menyaring larutan surfaktan konsentrasi tertentu menggunakan kertas saring berukuran 0,2  $\mu\text{m}$  dan 3  $\mu\text{m}$  dalam silinder berpenutup. Kemudian alirkan tekanan sebesar 30 psi ke dalam silinder. Amati dan catat waktu yang dibutuhkan untuk setiap 10 ml larutan surfaktan yang keluar dari silinder (volume vs waktu). Apabila grafik menunjukkan garis lurus, maka menunjukkan tidak adanya endapan dalam larutan surfaktan. Prosedur uji filtrasi dimulai dari persiapan rangkaian alat filtrasi dan dihubungkan dengan tabung gas  $\text{N}_2$ , kemudian memasukkan *filter paper whattman* ke dalam silinder alat filtrasi. Larutan surfaktan konsentrasi 0,075% dengan salinitas 20.000 ppm sebanyak 350 ml dimasukkan ke dalam silinder alat filtrasi. Menutup silinder dan dialiri tekanan sebesar 30 psi. Mencatat waktu setiap 10 ml larutan surfaktan yang keluar dari silinder. Plot waktu versus volume untuk mendapatkan titik yang membentuk garis lurus. Gambar 4 menunjukkan *flowchart* pengujian filtrasi. Gambar 5 *flowchart filtration test*.



**Gambar 5. Flowchart pengujian filtrasi**  
 Sumber : Sheng J.J, 2011



**Shows the existing of precipitant**



**Desired result**

**Gambar 6. Grafik Filtration Test**




### III. Hasil dan Pembahasan (Penguji Tahap I)






#### 3.1. Compatibility Test






Uji *compatibility* ini bertujuan untuk mengetahui kelarutan surfaktan terhadap air formasi. Larutan yang memenuhi uji *compatibility* adalah larut sempurna, jernih (*clear solution*), tidak keruh (*hazy solution*) dan tidak membentuk endapan. Dari hasil pengujian di laboratorium, didapatkan salinitas air formasi lapangan Bentayan adalah 20.000 ppm, kemudian dicampurkan dengan surfaktan dengan konsentrasi tertentu.

Hasil pengamatan uji *compatibility* untuk surfaktan PROE27040A terlihat pada tabel 2.


**Nama Surfaktan** : PROE27040A (Ranking 1)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Total Volume** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 1 November 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 14 November 2021

Tabel 2. Hasil Uji <i>Compatibility</i> Surfaktan PROE27040A			
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
01 November 2021		0,075	Clear solution, adanya foam
		0,1	Clear solution, adanya foam
		0,125	Clear solution, adanya foam
		0,15	Clear solution, adanya foam
02 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,100	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,150	Clear solution dan adanya endapan
03 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
04 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
05 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
06 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
07 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
08 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
09 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
10 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
11 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
12 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
13 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			






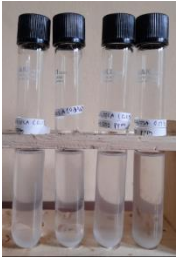

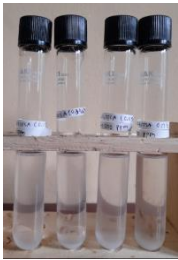

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
14 November 2021		0,075	Clear solution dan adanya endapan
		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,125	Clear solution dan adanya endapan
		0,15	Clear solution dan adanya endapan


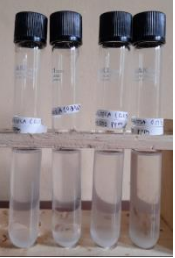



Dari tabel 2 menghasilkan *clear solution* dan terdapat adanya endapan dalam semua sampel larutan surfaktan sampai pengamatan hari ke-14. Dengan adanya endapan, untuk sementara surfaktan PROE27040A tidak lolos uji kompatibel.



Hasil pengamatan uji *compatibility* untuk surfaktan PROE26005A terlihat pada tabel 3 berikut

**Nama Surfaktan** : PROE26005A (Ranking 2)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Total Volume** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 24 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 06 November 2021

Tabel 3. Hasil Uji <i>Compatibility</i> Surfaktan PROE26005A			
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
24 Oktober 2021		0,1	Clear solution, adanya foam
		0,3	Clear solution, adanya foam
		0,5	Clear solution, adanya foam
		0,7	Clear solution, adanya foam
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
25 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Clear solution, ada endapan
		0,7	Clear solution, ada endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
26 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Clear solution, ada endapan
		0,7	Clear solution, ada endapan
<hr/>			
27 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Clear solution, ada endapan
		0,7	Clear solution, ada endapan
<hr/>			
28 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
29 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
30 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan


Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
31 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
01 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
02 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
03 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
04 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan






Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
05 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
06 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan






Dari hasil pengamatan, untuk surfaktan PROE26005A menghasilkan *clear solution*, namun terdapat kerak yang menempel pada *tube* dan terdapat endapan pada dasar *tube*, Sehingga, berdasarkan hasil pengamatan, untuk sementara surfaktan PROE26005A tidak lolos uji *compatibility*.




Hasil pengamatan uji *compatibility* surfaktan PROE27045A terlihat pada tabel 4.

**Nama Surfaktan** : PROE27045A (Ranking 3)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Total Volume** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 25 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 07 November 2021

Tabel 4. Hasil Uji <i>Compatibility</i> Surfaktan PROE27045A			
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
25 Oktober 2021		0,1	Clear solution, adanya foam
		0,3	Clear solution, adanya foam
		0,5	Less hazy solution, adanya foam
		0,7	Less hazy solution, adanya foam

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
26 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Less hazy solution, ada endapan
		0,7	Less hazy solution, ada endapan
<hr/>			
27 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Less hazy solution, ada endapan
		0,7	Less hazy solution, ada endapan
<hr/>			
28 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
29 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
30 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
31 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
01 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
02 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
03 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
04 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
05 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
06 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
07 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Tabel 4 memperlihatkan hasil pada akhir pengamatan berupa larutan yang *clear solution*, namun terdapat *scale* yang menempel pada dinding *tube* dan adanya endapan, maka sementara surfaktan PROE27045A juga tidak lolos uji *compatibility*.



Untuk hasil uji compatibility surfaktan PROE27050A, terlihat pada tabel 5.





**Nama Surfaktan** : PROE27050A (Ranking 4)






**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm






**Total Volume** : 15 ml

**Tanggal Mulai Pengujian** : 25 Oktober 2021

**Tanggal Selesai Pengujian** : 07 November 2021

Tabel 5. Hasil Uji <i>Compatibility</i> Surfaktan PROE27050A			
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
25 Oktober 2021		0,1	Less hazy solution, adanya foam
		0,3	Less hazy solution, adanya foam
		0,5	Less hazy solution, adanya foam
		0,7	Less hazy solution, adanya foam
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
26 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Clear solution, ada endapan
		0,7	Clear solution, ada endapan
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
27 Oktober 2021		0,1	Clear solution, ada endapan
		0,3	Clear solution, ada endapan
		0,5	Clear solution, ada endapan
		0,7	Clear solution, ada endapan
Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
28 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
29 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
30 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
31 Oktober 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
01 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
02 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Tanggal	Gambar	Konsentrasi	Keterangan
03 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
04 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
05 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
06 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan
<hr/>			
07 November 2021		0,1	Clear solution dan adanya endapan
		0,3	Clear solution dan adanya endapan
		0,5	Clear solution dan adanya endapan
		0,7	Clear solution dan adanya endapan

Pada tabel 5 terlihat semua larutan berupa *clear solution*, terdapat *scale* yang menempel pada *tube* dan terbentuk endapan pada semua larutan surfaktan, sehingga surfaktan PROE27050A untuk sementara tidak lolos uji *compatibility*.

Dari hasil pengujian keempat surfaktan, tidak satupun surfaktan lolos uji *compatibility*. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Keempat surfaktan ini mengandung konsentrasi *active content* yang tinggi yaitu 5-30%, sehingga diberbagai pengujian konsentrasi terbentuk *foam (over-treated)*. *Active content* ProE27045A *sulfonated salt* dan *co-surf lauryl hydroxyl sultaine (formulation oil-based)* menggunakan *ethylene glycol butyl ether* sebagai penghomogen dengan *methanol (alcohol derivative)* untuk meningkatkan *solubility active content* surfaktan dengan *demineralized water* sebagai *solvent*. Hanya saja *derivative alcohol* sebagai *coupling agent* yang digunakan mempunyai *flash point* yang terlalu rendah dibandingkan dengan *bottom hole temperatur* (93 °C), sehingga *partial alcohol* berubah fasa dari *liquid* menjadi uap.

Demikian juga dengan ProE27050A dengan *active content sulfonated salt* dan *co-surfactant lauryl (glycerol) sultaine* yang *oil based (formulation)* yang menggunakan alkohol sebagai *coupling agent*. Sedangkan *water-based demulsifier* yang digunakan yakni ProE26005A *sulfonic sodium salt (formulation water-based)* mempunyai titik didih campuran yang lebih sesuai untuk BHT karena tidak terdapat fraksi alkohol. Demikian juga dengan *water-based sulfonic salt (anionic typed surfactant)* dengan *co-surfactant Lauryl dimethyl betaine dan myristyl dimethyl betaine* (ProE27045A *seri water-based*).

Selain munculnya *foam*, seluruh larutan surfaktan pada uji kompatibilitas membentuk *endapan (scale)*. Penelitian terkait *scale* Bentayan pernah dilakukan oleh Diky Pranondo dan tim (2017). Dari hasil pengujian air formasi, didapatkan hasil kadar bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) cukup tinggi dalam air formasi lapangan bantayan yaitu sekitar 4026 mg/L. Selain itu, *precipitation surfactant* dapat disebabkan gypsum ( $\text{CaSO}_4$ ) yang terbentuk dari air formasi  $\text{SO}_4^{2-}$  yang bereaksi dengan  $\text{Ca}^{2+}$  pada air formasi.  $\text{CaSO}_4$  mempunyai *solubility* pada air formasi, jika BHT meningkat kelarutan  $\text{CaSO}_4$  juga naik, sehingga air formasi menjadi jenuh (*saturated*) dan kelarutan surfaktan menjadi turun atau bahkan mengendap (*precipitation*). (Ameri, 2018). Endapan yang terbentuk perlu diuji lanjut dengan melarutkan endapan yang terbentuk pada uji kompatibilitas dengan larutan HCl teknis. Jika hasil pengujian endapan terlarut sempurna (menghasilkan  $\text{CaCl}_2$ ) dan terbentuk gas  $\text{CO}_2$ , maka dapat dipastikan bahwa endapan yang terbentuk pada uji kompatibilitas adalah *scale*  $\text{CaCO}_3$ . (Ameri, 2018).

Di Bentayan *field*, formasi talang akar, *middle stacked fluvial channel braidplain* menunjukkan kualitas reservoir terbaik. Lapisan pengendapan tebal, *well connected, fine to coarse grained sand, cross-bedded fluvial sandstones*, mempunyai sisa *mud matrix* yang kecil, fraksi (*fraction*) *framework* yang matang secara mineralogi, *compaction* dari *overburden* kategori sedang sehingga membuat *intergranular macroporosity* utama. Pengembangan *secondary porosity* dengan adanya *feldspar* ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) yang terlarut (*dissolution*). Dengan adanya *feldspar* yang terlarut di air formasi dan terdissosiasi, maka  $\text{Ca}^{2+}$  akan berikatan dengan  $\text{SO}_4^{2-}$  dari air formasi yang berasal dari *marine* membentuk  $\text{CaSO}_4$ . Kelarutan  $\text{CaSO}_4$  (*gypsum*) ini dapat diturunkan dengan penambahan *bicarbonate* seperti  $\text{NaHCO}_3$  atau  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang nanti akan

ter-ion di air formasi menjadi  $\text{HCO}_3^-$ . (Siemers, et.al, 1992). Hal ini dapat dilihat pada *tabel water analysis*.

**Tabel 6.** Analisa Air Formasi Bentayan

Ion	Mg/l
$\text{Na}^+$	7525,75
$\text{Ca}^{2+}$	30.00
$\text{Mg}^{2+}$	30.00
$\text{CO}_3^{2-}$	0.00
$\text{HCO}_3^-$	4026.00
$\text{SO}_4^{2-}$	8.00
$\text{Cl}^-$	9496,25
$\text{Fe}^{2+}$	0.07
Total dissolved ion	21145.87

Sumber : (Diky Pranondo, et.al, 2017)


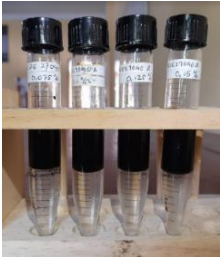

Pada Tabel 6 dapat dilihat kandungan *Calcium* yang rendah (30 mg/L) dan perbandingan Cl/Na yang rendah (1,2). Rasio ini jauh dari kategori tinggi (Cl/Na=2) seperti air formasi di *Deep South Texas* dari *lower coast*. Pada tabel 6 juga terlihat tingginya kadar bikarbonat. Kadar bikarbonat yang tinggi mengakibatkan munculnya endapan pada semua larutan surfaktan. Pengujian dengan *Scale Prediction Calculation* untuk *scale*  $\text{CaCO}_3$  menggunakan *angka Saturation index* 1.0702 dihitung dengan metode *Stiff-Davis* didapatkan hasil PTB sebesar 23,9335lb/1000bbl sehingga *scale*  $\text{CaCO}_3$  terindikasi terbentuk. Untuk *scale*  $\text{BaSO}_4$  dan  $\text{MgSO}_4$  tidak signifikan karena kadar  $\text{SO}_4$  nya hanya 8 mg/L. (Data Perhitungan pada Lampiran 2).





Biasanya *scale* secara kimiawi diklasifikasikan sebagai tipe *carbonate* atau *sulphate*. Endapan mineral (*Scale*) yang biasa terjadi antara lain adalah  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ , dan  $\text{CaCO}_3$ . Pembentukan *scale* akan bertambah dan menjadi lebih keras apabila *contact time* semakin lama. Turbulensi juga akan meningkatkan kecenderungan terbentuknya *scale*. Faktor yang mempengaruhi pembentukan *scale* antara lain adalah: tekanan, suhu, salinitas. Jumlah  $\text{CO}_2$  yang terlarut dalam air sebanding dengan tekanan parsial  $\text{CO}_2$ . Bila tekanan parsial  $\text{CO}_2$  makin besar maka pH semakin kecil dan kelarutan  $\text{CaCO}_3$  bertambah besar sehingga kecenderungan pembentukan *scale* semakin kecil. Pada suhu yang semakin besar maka kelarutan  $\text{CaCO}_3$  akan berkurang. (p., Diky, et.al, 2017)

### 3.2. Phase Behavior Test

Untuk uji *phase behavior*, terjadi perubahan volume surfaktan dan volume minyak. Saat sampel yang diuji dilakukan pemotretan menggunakan cahaya, terlihat ada lapisan ketiga yang diduga mikroemulsi. Namun penampakan *phase* seluruh sampel secara kasat mata masih type II. Berikut adalah data-data hasil pengamatan pengujian *phase behavior* yang diamati selama 7 hari. Untuk perubahan volume pengujian surfaktan PROE27040A dapat dilihat pada tabel 7 untuk sampel crude oil TAF C dan tabel 8 untuk sampel crude oil TAF B.


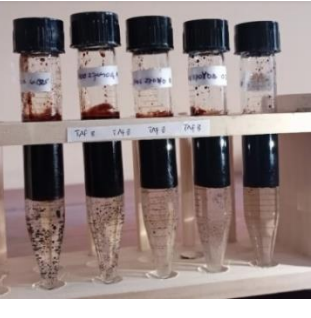

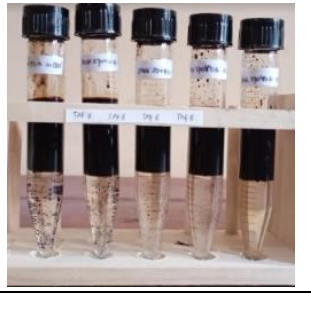
**Nama Surfaktan** : PROE27040A (Ranking 1)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Sampel Crude Oil** : TAF C  
**Volume Tube** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 28 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 03 November 2021


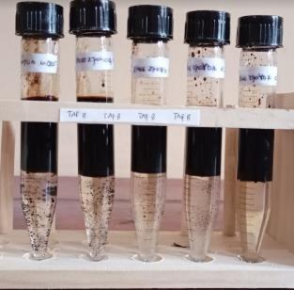
Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
28 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
29 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
30 Oktober 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II,
		0,1	4,00ml	0,75 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II

31 Oktober 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00ml	0,75 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
01 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00ml	0,75 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
02 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00ml	0,75 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
03 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00ml	0,75 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II



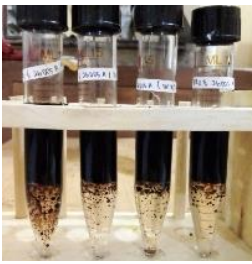



**Nama Surfaktan : PROE27040A (Ranking 1)**  
**Salinitas Air Injeksi : 20.000 ppm**  
**Sampel Crude Oil : TAF B**  
**Volume Tube : 15 ml**  
**Tanggal Mulai Pengujian : 03 November 2021**  
**Tanggal Selesai Pengujian : 09 November 2021**

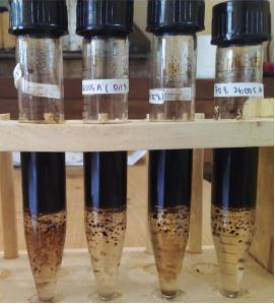


Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
03 November 2021		0,025	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,2	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,8	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
04 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
05 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
06 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II

07 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
08 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
09 November 2021		0,025	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II


Sementara perubahan volume untuk pengujian phase behavior surfaktan PROE26005A dapat dilihat pada tabel 9 untuk sampel minyak TAF C dan tabel 10 untuk sampel minyak TAF B.






**Nama Surfaktan** : PROE26005A (Ranking 2)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Sampel Crude Oil** : TAF C  
**Volume Tube** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 28 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 03 November 2021

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
28 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
29 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
30 Oktober 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,25 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	1,00 ml	4,50 ml	Type II
31 Oktober 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,25 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	1,00 ml	4,50 ml	Type II


01 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,25 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	1,00 ml	4,50 ml	Type II
02 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,25 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	1,00 ml	4,50 ml	Type II
03 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,25 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,15	4,50 ml	1,00 ml	4,50 ml	Type II

**Nama Surfaktan** : PROE26005A (Ranking 2)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Sampel Crude Oil** : TAF B  
**Volume Tube** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 03 November 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 09 November 2021

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
03 November 2021		0,025	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,2	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,8	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II


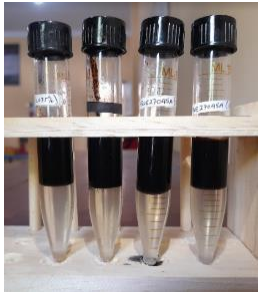

04 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
05 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
06 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
07 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
08 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II


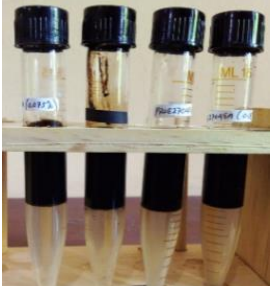
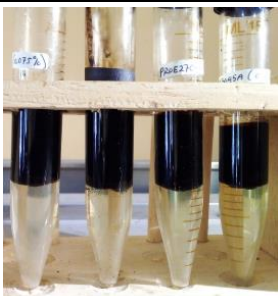
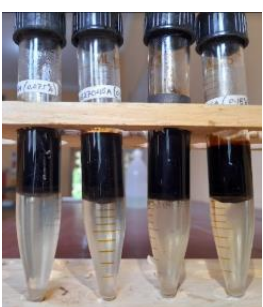


09 November 2021		0,025	4,75 ml	0,15 ml	5,10 ml	Type II
		0,075	4,70 ml	0,15 ml	5,15 ml	Type II
		0,125	4,55 ml	0,25 ml	5,20 ml	Type II
		0,2	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,8	4,5 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II

Untuk hasil pengamatan uji phase behavior untuk surfaktan PROE27045A dapat dilihat pada tabel 11 untuk sampel minyak TAF C dan tabel 12 untuk sampel minyak TAF B.

**Nama Surfaktan** : PROE27045A (Ranking 3)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Sampel Crude Oil** : TAF C  
**Volume Tube** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 28 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 03 November 2021

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
28 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
29 Oktober 2021		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,1	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,15	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
30 Oktober 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
		0,125	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,35 ml	0,50 ml	5,15 ml	Type II

31 Oktober 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
		0,125	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,35 ml	0,50 ml	5,15 ml	Type II
01 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
		0,125	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,35 ml	0,50 ml	5,15 ml	Type II
02 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
		0,125	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,35 ml	0,50 ml	5,15 ml	Type II
03 November 2021		0,075	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
		0,125	4,25 ml	0,50 ml	5,25 ml	Type II
		0,15	4,35 ml	0,50 ml	5,15 ml	Type II







**Nama Surfaktan : PROE27045A (Ranking 3)**  
**Salinitas Air Injeksi : 20.000 ppm**  
**Sampel Crude Oil : TAF B**  
**Volume Tube : 15 ml**  
**Tanggal Mulai Pengujian : 03 November 2021**  
**Tanggal Selesai Pengujian : 09 November 2021**


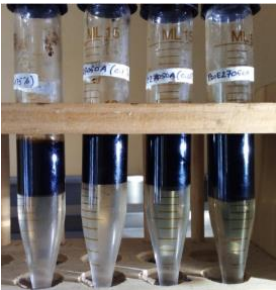

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
03 November 2021		0,025	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,2	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,8	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
04 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
05 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
06 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II

07 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
08 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II
09 November 2021		0,025	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,075	4,50 ml	0,25 ml	5,25 ml	Type II
		0,125	4,40 ml	0,50 ml	5,10 ml	Type II
		0,2	4,30 ml	0,50 ml	5,20 ml	Type II
		0,8	4,00 ml	0,50 ml	5,50 ml	Type II


Hasil pengamatan uji phase behavior surfaktan PROE27050A terlihat pada tabel 13 untuk sampel minyak TAF C dan tabel 14 untuk sampel minyak TAF B.






**Nama Surfaktan** : PROE27050A (Ranking 4)  
**Salinitas Air Injeksi** : 20.000 ppm  
**Sampel Crude Oil** : TAF C  
**Volume Tube** : 15 ml  
**Tanggal Mulai Pengujian** : 28 Oktober 2021  
**Tanggal Selesai Pengujian** : 03 November 2021

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
28 Oktober 2021		0,075	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,1	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,125	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,15	5 ml	-	5 ml	Type II
29 Oktober 2021		0,075	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,1	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,125	5 ml	-	5 ml	Type II
		0,15	5 ml	-	5 ml	Type II
30 Oktober 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,25 ml	5,75 ml	Type II
		0,125	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,15	3,50 ml	0,25 ml	6,25 ml	Type II
31 Oktober 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,25 ml	5,75 ml	Type II
		0,125	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,15	3,50 ml	0,25 ml	6,25 ml	Type II


01 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,25 ml	5,75 ml	Type II
		0,125	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,15	3,50 ml	0,25 ml	6,25 ml	Type II
02 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,25 ml	5,75 ml	Type II
		0,125	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,15	3,50 ml	0,25 ml	6,25 ml	Type II
03 November 2021		0,075	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,1	4,00 ml	0,25 ml	5,75 ml	Type II
		0,125	4,35 ml	0,15 ml	5,50 ml	Type II
		0,15	3,50 ml	0,25 ml	6,25 ml	Type II

**Nama Surfaktan : PROE27050A (Ranking 4)**  
**Salinitas Air Injeksi : 20.000 ppm**  
**Sampel Crude Oil : TAF B**  
**Volume Tube : 15 ml**  
**Tanggal Mulai Pengujian : 03 November 2021**  
**Tanggal Selesai Pengujian : 09 November 2021**

Tanggal	Gambar	Konsentrasi (% v/v)	Vol. Surfaktan	Vol. Middle Phase	Vol. Minyak	Keterangan
03 November 2021		0,025	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,075	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,125	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,2	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,8	5,00 ml	-	5,00 ml	Type II
		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II

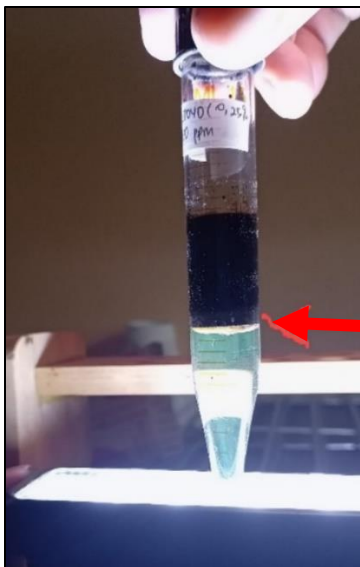
04 November 2021		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
05 November 2021		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
06 November 2021		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
07 November 2021		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
08 November 2021		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II
		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,025	4,25 ml	0,25 ml	5,50 ml	Type II



09 November 2021						
		0,075	4,75 ml	0,75 ml	4,50 ml	Type II
		0,125	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,2	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II
		0,8	4,50 ml	0,50 ml	5,00 ml	Type II

Pada Tabel 1 (*Reservoir Properties*) kadar salinitas air formasi di Bentayan pada Layer B adalah 20060 ppm dan pada Layer C salinitas sebesar 20281 ppm. Kadar salinitas kedua lapisan ini merupakan kondisi yang *moderate* yang dapat menyebabkan pengendapan (*precipitation*) *asphaltene* jika terdapat pada *crude oil*. Namun *crude oil* dari *field* Bentayan ini tergolong *paraffinic* dengan kadar *wax* yang *moderate*. Salinitas air formasi *field* Bentayan ini masih lebih rendah dibandingkan dengan salinitas air laut (*sea water*) (35.000 mg/L) pada umumnya yang mungkin disebabkan oleh adanya *connate water* di lingkungan pengendapan. *Moderate salt content* ini bisa disebabkan oleh terlarutnya (*dissolution*) *clay* mineral atau akibat terlarutnya garam dan interaksi *water-rock* lainnya atau bahkan karena tingginya *pressure gradien* (psig/ft), sehingga terjadi *flushing* di reservoir. Namun, salinitas yang *moderate* ini menguntungkan untuk *chemical EOR* (*cEOR*) karena meningkatkan *electrolytes* yang secara teori dapat menggeser *Winsor type* fasa II (fasa bawah) menjadi *Winsor type* fasa III (*middle phase*).

Pada hasil pengamatan, walau terjadi perubahan volume minyak dan volume larutan surfaktan, namun penampakan secara kasat mata sampel masih 2 *phase*. Pengamatan dengan cahaya yang khusus terlihat seperti ada mikroemulsi pada beberapa sampel, namun masih harus dilakukan pengamatan lebih lanjut sampai hari ke-7 untuk memastikan lapisan *gel* yang muncul ini adalah mikroemulsi (*middle phase*). Seperti gambar 6 berikut foto untuk surfaktan PROE27040A dengan konsentrasi 0,025%.



**Gambar 6.** Salah satu foto *middle phase* surfaktan

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan air formasi *original* dan surfaktan yang *original* yang tidak menunjukkan hasil yang optimum, maka dilakukan pengujian *properties* minyak Bentayan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa jumlah *asphaltene* dalam minyak cukup tinggi. Hasil pengujian terlihat pada tabel 15.

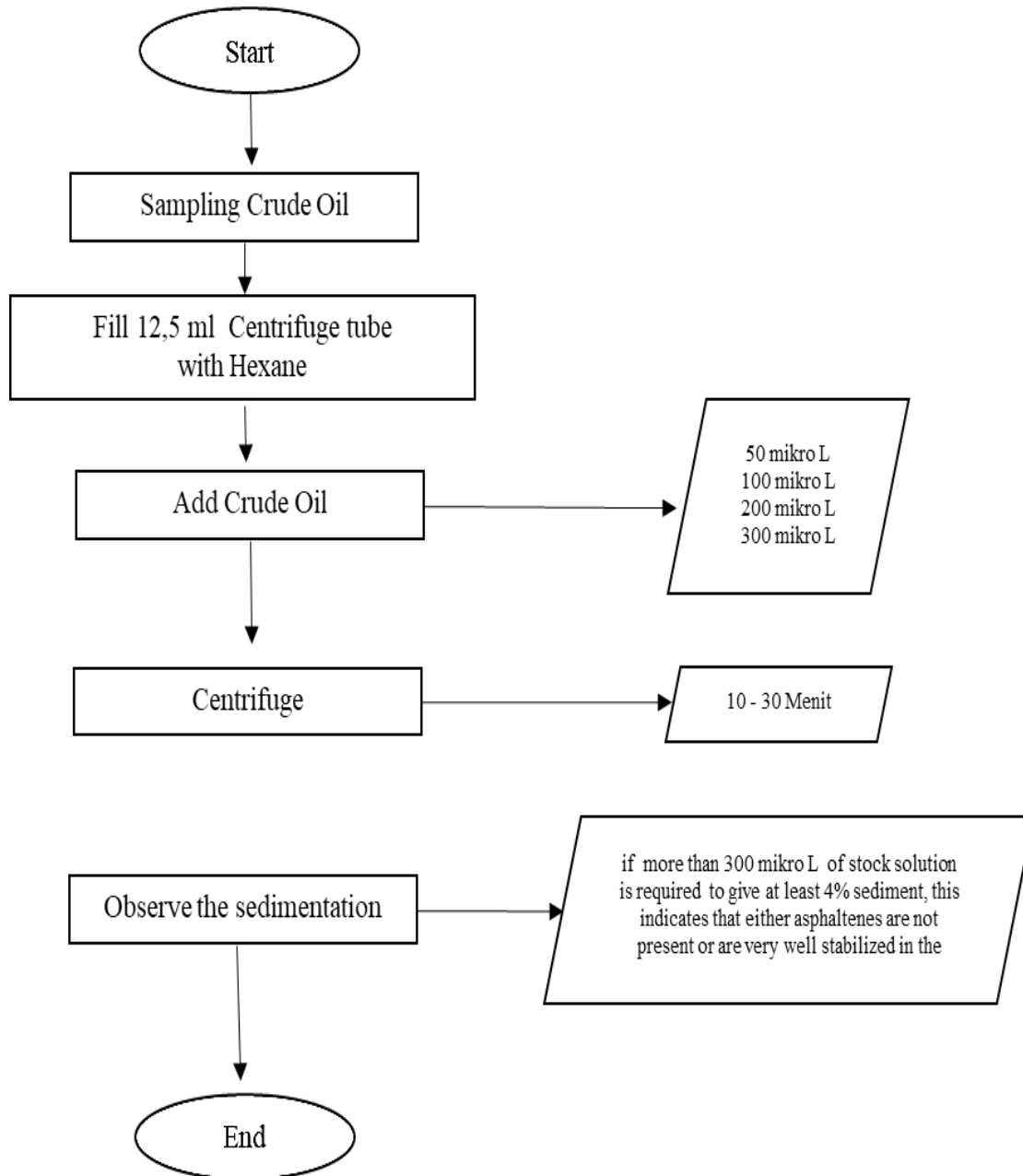
**Tabel 15. Hasil Pengujian Minyak Bentayan**

Data Properties	Unit	Hasil Pengujian		Metode
		Layer C	Layer B	
Densitas pada suhu 15°C	g/cm <sup>3</sup>	0,9273	0,9257	ASTM D 1298
API	-	21,1	21,4	ASTM D 1298
Viskositas kinematik pada suhu 100°C	cSt	27,12	31,53	ASTM D 445
Pour Point	°C	42	45	ASTM D 5853
Asphaltene	% w/w	2,633	0,258	IP 143
Wax Content	% w/w	20,8070	18,7781	IFP-Alk-Eter
Total Acid Number	Mg KOH/g	2,9780	0,3180	ASTM D 664

Sumber : LEMIGAS

Uji *asphaltene* dilakukan dengan metode *Asphaltene Dispersant Test (ADT)* dimana sampel minyak dicampurkan dengan heksana dalam *tube*, kemudian dimasukkan ke dalam *centrifuge* selama 30 menit, kemudian dianalisa sedimen yang terbentuk. Hasil yang dianalisa jika lebih dari 300 mikroL dari jumlah larutan yang diuji untuk menghasilkan setidaknya 4% sedimen, menunjukkan bahwa tidak ada aspalten atau sangat stabil dalam minyak mentah. *Flowchart* Uji *asphaltene* dapat dilihat pada gambar 7. Sementara hasil pengujian Layer B terlihat pada tabel 16 dan untuk Layer C terlihat pada tabel 17.





**Gambar 7. Flowchart Uji Asphaltene**

**Tabel 16. Uji Asphaltene Layer B**

Densitas Minyak	0,9257	g/cm <sup>3</sup>			
volume hexane	12,5	ml			
Densitas Hexane	0,65	g/cm <sup>3</sup>	berat Hexane	8,125	gram

Tube	Dosis Minyak (mikro L)	Dosis Minyak (mL)	Sampel Minyak (g)	Berat tube kosong (g)	Berat tube + minyak (g)	Berat tube + Endapan (g)	Endapan (gram)	Persen Endapan
E	50	0,05	0,046	11,66	11,71	11,68	0,026	2%
F	100	0,1	0,093	11,12	11,21	11,18	0,033	6%
G	200	0,2	0,185	11,76	11,95	11,9	0,045	14%
H	300	0,3	0,278	11,63	11,91	11,79	0,118	16%

**Tabel 17. Uji Asphaltene Layer C**

Densitas Minyak	0,9273	g/cm <sup>3</sup>			
volume hexane	12,5	ml			
Densitas Hexane	0,65	g/cm <sup>3</sup>	berat Hexane	8,125	gram

Tube	Dosis Minyak (mikro L)	Dosis Minyak (mL)	Sampel Minyak (g)	Berat tube kosong (g)	Berat tube + minyak (g)	Berat tube + Endapan (g)	Endapan (gram)	Persen Endapan
A	50	0,05	0,05	11,17	11,22	11,19	0,03	2,0%
B	100	0,1	0,09	11,57	11,66	11,61	0,05	4,0%
C	200	0,2	0,19	11,74	11,93	11,83	0,10	9,0%
D	300	0,3	0,28	11,69	11,97	11,8	0,17	11,0%

Berdasarkan data tabel 16 dan tabel 17, terlihat jumlah endapan *asphaltene* yang meningkat seiring naiknya dosis minyak yang diuji. Metode *Asphaltene Dispersant Test (ADT)*, yang mana *n-hexane* dipilih sebagai zat pengendapan untuk aspal. Agen *n-hexane* adalah pelarut *non-polar*, dan menghasilkan aglomerasi dan presipitasi aspal *polar*. Ketika dispersan semakin baik, maka semakin banyak *asphaltene* yang akan dilarutkan atau tersuspensi dalam *n-hexane*. Terbentuknya emulsi dalam *crude oil* menimbulkan banyak kerugian dalam industri minyak bumi. Semakin banyak *asphaltene* yang terkandung akan meningkatkan konsentrasi air yang terkandung dalam *crude oil*, menurunkan kualitas minyak bumi dan mengganggu proses produksi.

*Asphaltene* merupakan golongan fraksi berat dari minyak bumi dan diterminologikan sebagai komponen sangat aromatik yang mengandung makromolekul heterosiklik tak jenuh dengan komponen utama yaitu karbon, hidrogen, dan komponen minor lain seperti sulfur, oksigen,

nitrogen, serta akumulasi beberapa jenis logam berat seperti besi, nikel, vanadin, aluminium, dan magnesium. Keberadaan *asphaltene* di dalam minyak bumi bukanlah sebagai molekul terlarut, melainkan sebagai nanopartikel yang dapat membentuk agregat yang terus tumbuh menjadi partikel yang lebih besar, sampai terbentuknya deposisi pada daur hidup produksi minyak bumi seperti perforasi, *tubing*, *downhole*, dan peralatan permukaan. Proses deposisi *asphaltene* dapat terus terjadi selama proses produksi minyak bumi sehingga jumlah endapan yang terbentuk semakin meningkat. Terbentuknya deposisi *asphaltene* merupakan salah satu penyebab penurunan produksi sumur minyak dan peningkatan biaya operasional produksi serta menjadi masalah utama pada industri perminyakan yang menyebabkan lambatnya proses produksi atau bahkan pemberhentian proses produksi untuk menghilangkan *asphaltene* yang terdeposisi.

Demulsifikasi adalah pemisahan emulsi menjadi fasa-fasa penyusun dalam hal ini memecah emulsi minyak mentah menjadi fasa minyak dan fasa air. Proses demulsifikasi ini bertujuan untuk memecahkan emulsi pada *crude oil* sehingga fasa air dan minyak terpisah. Pemisahan yang baik pada *crude oil* adalah pemisahan yang dapat memisahkan air dari minyak mentah secara cepat hingga didapatkan nilai BS&W yang rendah di bawah 0,5 %.

#### IV. Kesimpulan (Pengujian Tahap I)

Keempat surfaktan yang diuji mengandung konsentrasi *active content* yang tinggi yaitu 5-30%, sehingga diberbagai pengujian konsentrasi terbentuk *foam (over-treated)*. *Active content* ProE27045A mengandung *sulfonated salt* dan *co-surf lauryl hydroxyl sultaine (formulation oil-based)* dan menggunakan *ethylene glycol butyl ether* sebagai penghomogen dengan *methanol (alcohol derivative)*. Demikian juga dengan ProE27050A dengan *active content sulfonated salt* dan *co-surfactant lauryl (glycerol) sultaine yang oil based (formulation)* yang menggunakan *alcohol* sebagai *coupling agent*. Sedangkan *water-based demulsifier* yakni ProE26005A mengandung *sulfonic sodium salt*. Sementara ProE27045A mengandung *sulfonic salt (anionic typed surfactant)* dengan *co-surfactant Lauryl dimethyl betaine* dan *myristyl dimethyl betaine* (seri *water-based*).

Selain itu, Bentayan *field*, formasi talang akar, *middle stacked fluvial channel braidplain* menunjukkan kualitas reservoir terbaik. Lapisan pengendapan tebal, *well connected, fine to coarse grained sand, cross-bedded fluvial sandstones*, mempunyai sisa *mud matrix* yang kecil, fraksi (*fraction*) *framework* yang matang secara mineralogi, *compaction* dari *overburden* kategori sedang sehingga membuat *intergranular macroporosity* utama. Pengembangan *secondary porosity* dengan adanya *feldspar* ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) yang terlarut (*dissolution*).

Dengan adanya *feldspar* yang terlarut di air formasi dan terdissosiasi, maka  $\text{Ca}^{2+}$  akan berikatan dengan  $\text{SO}_4^{2-}$  dari air formasi dan batuan *gypsum* yang berasal dari *marine* membentuk  $\text{CaSO}_4$ . *Precipitation surfactant* disebabkan *gypsum* ( $\text{CaSO}_4$ ) terbentuk dari air formasi  $\text{SO}_4^{2-}$  yang bereaksi dengan  $\text{Ca}^{2+}$  pada air formasi.  $\text{CaSO}_4$  mempunyai *solubility* pada air formasi, jika BHT meningkat kelarutan  $\text{CaSO}_4$  juga naik, sehingga air formasi menjadi jenuh (*saturated*) dan kelarutan surfactant menjadi turun atau bahkan mengendap (*precipitation*). (Ameri, 2018). Kelarutan  $\text{CaSO}_4$  (*gypsum*) ini dapat diturunkan dengan penambahan *bicarbonate* seperti  $\text{NaHCO}_3$

atau  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang nanti akan ter-ion di air formasi menjadi  $\text{HCO}_3^-$ . (Siemers, et.al, 1992). Dengan komposisi air formasi yang tinggi kandungan  $\text{HCO}_3^-$ , menyebabkan munculnya endapan pada semua pengujian surfaktan. Maka, pengujian surfaktan dengan membuat air sintesa dengan salinitas yang sama dengan air formasi bentayan, menjadi salah satu alternatif metode pengujian untuk mengetahui hasil uji kompatibilitas dari surfaktan. Untuk skala yang lebih besar (penerapan pada lapangan minyak), proses penghilangan  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  dapat menggunakan proses pelunakan air (*softener water*) menggunakan *ion exchanger*.

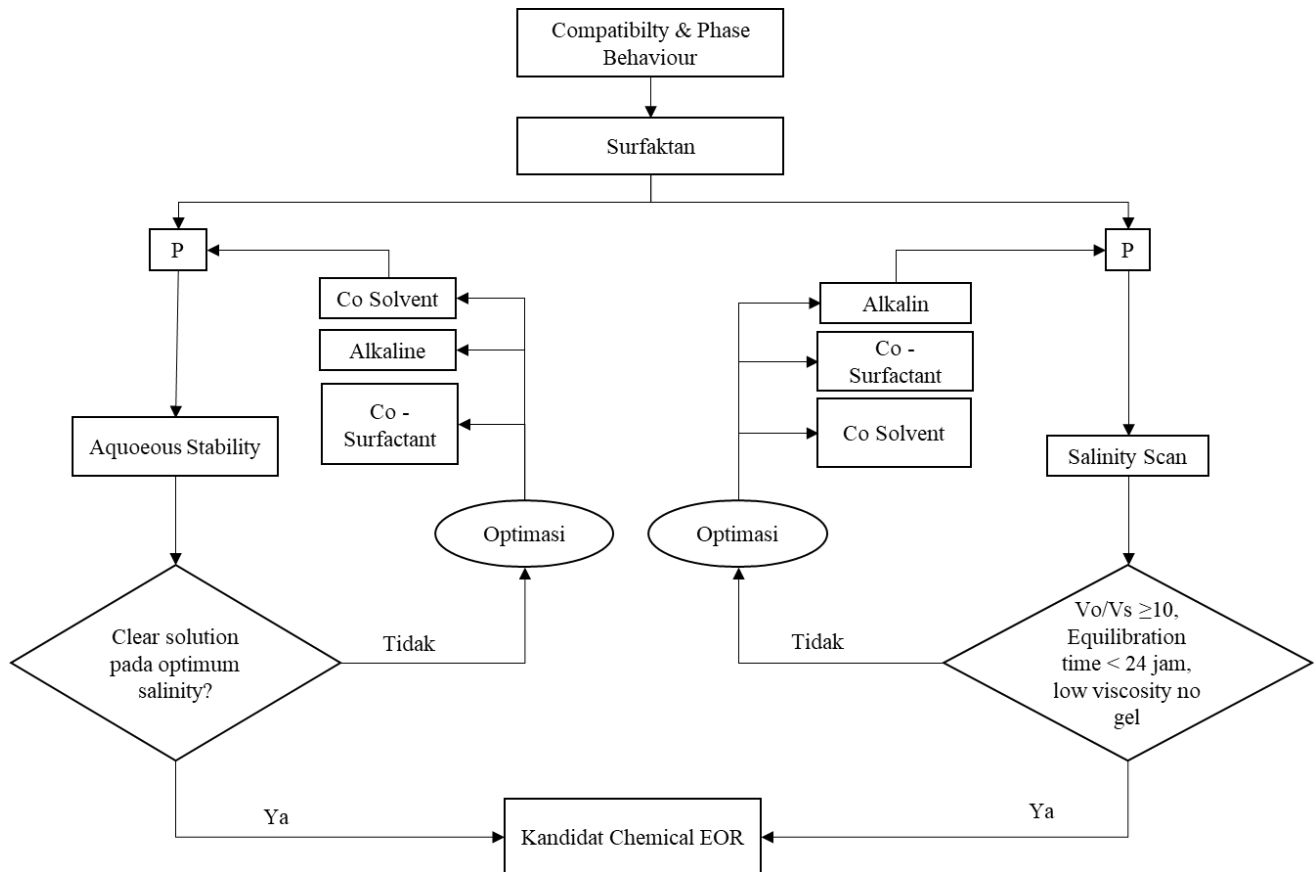
Sementara untuk pengujian *phase behavior*, dari pengamatan sampai hari ke-7, type II terbentuk pada semua surfaktan berbagai konsentrasi, walau jika diamati dengan cahaya khusus terlihat beberapa sampel memperlihatkan *middle phase*. Namun hal ini masih butuh pengamatan lebih lanjut sampai hari ke-21. Kemungkinan *type III* terbentuk besar peluang terjadinya. Hal ini dikarenakan salinitas air formasi *field* Bentayan ini masih lebih rendah dibandingkan dengan salinitas air laut (*sea water*) (35.000 mg/L) pada umumnya yang mungkin disebabkan oleh adanya *connate water* di lingkungan pengendapan. *Moderate salt content* ini bisa disebabkan oleh terlarutnya (*dissolution*) *clay* mineral atau akibat terlarutnya garam dan interaksi *water-rock* lainnya atau bahkan karena tingginya *pressure gradien* (psig/ft), sehingga terjadi *flushing* di reservoir. Namun, salinitas yang moderate ini menguntungkan untuk *chemical EOR* (*cEOR*) karena meningkatkan *electrolytes* yang secara teori dapat menggeser *Winsor type* fasa II (fasa bawah) menjadi *Winsor type* fasa III (*middle phase*).

## V. Rekomendasi (Pengujian Tahap I)

1. Berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas menggunakan air formasi *original* tidak ada satupun surfaktan yang lolos uji dikarenakan menghasilkan endapan, maka akan dilakukan pengujian ulang dengan membuat air sintesa dengan kadar salinitas yang sama dengan air formasi *original*. Untuk skala yang lebih besar (penerapan pada lapangan minyak), proses penghilangan  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  dapat menggunakan proses pelunakan air (*softener water*) menggunakan *ion exchanger*.
2. Pengujian *phase behavior* juga akan dilakukan dengan berbagai *range salinity* guna mendapatkan *optimum salinity*. Pembuatan air salinitas dilakukan dengan penambahan sejumlah NaCl sehingga didapatkan *range salinity* 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm, 30.000 ppm.

## VI. Metodologi Penelitian (Pengujian Tahap II)

Berdasarkan hasil pengujian tahap I, maka dilakukan pengujian ulang kompatibilitas dan *phase behavior* seluruh surfaktan. Pengujian ulang (Pengujian Tahap II) dilakukan secara paralel dengan menggunakan air sintesa dengan salinitas yang sama dengan air formasi Bentayan. Pengujian dilakukan berdasarkan diagram alir pada Gambar 8 berikut.



Keterangan :

Simbol P = Pengujian dilakukan secara paralel

**Gambar 8. Flow Chart Pengujian *Compatibility Test* dan *Phase Behaviour***

(Sumber : Shabrina, Wisup, Changyup, Permadi, Ivan, Byunggun, 2019)

Berdasarkan Gambar 8, *compatibility test* dan *phase behaviour* dilakukan secara paralel. Tahap awal, pengujian dilakukan pada kondisi salinitas original lapangan Bentayan (20.000 ppm) dengan berbagai konsentrasi surfaktan. Tes kompatibel kembali dilakukan pada kondisi dimana *middle phase microemulsion* pada pengujian *phase behaviour* didapatkan. Namun, jika pada formula mikroemulsi tersebut tidak lolos uji kompatibel, maka dilakukan optimasi dengan penambahan *co - surfactant*, *co solvent* maupun alkali.

## VII. Hasil dan Pembahasan (Pengujian Tahap II)

### 7.1. *Compatibility Test*

Pengujian kembali dilakukan dengan menggunakan *synthetic water* tanpa adanya penambahan karbonat untuk membuktikan bahwa endapan yang terbentuk tersebut merupakan *scale* ataupun disebabkan oleh *active content* surfaktan yang tidak tahan terhadap salinitas (20.000 ppm) dan suhu yang tinggi (104 °C) sehingga menyebabkan senyawa kimia yang menyusun surfaktan tersebut terdegradasi. Air sintetik yang dibuat berdasarkan komposisi pada Tabel 18 berikut.

**Tabel 18.** Komposisi *Sintetic Water*

Chemical	Synthetic Brine	Modified Synthetic Brine	Unit
CaCl <sub>2</sub>	0,3321	0,3460	g/4L
MgCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	0,7113	0,7685	g/4L
NaCl	74,0636	91,9996	g/4L
NaHCO <sub>3</sub>	17,9444	-	g/4L
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 10 H <sub>2</sub> O	0,0013	-	g/4L
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . 10 H <sub>2</sub> O	0	-	g/4L
TDS	23184,4	23184,4	mg/L
R <sup>+</sup>	0.0060	0,0060	

Berikut hasil pengamatan uji kompatibilitas seluruh surfaktan menggunakan air sintesa dengan salinitas yang sama dengan air formasi (20.000 ppm). Tabel 19 menunjukkan hasil uji kompatibilitas surfaktan PROE27045A.

**Tabel 19.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* PROE27045A Menggunakan *Sintetic Water*

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,075	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,3	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,6	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,9	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
1,2	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution

Foto pengamatan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 9 berikut.



**Gambar 9.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm dan Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 9 di atas menunjukkan bahwa pada semua sampel uji menunjukkan larutan yang jernih (clear solution) dan tidak terlihat adanya endapan pada setiap sampel. Dengan demikian, PROE27045A lolos *compatibility test*.

Sementara hasil uji kompatibilitas untuk surfaktan PROE27050A terlihat pada tabel 20 berikut.

**Tabel 20.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,075	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,3	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,6	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,9	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
1,2	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution



Foto pengamatan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 10 berikut.



**Gambar 10.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm dan Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 10 di atas menunjukkan bahwa pada semua sampel uji menunjukkan larutan yang jernih (*clear solution*) dan tidak terlihat adanya endapan pada setiap sampel. Dengan demikian, PROE27050A lolos *compatibility test*.

Hasil uji kompatibilitas surfaktan PROE26005A terlihat pada tabel 21 berikut.

**Tabel 21.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* Menggunakan *Sintetic Water*

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,075	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,3	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,6	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,9	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
1,2	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution

Foto pengamatan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 11 berikut.



**Gambar 11.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm dan Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 11 di atas menunjukkan bahwa pada semua sampel uji menunjukkan larutan yang jernih (*clear solution*) dan tidak terlihat adanya endapan pada setiap sampel. Dengan demikian, PROE26005A lolos *compatibility test*.

Hasil uji kompatibilitas untuk surfaktan PROE27040A terlihat pada tabel 22 berikut.

**Tabel 22.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* Menggunakan *Sintetic Water*

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,075	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,3	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Clear solution
0,6	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Less Hazy Solution
0,9	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Less Hazy solution
1,2	20.000	23 November 2021	06 Desember 2021	Less Hazy Solution,

Foto pengamatan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 12 berikut.



**Gambar 12.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm dan Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 12 di atas menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,075%, 0,15% dan 0,3% menghasilkan larutan yang jernih dan tidak adanya endapan. Namun, pada konsentrasi surfaktan 0,6%, 0,9% menghasilkan larutan yang keruh serta terlihat adanya endapan pada larutan surfaktan 1,2%. Hal ini disebabkan *active content* dalam surfaktan PROE27040A yaitu *Lauryl dimethyl betaine* dan *myristyl dimethyl betaine* tidak tahan terhadap panas sehingga pada larutan konsentrasi besar, larutan menjadi keruh dan terlihat adanya endapan yang terbentuk pada konsentrasi 0,6%, 0,9 dan 1,2%.

Untuk mengurangi *active content* pada surfaktan sehingga didapatkan formula surfaktan yang tahan terhadap suhu yang tinggi dilakukan proses dilute pada surfaktan PROE27040A dengan demineral water dengan perbandingan 1:1. Setelah *didilute*, dilakukan pengujian *compatibility test* pada surfaktan PROE27040A. Hasil pengamatan tes kompatibilitas dengan *sintetic water* ditampilkan pada Tabel 23 berikut.

**Tabel 23.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* Pada Dilute Surfaktan PROE27040A

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,075	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution
0,3	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution
0,6	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution
0,9	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution
1,2	20.000	03 Desember 2021	15 Desember 2021	Clear solution

Foto pengamatan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 13 berikut.

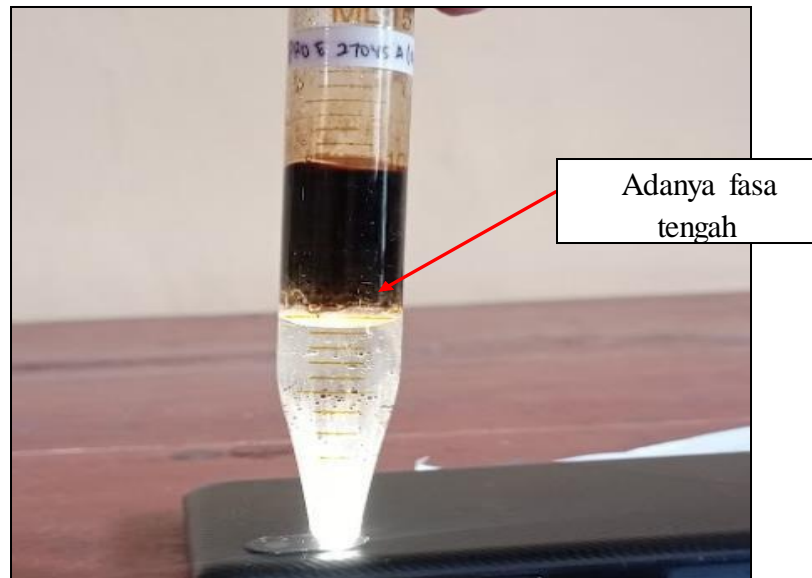


**Gambar 13.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm dan Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 13 di atas menunjukkan bahwa semua sampel uji menghasilkan larutan yang jernih dan tidak adanya endapan yang terbentuk. Hal ini menjadi indikasi bahwa perlakuan *dilute* pada surfaktan PROE27040A dapat mengurangi kadar *active content* nya menjadi salah satu opsi yang dapat dilakukan untuk menghasilkan larutan yang jernih dan tidak adanya endapan.

## 7.2. Phase Behavior Test

Pengujian tahap II dilakukan secara paralel antara uji kompatibilitas dan *phase behavior* dengan menggunakan air sintesa dengan salinitas yang sama dengan air formasi yakni 20.000 ppm. Pada pengujian tahap I, tanpa bantuan cahaya penerangan (senter), pengamatan uji *phase behavior* tidak terlihat adanya *middle phase* pada setiap sampel uji. Namun, indikasi adanya *middle phase* akan terlihat jika dibantu dengan pencahayaan lampu seperti contoh pada Gambar 14 berikut.



**Gambar 14.** Indikasi adanya fasa tengah yang terlihat pada sampel uji jika disorot menggunakan lampu

Namun, berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa fasa tengah yang terbentuk tersebut belum menunjukkan mikroemulsi yang jelas, karena belum terlihat transparan dan masih terlihat seperti gel yang tentunya memiliki viskositas yang tinggi. Adapun ciri – ciri mikroemulsi yaitu: transparan secara penampakan, satu fasa dan memiliki viskositas yang rendah.

Pengujian phase behavior tahap II dilakukan dengan menggunakan *synthetic water* (20.000 ppm) pada konsentrasi surfaktan: 0,075%; 0,15%; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2%. Hasil pengamatan uji phase behavior surfaktan PROE27045A untuk kedua layer ditampilkan pada Tabel 24 dan Tabel 25 berikut.

**Tabel 24.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27045A Menggunakan *Sintetic Water*

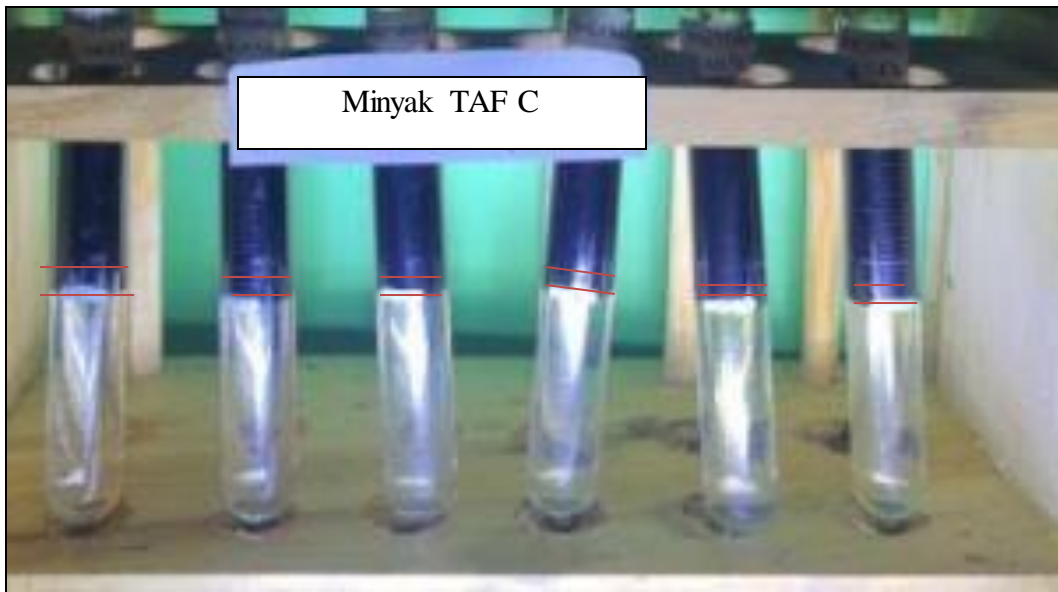
24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,05	2,5	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,45	0,05	2,5	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,35	0,15	2,5	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase

**Tabel 25.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27045A Menggunakan *Sintetic Water*

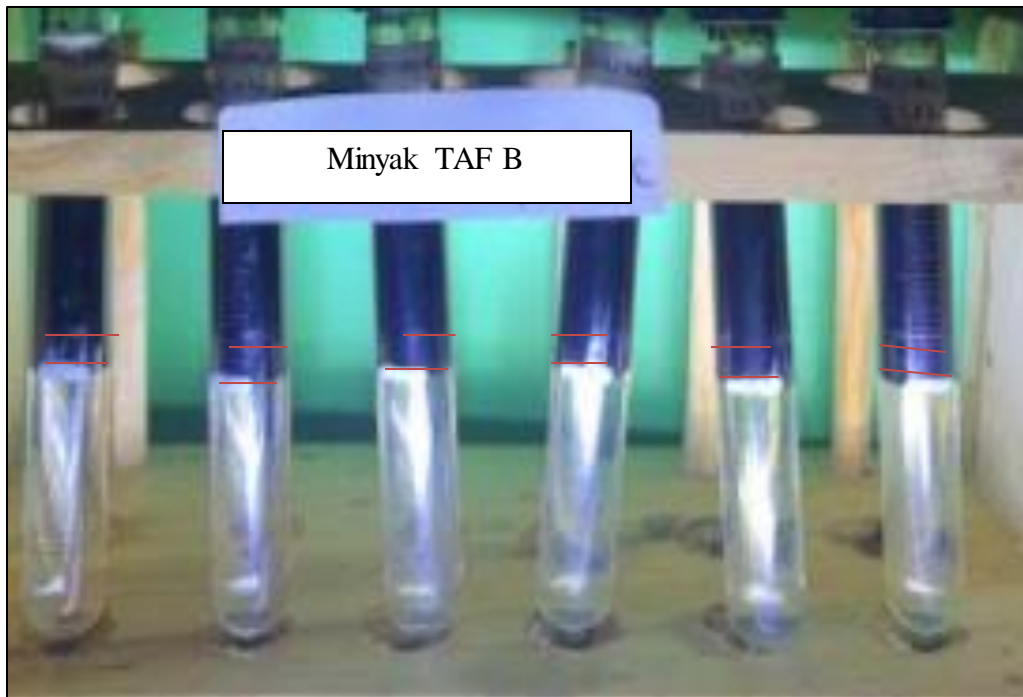
24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase



Hasil pengujian pada minyak TAF C dan TAF B ditampilkan pada Gambar 15 - 16 berikut.



**Gambar 15.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 16.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



Hasil pengamatan uji phase behavior surfaktan PROE27050A untuk kedua layer ditampilkan pada Tabel 26 dan Tabel 27 berikut.

**Tabel 26.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase

**Tabel 27.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian pada minyak TAF C dan TAF B ditampilkan pada Gambar 17 - 18 berikut.



**Gambar 17.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 18.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

Hasil pengamatan uji phase behavior surfaktan PROE26005A untuk kedua layer ditampilkan pada Tabel 28 dan Tabel 29 berikut.

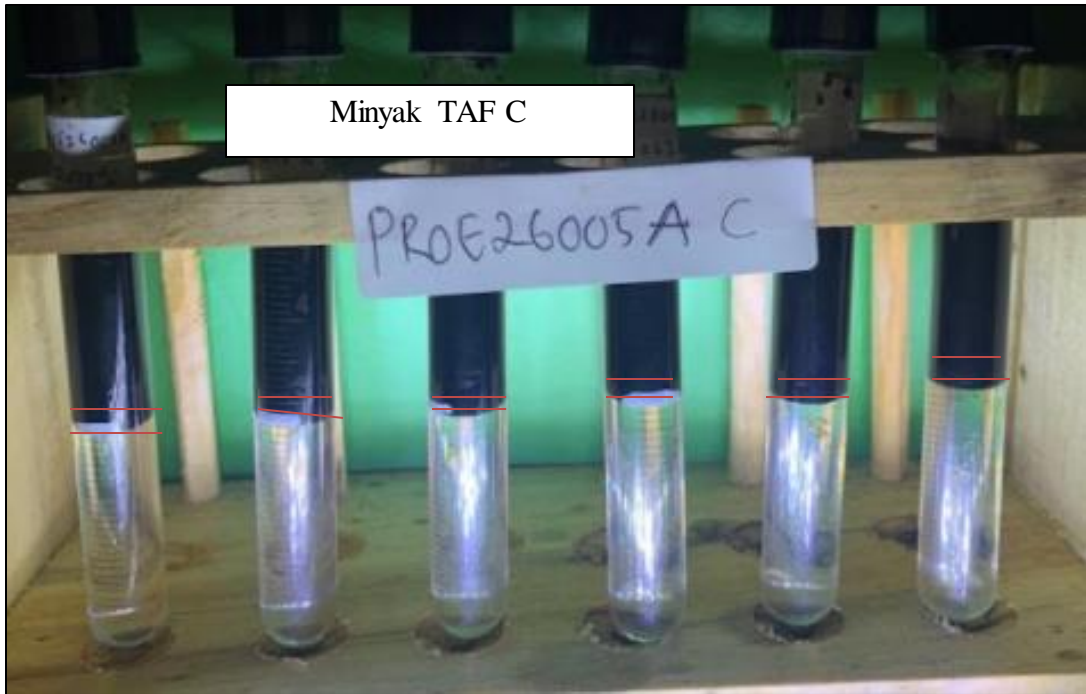
**Tabel 28.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE26005A Menggunakan *Sintetic Water*

24 November 2021 – 30 November 2021					
(Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,3	0,2	2,5	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase

**Tabel 29.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE26005A Menggunakan *Sintetic Water*

24 November 2021 – 30 November 2021					
(Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,35	2,25	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian pada minyak TAF C dan TAF B ditampilkan pada Gambar 19 - 20 berikut.



**Gambar 19.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 20.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

Hasil pengamatan uji phase behavior surfaktan PROE27040A untuk kedua layer ditampilkan pada Tabel 30 dan Tabel 31 berikut.

**Tabel 30.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27040A Menggunakan *Sintetic Water*

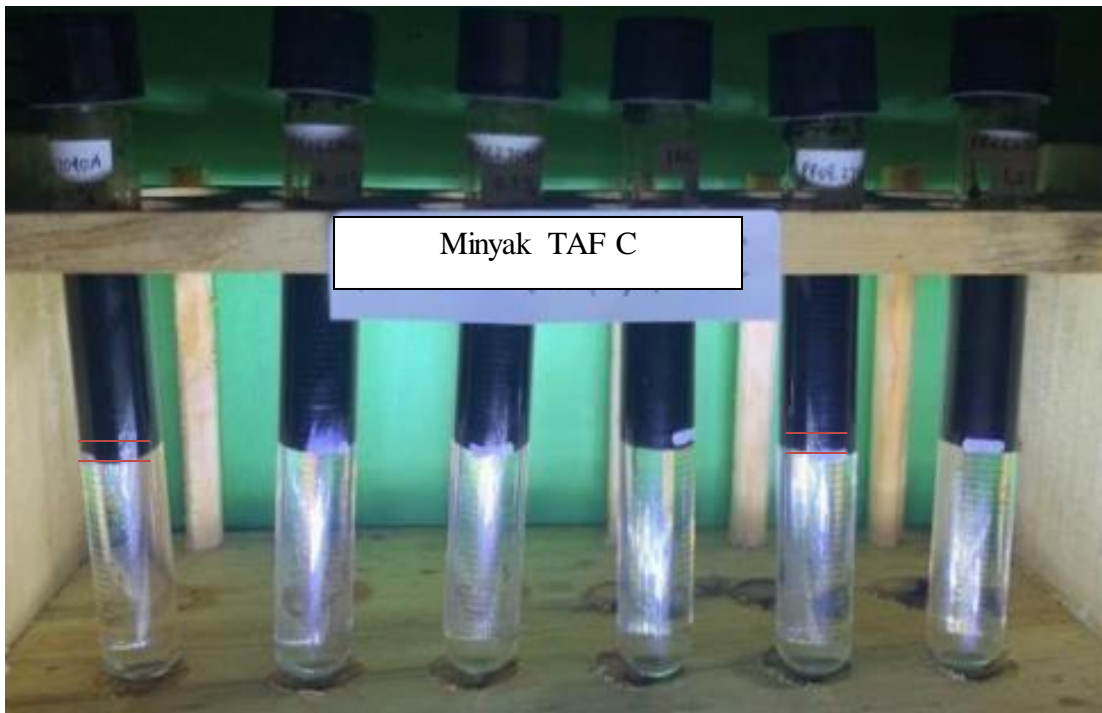
24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,3	0,3	2,4	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,3	0,3	2,4	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,3	0,3	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,3	0,3	2,4	Type III, Middle Phase

**Tabel 31.** Data Pengamatan Phase Behaviour Menggunakan *Sintetic Water*

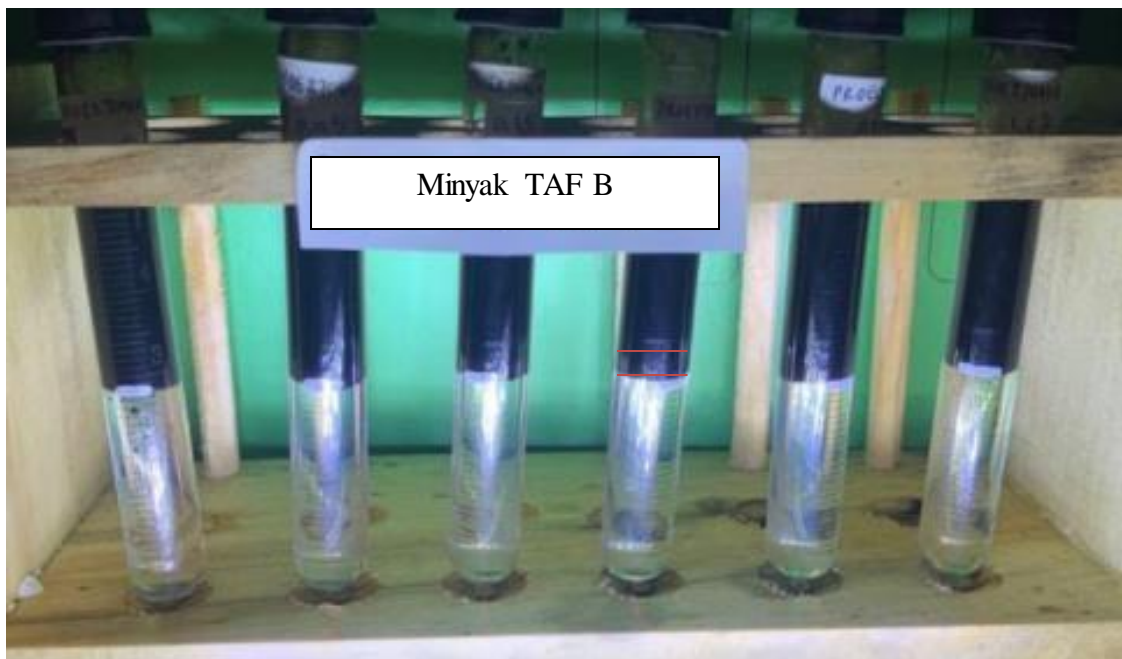
24 November 2021 – 30 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,15	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,3	20.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
0,9	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,3	0,3	2,3	Type III, Middle Phase



Hasil pengujian pada minyak TAF C dan TAF B ditampilkan pada Gambar 21 - 22 berikut.



**Gambar 21.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Suraktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 22.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Suraktan 0,075% ; 0,15% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



Selain menguji dengan variasi konsentrasi surfaktan menggunakan air sintesa dengan salinitas 20.000 ppm, uji phase behavior juga dilakukan dengan *range salinity* (membuat air sintesa dengan beberapa salinitas) dan men-*dilute* surfaktan dengan *demineral water* dengan perbandingan 1:1. Berikut hasil pengamatan uji phase behavior untuk pengujian dengan men-*dilute* surfaktan.

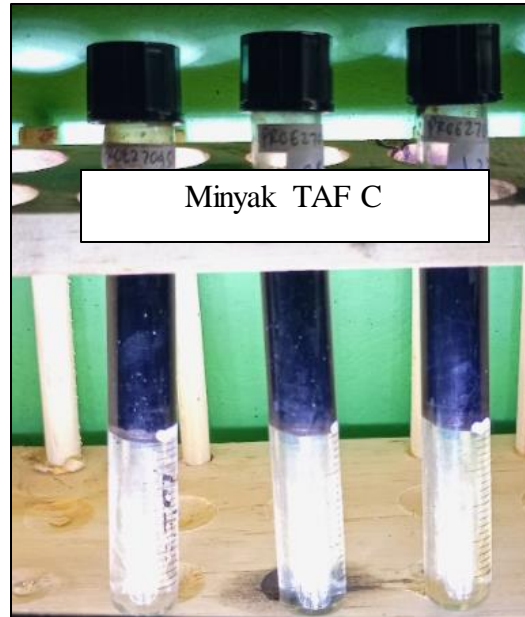
**Tabel 32.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27045A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase

**Tabel 33.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27045A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 23 – 24 berikut.



**Gambar 23.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 24.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

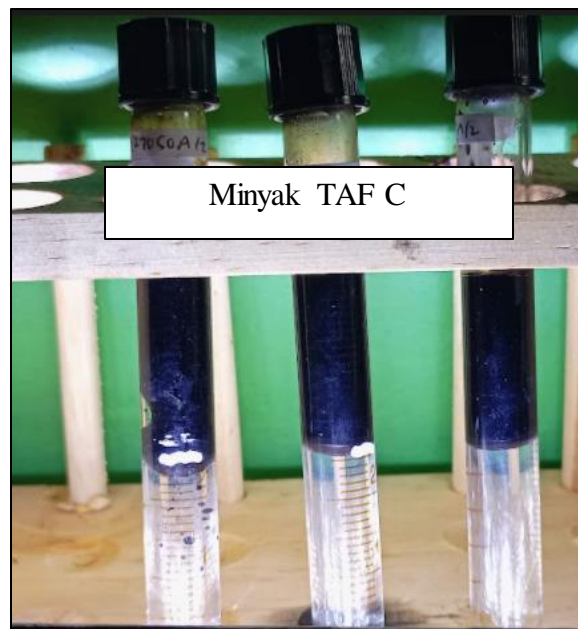
**Tabel 34.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase

**Tabel 35.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,15	2,4	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,45	0,2	2,25	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 25 – 26 berikut.



**Gambar 25.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 26.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

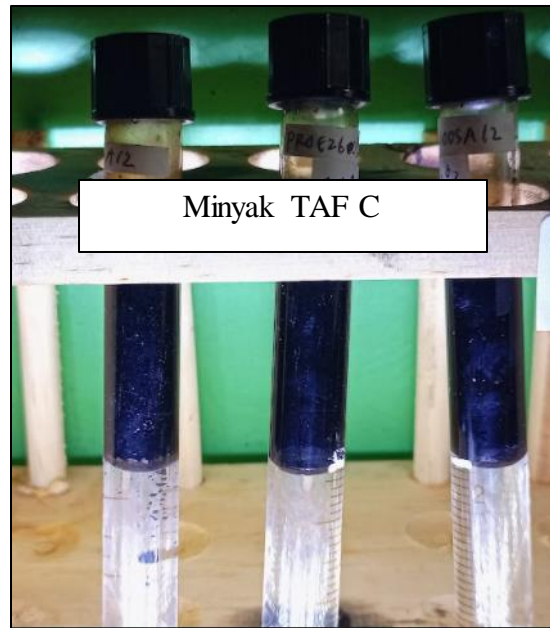
**Tabel 36.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE26005A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,05	2,55	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase

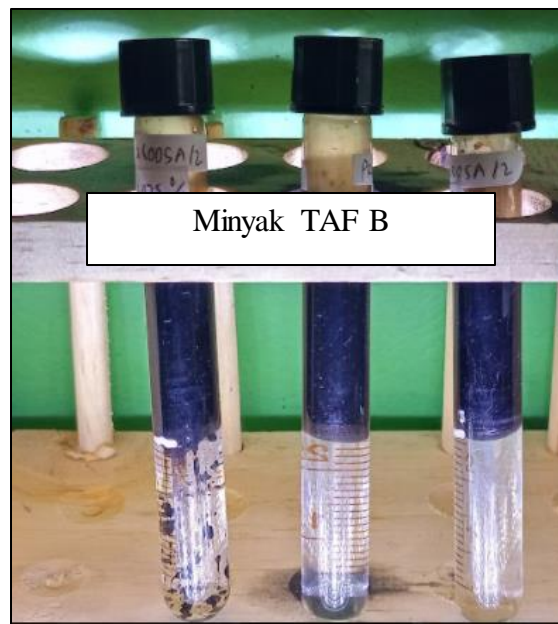
**Tabel 37.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE26005A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,45	0,05	2,5	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,35	0,1	2,55	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 27 – 28 berikut.



**Gambar 27.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm



**Gambar 28.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

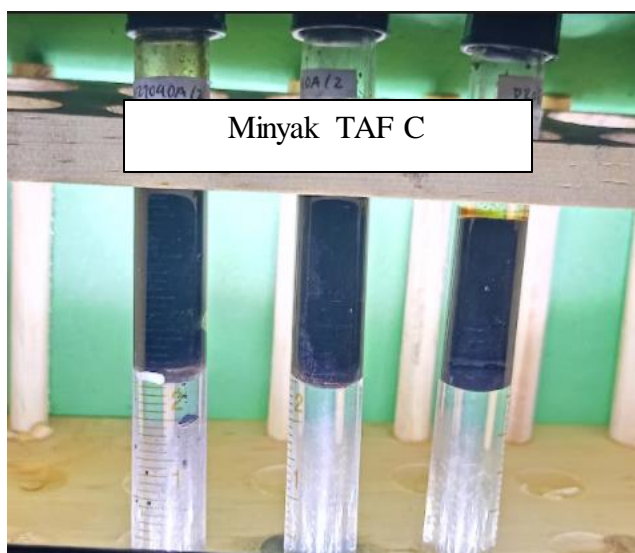
**Tabel 38.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27040A Menggunakan *Sintetic Water*

30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,35	0,15	2,5	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,1	2,5	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,45	0,1	2,45	Type III, Middle Phase

**Tabel 39.** Data Pengamatan Phase Behaviour Dilute PROE27040A Menggunakan *Sintetic Water*

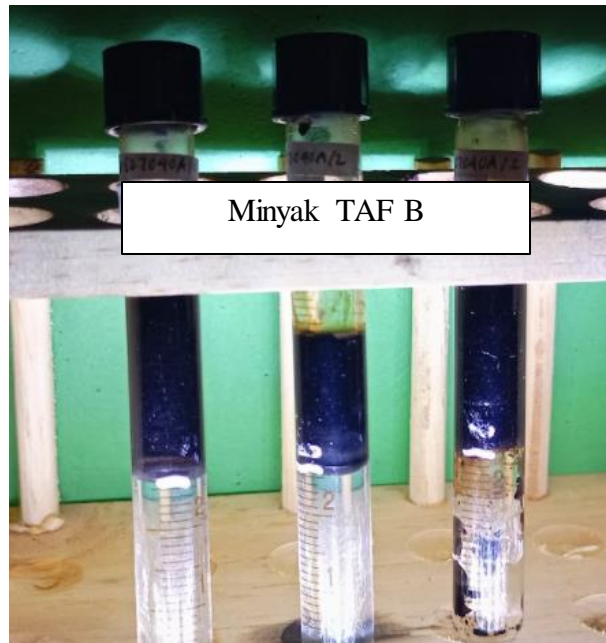
30 November 2021 – 06 Desember 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,075	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
0,6	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
1,2	20.000	2,45	0,2	2,45	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 28 – 29 berikut.



**Gambar 28.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm





**Gambar 29.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,075% ; 0,6% dan 1,2% Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm

Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat adanya fasa tengah yang terbentuk pada setiap sampel uji. Namun, belum terlihat dengan jelas dan masih berupa gel. Menurut Setiati dkk (2019), *Hydrophilic - Lipophilic Balance (HLB)* berfungsi menentukan pembentukan emulsi dari suatu sistem fluida dengan memperhitungkan keseimbangan ekor (hidrofobik) dan kepala (hidrofilik) pada surfaktan. Nilai HLB menunjukkan kecenderungan surfaktan untuk larut dalam air atau minyak untuk membentuk jenis emulsi O/W atau W/O. HLB rendah menunjukkan surfaktan lebih larut dalam air, dinamakan tipe emulsi W/O. Jika formasi memiliki salinitas yang rendah, maka surfaktan dengan HLB rendah harus dipilih sehingga surfaktan dapat membuat mikroemulsi fasa menengah dengan salinitas rendah. Ketika salinitas formasi tinggi, HLB tinggi akan membuat mikroemulsi fasa menengah dengan salinitas tinggi. Nilai HLB dapat memperkirakan sifat surfaktan.



**Tabel 40.** Nilai HLB untuk Memperkirakan Sifat Surfaktan

HLB Range	General Application
2-6	W/O emulsification
7-9	Wetting and spreading
8-18	O/W emulsification
3-15	Detergency
15-18	Solubilization

Sumber : Setiati dkk (2019)

Mikroemulsi dapat terjadi karena keseimbangan antara hidrofil (kepala) dan lipofil (ekor) sehingga zat aktif permukaan (surfaktan) terbentuk dan mengurangi tegangan antar muka. Dalam sistem dengan kondisi yang sama antara jumlah C yang dimiliki crude oil dan komponen surfaktan, terdapat keseimbangan antara minyak dan air sehingga komponen hidrofilik (kepala) surfaktan akan naik ke permukaan dan membentuk zat aktif permukaan (Setiati dkk, 2019).

Selain itu, *salinity scan/gradient salinity* juga mempengaruhi kelarutan surfaktan dan memisahkan larutan surfaktan tersebut ke dalam fasa minyak, air atau mikroemulsi. Menurut Shabrina (2019), ketika salinitas meningkat, surfaktan bergerak dari fasa larutan ke fasa minyak yang diklasifikasikan ke dalam Winsor Tipe I, III dan II. Pada salinitas rendah, jenis surfaktan tertentu menunjukkan kelarutan yang baik dalam fasa larutan (*aqueous phase*) dan fasa minyak bebas dari surfaktan (Winsor Tipe I). Sedangkan pada salinitas tinggi, sistem dipisahkan menjadi *oil extrenal microemulsion* dan kelebihan fasa air (*excess water phase*) (Winsor Tipe II). Pada salinitas menengah (*intermediate*), sistem memiliki tiga fasa (Winsor Tipe III) yang merupakan optimum salinity.

Dengan demikian, metoda *gradient salinity* dapat membantu untuk melihat kinerja surfaktan untuk melihat pada kondisi salinitas berapa surfaktan dapat membentuk mikroemulsi dan dapat menentukan optimum salinity yang diharapkan. Maka, pengujian kembali dilakukan dengan konsentrasi surfaktan (0,25%) dan salinitas NaCl : 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm, 30.000 ppm. Berikut hasil pengujian dengan range salinitas.

**Tabel 41.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

03 Desember 2021 – 09 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
2	10.000	2,4	0,5	2,1	Type III, Middle Phase
2	15.000	2,45	0,4	2,15	Type III, Middle Phase
2	20.000	2,45	0,4	2,15	Type III, Middle Phase
2	25.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
2	30.000	2,45	0,2	2,35	Type III, Middle Phase
2	35.000	2,45	0,2	2,35	Type III, Middle Phase

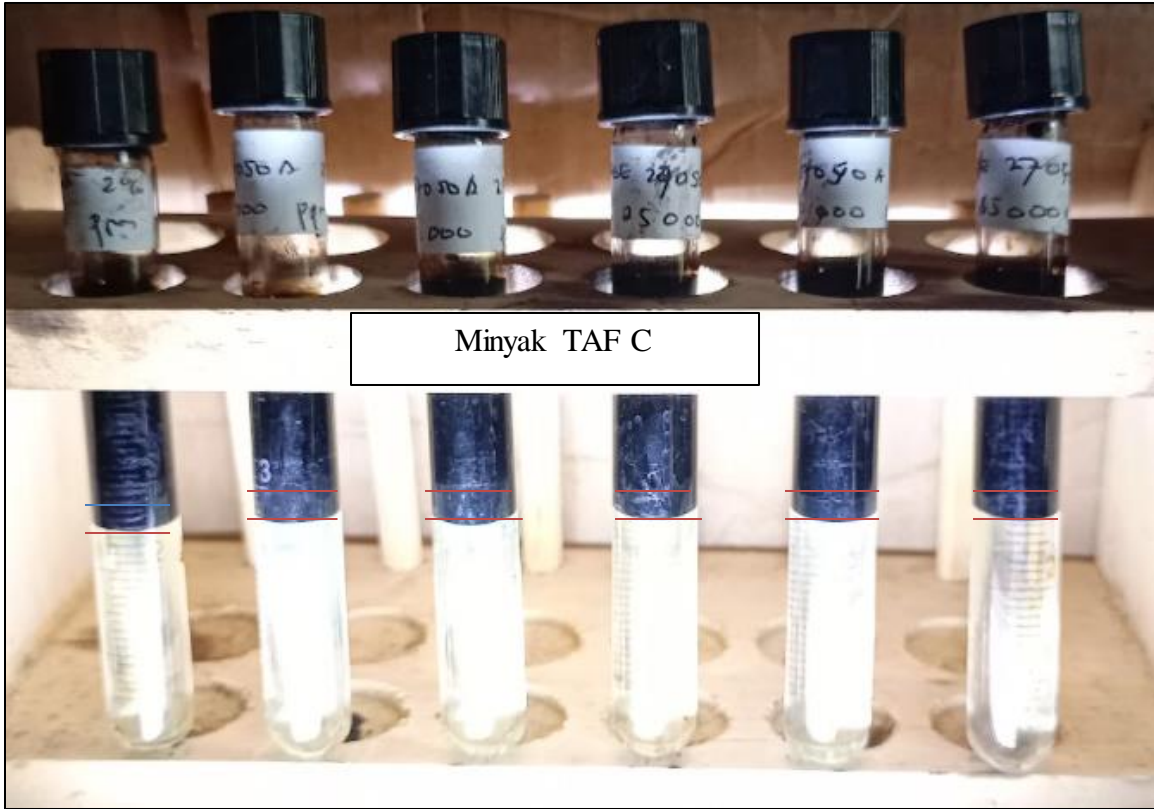
**Tabel 42.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27050A Menggunakan *Sintetic Water*

11 November 2021 – 17 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
2	10.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
2	15.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
2	20.000	2,25	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
2	25.000	2,45	0,2	2,35	Type III, Middle Phase
2	35.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 23 – 24 berikut.



**Gambar 23.** Hasil Pengujian Phase Behaviour PROE27050A Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 2% dengan Salinitas NaCl : 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm dan 35.000 ppm



**Gambar 24.** Hasil Pengujian Phase Behaviour PROE27050A Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 2% dengan Salinitas NaCl : 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm, 30.000 ppm dan 35.000 ppm

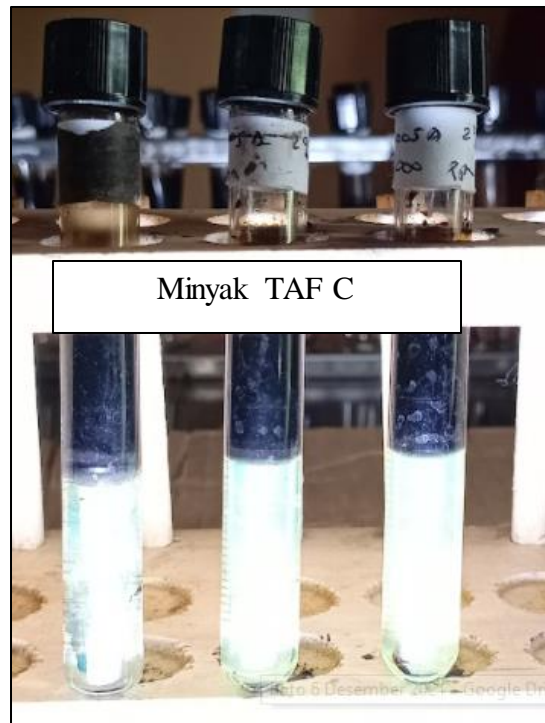
**Tabel 43.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE26005A Menggunakan *Sintetic Water*

03 Desember 2021 – 09 Desember 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
2	10.000	2,45	0,3	2,25	Type III, Middle Phase
2	30.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
2	35.000	2,45	0,2	2,35	Type III, Middle Phase

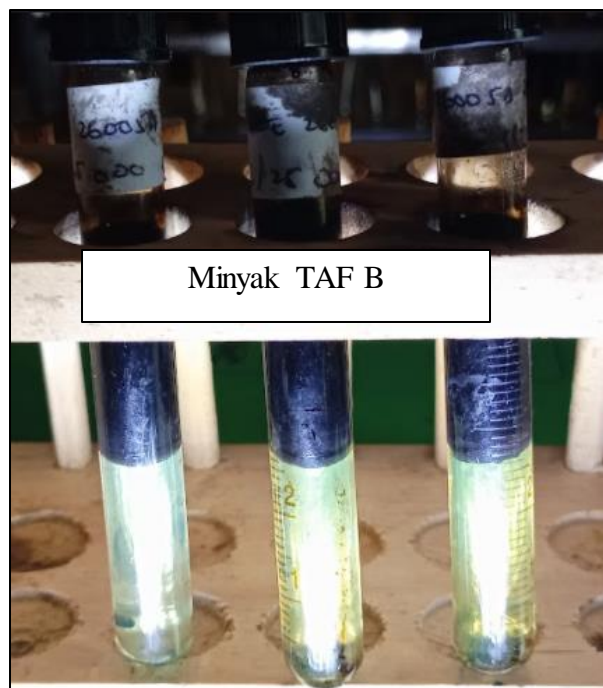
**Tabel 44.** Data Pengamatan Phase Behaviour Menggunakan *Sintetic Water*

11 November 2021 – 17 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
2	10.000	2,4	0,3	2,3	Type III, Middle Phase
2	20.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase
2	25.000	2,4	0,2	2,4	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 25 – 26 berikut.



**Gambar 25.** Hasil Pengujian Phase Behaviour PROE26005A Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 2% dengan Salinitas NaCl : 10.000 ppm, 30.000 ppm dan 35.000 ppm



**Gambar 26.** Hasil Pengujian Phase Behaviour Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 2% dengan Salinitas NaCl : 10.000 ppm, 20.000 ppm dan 25.000 ppm

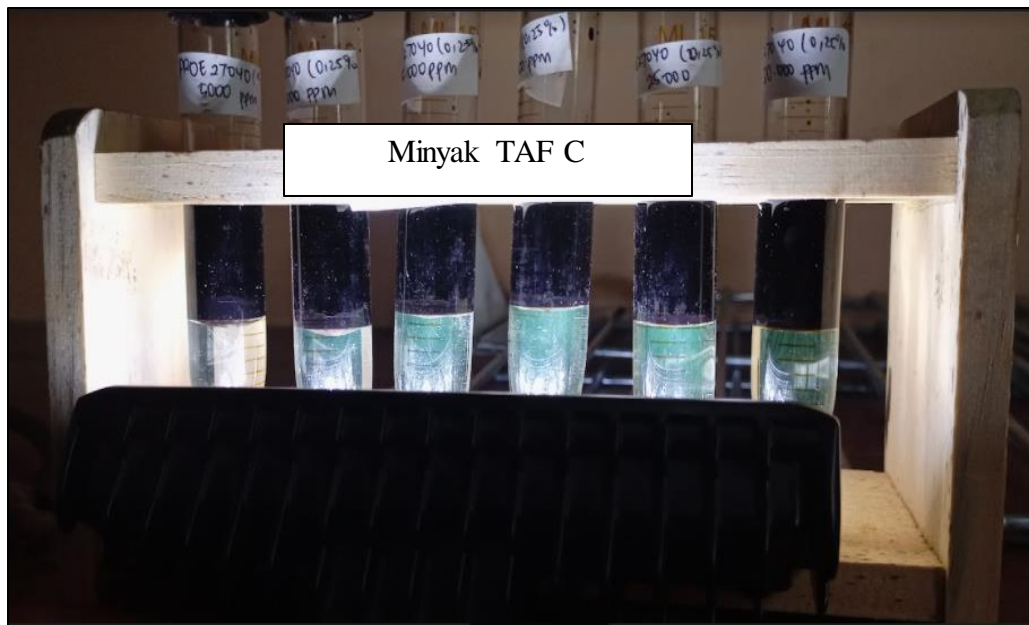
**Tabel 44.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27040A Menggunakan *Sintetic Water*

11 November 2021 – 17 November 2021 (Minyak TAF C)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,25	5.000	5,25	0,75	4	Type III, Middle Phase
0,25	10.000	4,5	0,5	5	Type III, Middle Phase
0,25	15.000	4,5	0,5	5	Type III, Middle Phase
0,25	20.000	5,5	0,5	4	Type III, Middle Phase
0,25	25.000	5,25	0,25	4,5	Type III, Middle Phase
0,25	30.000	5	0,25	4,75	Type III, Middle Phase

**Tabel 45.** Data Pengamatan Phase Behaviour PROE27040A Menggunakan *Sintetic Water*

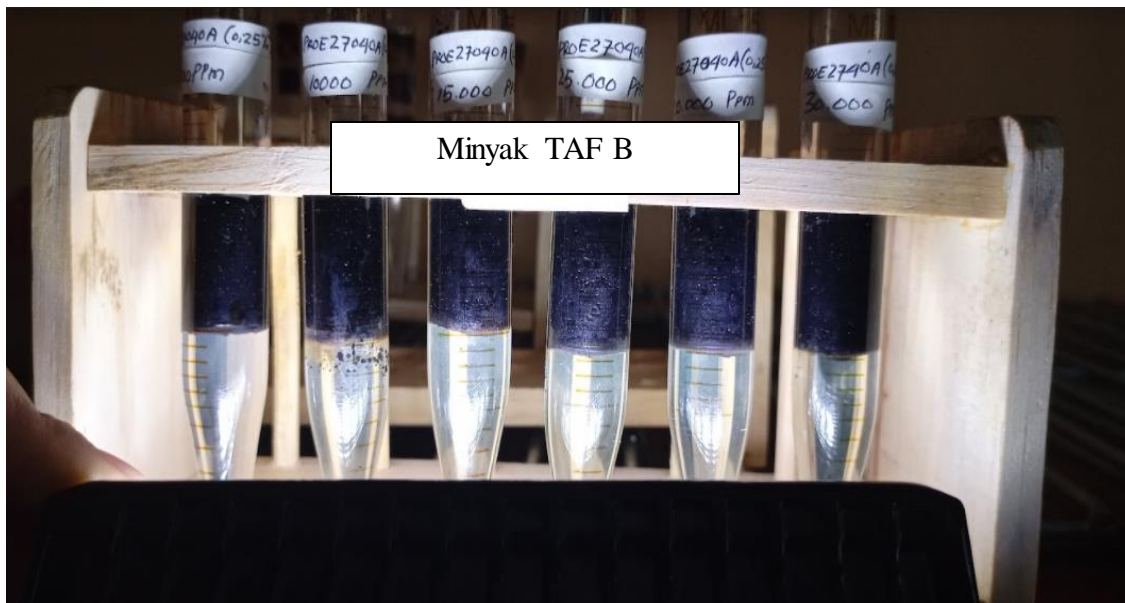
11 November 2021 – 17 November 2021 (Minyak TAF B)					
Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Vol. Air (ml)	Vol. Middle Phase (ml)	Vol. Minyak (ml)	Keterangan
0,25	5.000	5	-	5	Type III, Middle Phase
0,25	10.000	4,75	0,25	5	Type III, Middle Phase
0,25	15.000	5,25	0,25	4,5	Type III, Middle Phase
0,25	20.000	4,75	0,25	5	Type III, Middle Phase
0,25	25.000	4,75	0,25	5	Type III, Middle Phase
0,25	30.000	4,75	0,15	5,1	Type III, Middle Phase

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 27 – 28 berikut.



**Gambar 27.** Hasil Pengujian Phase Behaviour PROE27040A Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,25% dengan Salinitas NaCl : 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm dan 30.000 ppm





**Gambar 28.** Hasil Pengujian Phase Behaviour PROE27040A Setelah Pengamatan Selama 7 Hari pada Konsentrasi Surfaktan 0,25% dengan Salinitas NaCl : 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, 25.000 ppm dan 30.000 ppm

Fasa tengah yang terlihat pada setiap sampel masih berupa indikasi adanya mikromemulsi fasa tengah dan gel. Adapun mikroemulsi dicirikan transparan secara penampakan, satu fasa dan memiliki viskositas yang rendah.

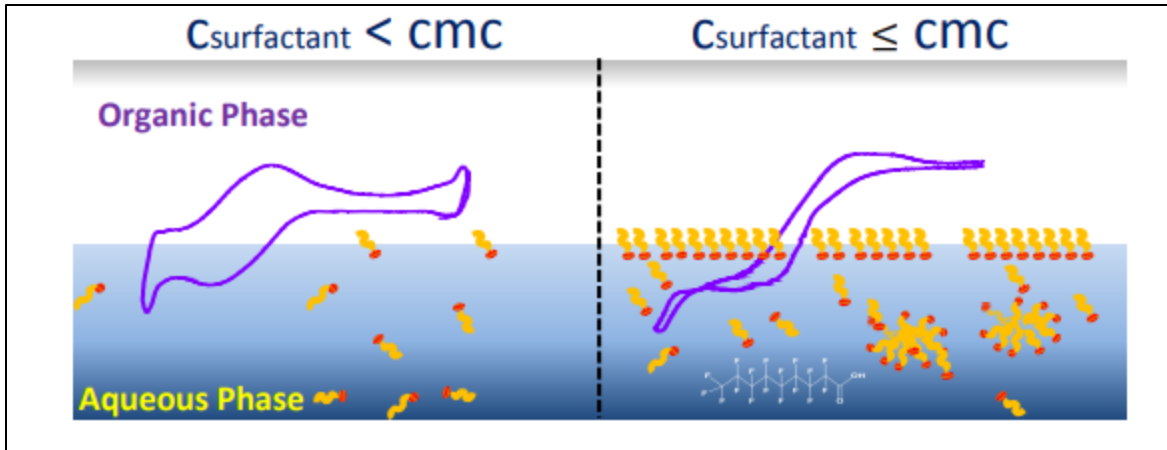
Beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya mikroemulsi yaitu karakteristik minyak dan konsentrasi surfaktan. Menurut Astuti dkk (2017), minyak lapangan Bentayan merupakan heavy oil dengan API 19 pada TAF B dan API 22,3 (kategori minyak sedang) pada minyak TAF C. Selain itu, adanya kandungan *asphaltene* pada minyak TAF C (2,633 % w/w) dan minyak TAF B (0,258 % v/v) merupakan salah satu hal yang perlu dipertimbangkan untuk pemilihan surfaktan.

*Asphaltene* merupakan fraksi minyak mentah yang memiliki bobot molekul yang tinggi. *Asphaltene* merupakan komponen terberat minyak bumi. *Asphaltene* tidak larut dalam hidrokarbon alifatik rantai pendek seperti pentane, heksana, atau heptane tetapi larut dalam pelarut aromatis seperti *toluene*. Hal ini merupakan permasalahan yang serius, karena dapat menyebabkan flokulasi dan deposit pada *reservoir*, lubang sumur, dan transportasi pada aliran pipa (Fakher dkk, 2019). Oleh karena itu, penambahan solvent pada formula surfaktan dapat menjadi salah satu opsi untuk melarutkan kandungan *asphaltene* tersebut dan membantu pembentukan *middle phase* mikroemulsi yang lebih baik.

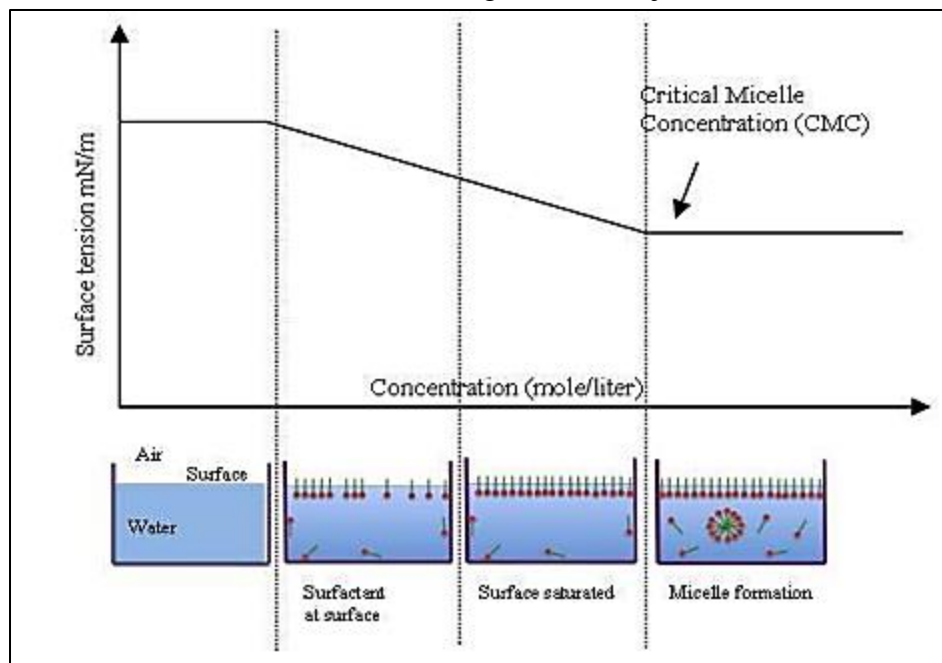
Selain itu, konsentrasi surfaktan menjadi salah satu hal yang mempengaruhi pembentukan mikroemulsi dan memiliki keterkaitan dengan *Critical Micelle Concentration (CMC)*. Menurut Reningtyas dan Mahreni (2015), CMC adalah konsentrasi surfaktan jenuh dalam suatu emulsi. Pada konsentrasi kritis tegangan permukaan tidak akan berubah atau berubah sedikit dengan kenaikan konsentrasi surfaktan. Semakin besar konsentrasi surfaktan dalam larutan maka tegangan

permukaan antarmuka akan semakin kecil. Jika pada saat penambahan surfaktan tidak merubah IFT atau perubahan IFT hanya sedikit maka itu sudah mencapai konsentrasi surfaktan yang diinginkan.

CMC adalah suatu parameter standar dalam karakterisasi larutan surfaktan. Karena umumnya memperlihatkan konsentrasi minimum tercapainya struktur asosiasi surfaktan. Secara ringkas, CMC adalah konsentrasi minimal dimana larutan surfaktan membentuk *agregat / micelle*. Gambaran tentang CMC ditampilkan pada Gambar 30 – 31 berikut.



**Gambar 30.** Gambaran Tentang CMC (Benjamin dkk, 2018)



**Gambar 31.** Gambaran CMC terhadap IFT (Jayanudin dkk, 2015)

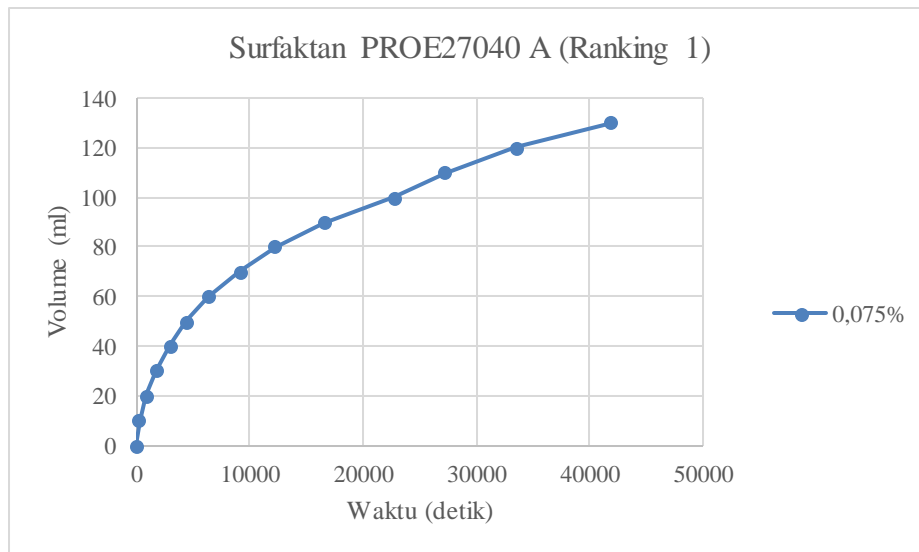
Oleh karena itu, penambahan nilai konsentrasi surfaktan yang *feasibility* dengan keekonomian dapat menjadi pilihan pengujian untuk mendapatkan mikroemulsi yang baik.



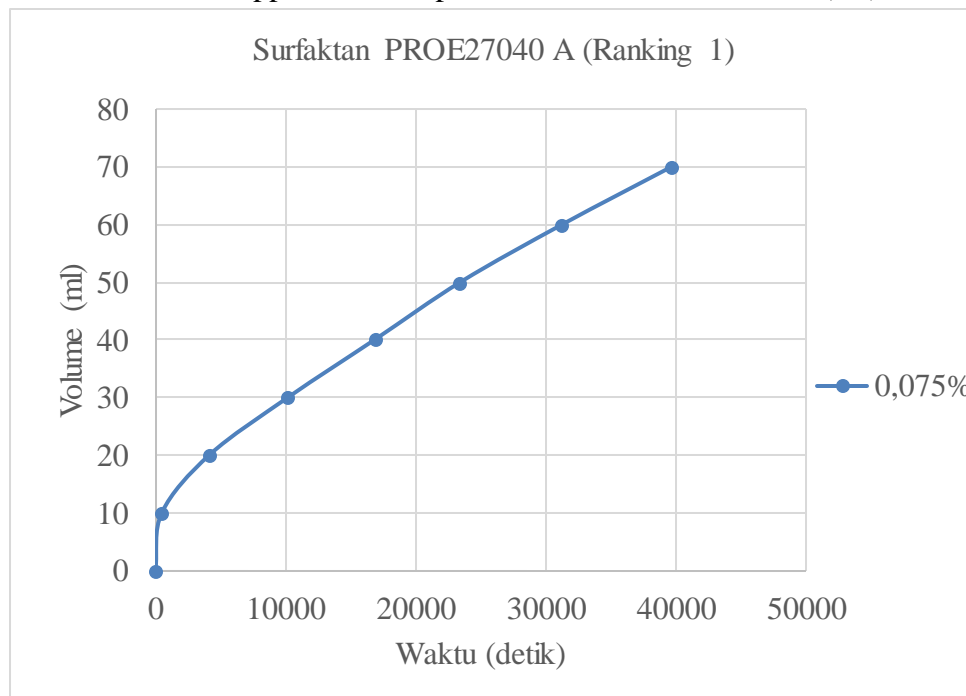
### 7.3. Filtration Test

#### 7.3.1. Surfaktan PROE27040A

Hasil Pengujian ditampilkan pada Gambar 32 - 33 berikut.



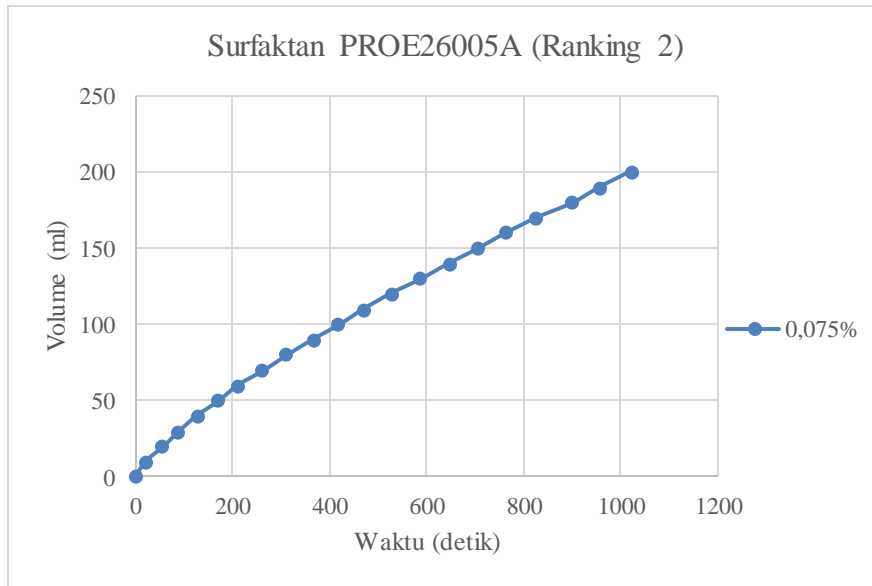
**Gambar 32.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27040A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 3 mikron. Filtration Ratio (FR) = 14



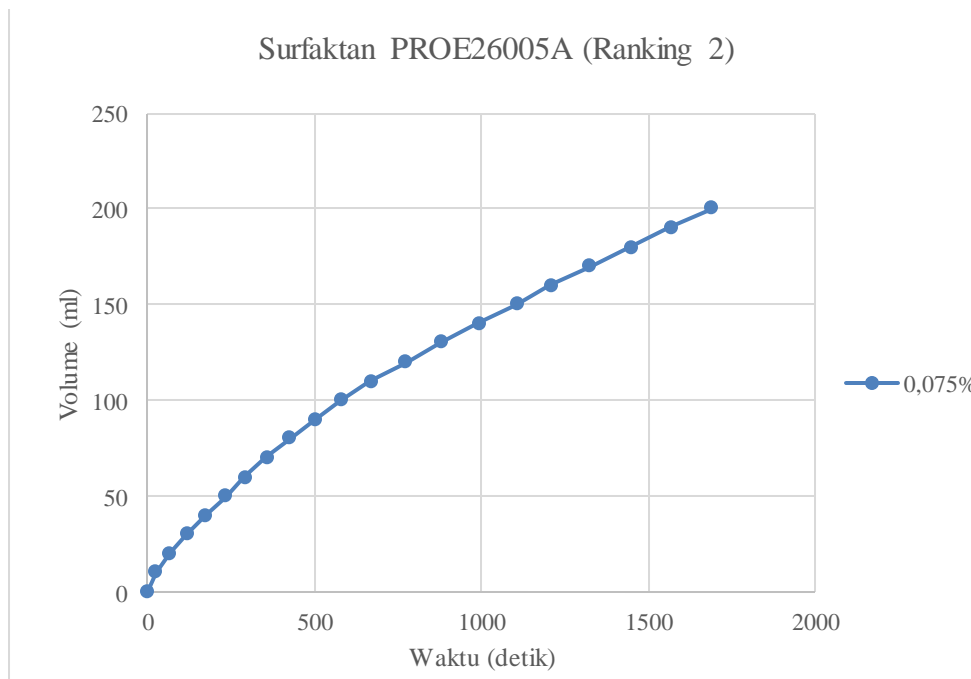
**Gambar 33.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27040A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 0,2 mikron. Filtration Ratio (FR) = 2,29

### 7.3.2. Surfaktan PROE26005A

Hasil Pengujian ditampilkan pada Gambar 34 - 35 berikut



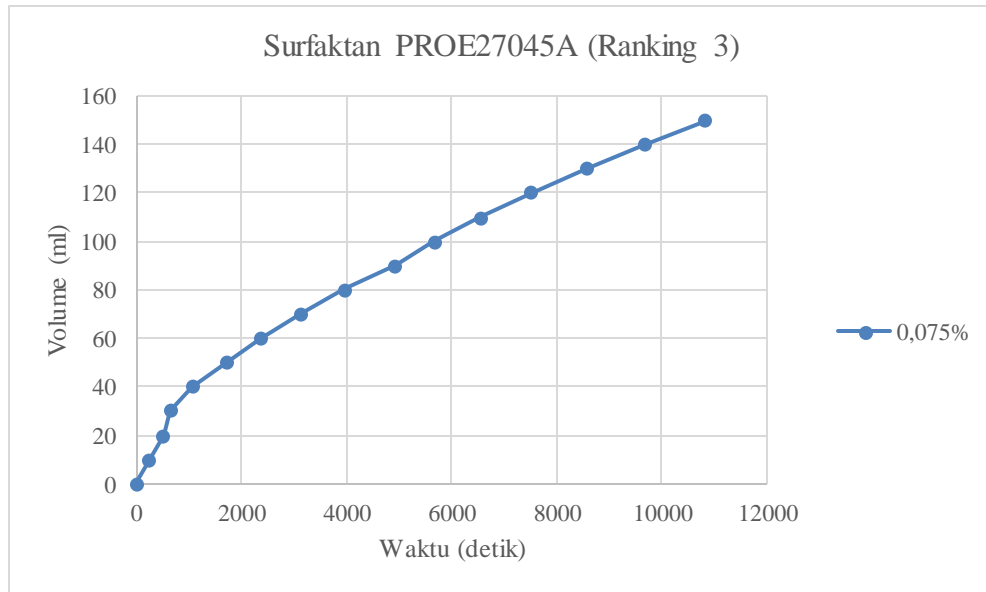
**Gambar 34.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE26005A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 3 mikron. Filtration Ratio (FR) = 1,19



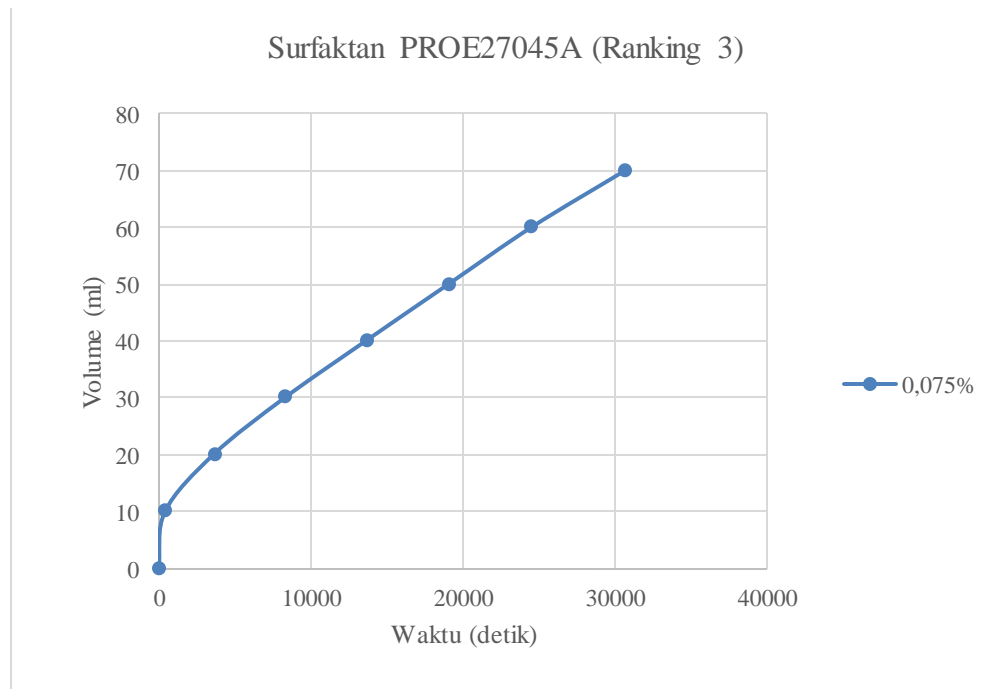
**Gambar 35.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE26005A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 0,2 mikron. Filtration Ratio (FR) = 1,8

### 7.3.3. Surfaktan PROE27045A

Hasil Pengujian ditampilkan pada Gambar 36 – 37 berikut.



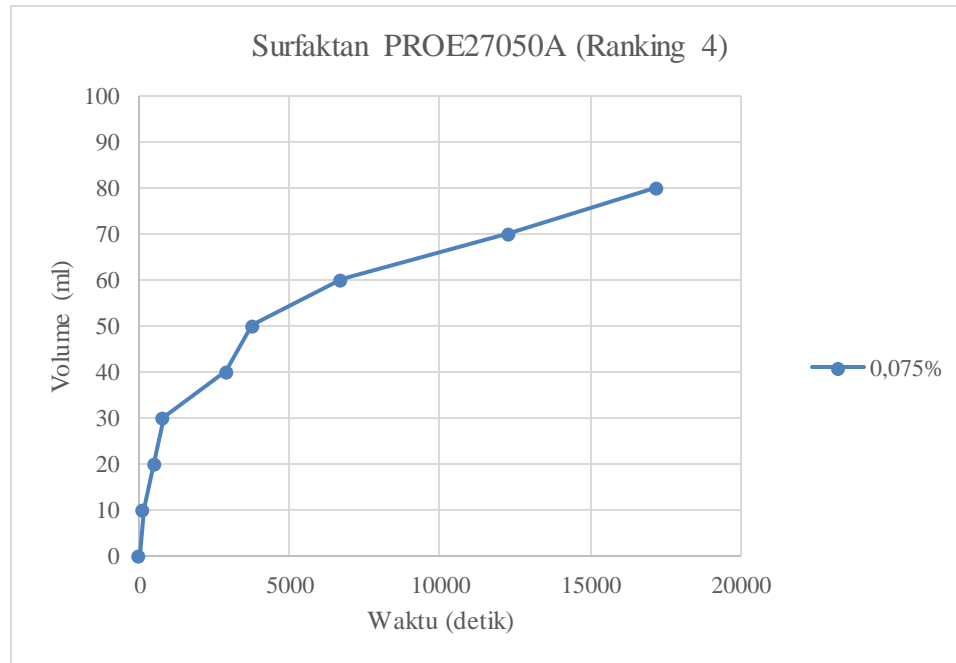
**Gambar 36.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27045A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 3 mikron. Filtration Ratio (FR) = 5,7



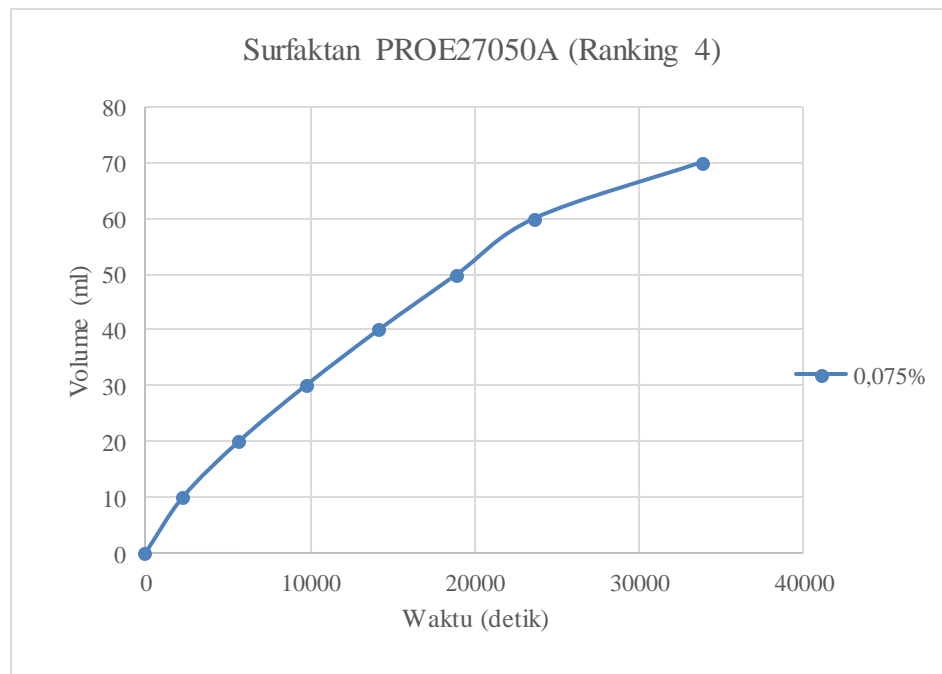
**Gambar 37.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27045 A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 0,2 mikron. Filtration Ratio (FR) = 1,93

### 7.3.4. Surfaktan PROE27050A

Hasil Pengujian ditampilkan pada Gambar 38 – 39 berikut.



**Gambar 38.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27050A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 3 mikron. Filtration Ratio (FR) = 14,16

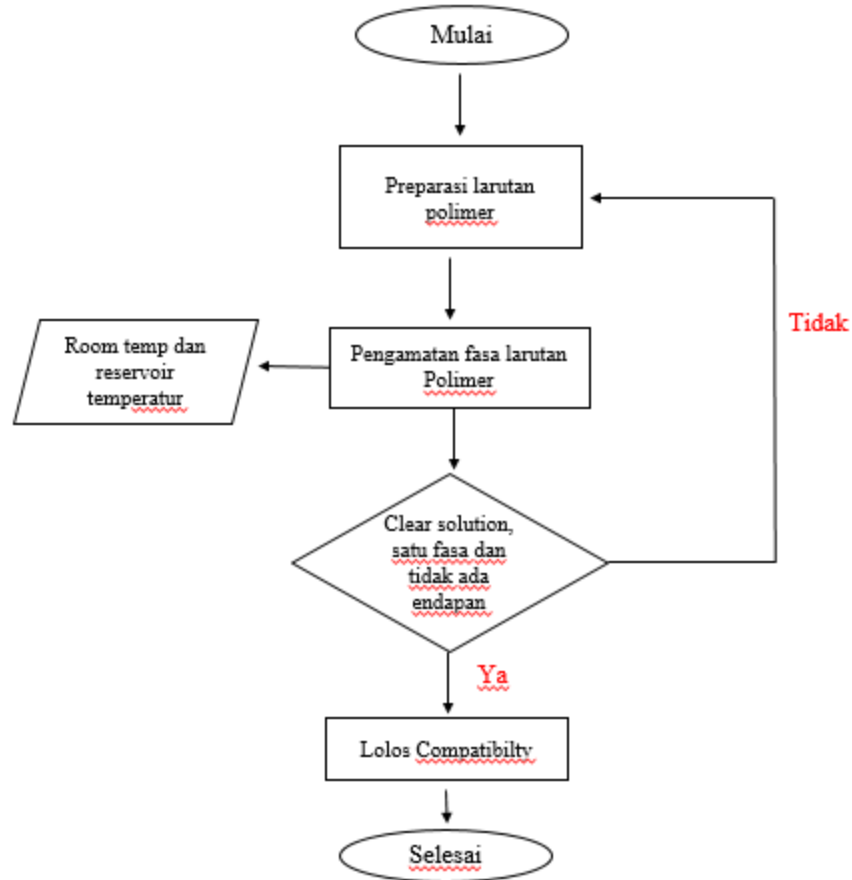


**Gambar 39.** Grafik *Filtration Test* Surfaktan PROE27050A pada Konsentrasi (0,075%) Salinitas 20.000 ppm. Filter Paper 0,2 mikron. Filtration Ratio (FR) = 2,96

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa surfaktan ranking 1 PROE27040A, menggunakan *Filter Paper Whattman* 3 mikron, FR tdk berupa garis lurus, sehingga tidak lulus. Ketika menggunakan *Filter Paper Whattman* 0.2 mikron FR juga tidak lulus setelah dilakukan pengujian. Sementara untuk surfaktan ranking 2 PROE26005A pengujian dengan *Filter Paper Whattman* 3 mikron, FR = 1,19 dan garis lurus. Grafik filtrasi untuk surfaktan ranking 3 PROE27045A menggunakan *Filter Paper Whattman* 3 mikron, FR tidak berupa garis lurus (tidak lulus). Untuk Surfaktan ranking 4 juga menggunakan *Filter Paper Whattman* 3 mikron, FR juga tidak berupa garis lurus (tidak lulus). Surfaktan Ranking 1, 3, dan 4 pada pengujian ini terbentuk "*cake*" *filtration* pada kertas saring 0.2 dan 3 mikron. Penggunaan *Filter Paper Whattman* 3 mikron dikarenakan Bentayan memiliki permeabilitas maksimum 700 mD yang diperoleh ukuran pori (*mean pore throat size*) 26.45 mikron (Tabel 1 *Reservoar Properties*). Jika mengikuti teori Abram (*Abram's rule*) tentang *plugging*, maka surfaktan akan menyebabkan *plugging* jika filtrate (*surfactant suspension*) melebihi 3-9 mikron size. (Abrams, 1977)

## COMPATIBILITY TEST POLIMER

Pengujian dilakukan berdasarkan diagram alir pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 40.** Flow Chart Pengujian *Compatibility Test*

Berdasarkan Gambar 40, pengujian dilakukan untuk melihat kompatibilitas / kelarutan polimer pada air formasi Bentayan (20.000 ppm). Tes kompatibel merupakan tahapan awal yang harus dilalui untuk melihat apakah polimer larut sempurna dalam air formasi. Adapun kriteria polimer yang lolos tes kompatibel adalah menghasilkan larutan yang jernih (*clear solution*), tidak keruh (*hazy atau milky*) dan tidak adanya endapan (*no precipitation*).



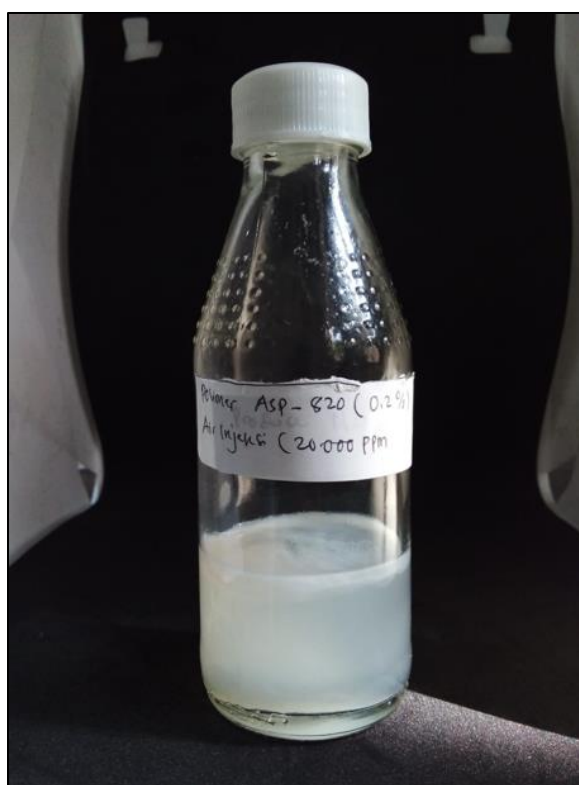
### 1. Liquid Polimer ASP – 820

Hasil pengujian polimer dengan air injeksi Bentayan (20.000 ppm) ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Data Pengamatan *Compatibility Test* Polimer ASP – 820 Menggunakan Air Injeksi Bentayan

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,2	20.000	01 Desember 2021	14 Desember 2021	<i>Hazy solution, milky</i>

Hasil Pengujian ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* pada Konsentrasi Polimer 0,2% dengan Salinitas Air Injeksi Bentayan 20.000 ppm pada *room temperature*

Tes kompatibel bertujuan untuk mengetahui kelarutan polimer terhadap air injeksi. Larutan yang memenuhi uji compatibility adalah larut sempurna, jernih (*clear solution*), tidak keruh (*hazy solution* atau *milky*) dan tidak membentuk endapan. Gambar 2 menunjukkan bahwa sampel polimer tidak lolos uji kompatibel setelah diuji kelarutan pada *room temperatur*, karena menghasilkan larutan yang keruh (*hazy* atau *milky*) serta terlihat adanya partisi pada larutan polimer di atas.

Pengujian juga dilakukan menggunakan *synthetic water* tanpa adanya penambahan garam karbonat. Air sintetik yang akan dibuat berdasarkan komposisi pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Komposisi *Sintetic Water*

Chemical	Synthetic Brine	Modified Synthetic Brine	Unit
CaCl <sub>2</sub>	0,3321	0,3460	g/4L
MgCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	0,7113	0,7685	g/4L
NaCl	74,0636	91,9996	g/4L
NaHCO <sub>3</sub>	17,9444	-	g/4L
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 10 H <sub>2</sub> O	0,0013	-	g/4L
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . 10 H <sub>2</sub> O	0	-	g/4L
TDS	23184.4	23184,4	mg/L
R <sup>+</sup>	0.0060	0,0060	

Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* Polimer ASP – 820 Menggunakan *Sintetic Water*

Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
0,0025	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution
0,005	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution
0,01	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution
0,05	20.000	01 Desember 2021	14 Desember 2021	Clear solution
0,1	20.000	01 Desember 2021	14 Desember 2021	Clear solution
0,15	20.000	01 Desember 2021	14 Desember 2021	Clear solution
0,2	20.000	01 Desember 2021	14 Desember 2021	Clear solution

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 2 – 3 berikut.



**Gambar 2.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* Polimer ASP - 820 pada Konsentrasi 0,0025%; 0,005% dan 0,01% dengan Salinitas Air Formasi: 20.000 ppm. Suhu Pengujian 104 °C



**Gambar 3.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* Polimer ASP – 820 pada Konsentrasi 0,05%; 0,01%; 0,15% dan 0,2% dengan Salinitas Air Formasi: 20.000 ppm. Suhu Pengujian 104 °C

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa sampel uji polimer ASP – 820 pada konsentrasi 0,0025% - 0,01% menghasilkan larutan polimer yang jernih (*clear solution*) hingga hari ke – 14 (hari terakhir pengamatan). Namun, konsentrasi yang kecil juga mempengaruhi nilai viskositas

larutan polimer tersebut. Peningkatan konsentrasi akan menambah berat molekul pada larutan polimer dan meningkatkan nilai viskositasnya.

Pada Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa sampel uji polimer ASP – 820 pada konsentrasi 0,05% - 0,2% menghasilkan larutan yang sedikit keruh (*less hazy solution*) dan terlihat adanya partisi pada larutan tersebut pada hari pertama pembuatan sampel, namun setelah 14 hari sampel diletakkan dalam oven pada suhu 104 °C terlihat sampel terlihat jernih (*clear solution*) dan tidak terlihat adanya endapan di dasar *tube* ataupun partisi pada larutan.

Polimer ASP – 820 merupakan *oil base polymer*, namun juga mengandung komponen alkohol yang bersifat hidrofilik (polar) untuk meningkatkan kelarutannya dalam air. Pada hari pertama pembuatan larutan polimer (Gambar 3) terlihat bahwa larutan berwarna keruh dan tingkat kekeruhan bertambah dengan peningkatan konsentrasi polimer, dan juga terlihat partisi pada larutan. Namun setelah diuji pada oven pada suhu 104 °C selama 14 hari, menghasilkan larutan yang jernih (*clear solution*) dan tidak terlihat adanya partisi pada larutan.

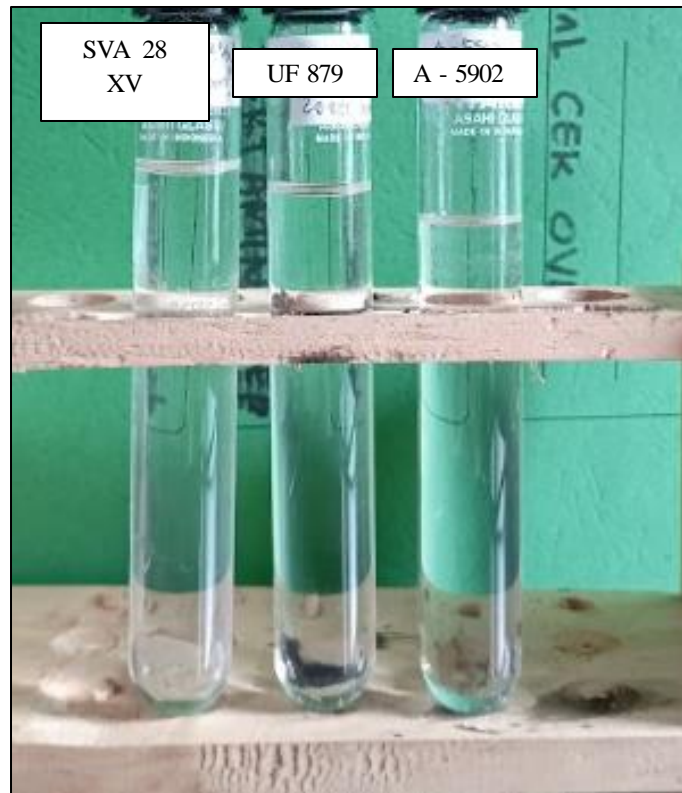
## 2. Compatibility Test Polimer A – 5902 , Polimer SVA 28 XV, Polimer UF 879

Data hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Hasil Pengamatan *Compatibility Test* Polimer Menggunakan *Sintetic Water*

Nama Surfaktan	Konsentrasi (%)	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
A - 5902	0,0025	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution
SVA 28 XV	0,005	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution
UF 879	0,01	20.000	30 November 2021	13 Desember 2021	Clear solution

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* Polimer ASP – 820 pada Konsentrasi 0,05% ; 0,01% 0,15% dan 0,2% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm. Suhu Pengujian 104 °C

Berdasarkan Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa semua sampel polimer lolos *compatibility test* dengan menghasilkan larutan yang jernih (*clear solution*) dan tidak adanya endapan (*no precipitation*)

### 3. Compatibility Test Powder Polimer Champion – X EOR 909

Nama Surfaktan	Konsentrasi	Salinitas (ppm)	Tanggal Mulai Pengamatan	Tanggal Selesai Pengamatan	Keterangan
Champion – X EOR 909	0,075	20.000	12 Januari 2022	25 Januari 2022	Clear solution
	0,1	20.000	12 Januari 2022	25 Januari 2022	Clear solution
	0,2	20.000	12 Januari 2022	25 Januari 2022	Clear solution
	0,3	20.000	12 Januari 2022	25 Januari 2022	Clear solution

Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 5 berikut.



**Gambar 5.** Hasil Pengujian *Compatibility Test* Polimer EOR 909 pada Konsentrasi 0,75% ; 0,1% ; 0,2% dan 0,3% dengan Salinitas *Sintetic Water* 20.000 ppm. Suhu Pengujian 104 °C



### **VIII. Rekomendasi (Pengujian Tahap II)**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat direkomendasikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Memformulasi surfaktan dengan solvent yang bisa melarutkan kandungan asphaltene pada crude oil Bentayan TAF C dan TAF B.
2. Menambah penggunaan konsentrasi surfatkan untuk mencapai nilai *Critical Micelle Concentration (CMC)* dengan tetap memperhitungkan *feasibility* secara keekonomian.

## IX. Referensi

- Abrams, A.(1977) "Mud Design to Minimize Rock Impairment Due to Particle Invasion," JPT (May 1977) 586.
- Alli, Y. F., & Tobing, E. M. (2016). Effect of Optimum Salinity on Microemulsion Formation To Attain Ultralow Interfacial Tension for Chemical Flooding Application. 39(2), 63–69.
- Ameri, A., Esmailzadeh, F., and Mowla D., Effect of low-salinity water on asphaltene precipitation, Journal of Dispersion Science and Technology Vol. 39, No. 7, 1031–1039, 2018.
- Argakoesoemah, R.M.I. dan Kamal., A Ancient Talang Akar Deepwater Sediments In South Sumatera Basin: A New Exploration Play. Proceeding Indonesian Petroleum Association (IPA): Jakarta, Indonesia, 2004.
- Barnes, J. R., Smit, J. P., Smit, J. R., Gregory Shpakoff, P., Raney, K. H., & Puerto, M. C. (2008). Phase behaviour methods for the evaluation of surfactants for chemical flooding at higher temperature reservoir conditions. Proceedings - SPE Symposium on Improved Oil Recovery, 1, 453–461.
- D. I. Astuti, T. Ariadji, P. Aditiawati, I. A. Purwasena, G. P. Persada, A. A. Ananggadipa, U. R. Dewi, D. D. Khendarsyah, and R. Rizki, Bandung Institute of Technology; M. H. Abqory and R. N. Ardianto, PT Pertamina EP., A Comprehensive Preparation Study for Microbial Nutrient Injection of Microbial Enhanced Oil Recovery: Reservoir Screening and Laboratory Analysis – Case Study Bentayan Field, Society of Petroleum Engineers, 2017.
- Diky Pranondo, Syahrial Agusandi., Evaluasi Permasalahan Scale Sumur SA-33, SA-101, SA-104 DAN SA-108 Di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba, Jurnal Teknik Patra Akademika, Vol 8. No.1 Juli 2017.
- Drummond C., Israelachvili J., Surface forces and wettability., Journal of Petroleum Science and Engineering, 33, 123-133, 2002.
- Dwiky Pobri Cesarian., Study of Low-Salinity Waterflooding For Sandstone Reservoir., Indonesian J. Integr. Sci. Education (IJIS Edu ), 1(1), 2019.
- Fakher S, M. Ahdaya, M. Elturki, A. Imqam, "Critical Review of Asphaltene Properties and Factors Impacting its Stability in Crude Oil". Journal of Petroleum Exploration and Production Technology (2020).
- Ginger, D., Fielding, K. The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatera Basin. Proceeding Indonesian Petroleum Assosiation (IPA), The 30th Annual Convention&Exhibition: Jakarta. Indonesia, 2005.

- Hamon., Low salinity water flooding: facts, inconsistencies, and way forward. International Symposium of the society of core analysts, St. John's Newfoundland and Labrador, Canada, 16-21 August, 2015.
- Harris, C., and Odom, C. (1982) Effective Filtration in Completion and other Wellbore Operations Can be Good Investment. *Oil Gas J.* 80:38-46
- Jackson T.P.A., Fadli Z, Mucharam L., Nugroho W., "Overview of Chemical Enhanced Oil Recovery Field Experiences in South Sumatra Mature Oil Fields, Indonesia", PROCEEDINGS, Indonesian Petroleum Association, IPA16-549-E, May 2016.
- Jayanudin, Rochmadi, Wiratni, M. Yulvianti, D.R. Barleany and W. Ernayati, "Encapsulation Red Ginger Oleoresin (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) With Chitosan – alginate as Wall Material Using Spray Drying". *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* (2015).
- N.V. Benjamin, A.V. Juarez, E.M.P Gomez, M.A. Fernandez, L.M. Yudi, "Determination, of the Critical Micelle Concentration of Perfluorinated Surfactants by Cyclic Voltammetry at Liquid/Liquid Interfaces. *Electrochimica Acta* (2018).
- Reningtyas, R, & Mahreni. (2015). *Biosurfaktan*. Eksergi, XII (2), 12 – 22.
- Recommended Practice for Analysis of Oilfield Waters, Exploration and Production Department, American Petroleum Institute, 1998.
- Rillian, A. N., & Muslim. (2021) Workshop EOR Concepts & Applications, Pekanbaru 2 -4 Agustus 2021.
- Rini Setiati, Septorotno Siregar, Taufan Marhaendrajana, Deana Wahyuningrum., Pengaruh Wettability Surfaktan NaLS Ampas Tebu Pada Batuan Sandstone Dalam Proses Enhanced Oil Recovery (EOR), Seminar Nasional Pakar ke 1 Tahun 2018.
- Setiati R, S. Siregar, T. Marhaendrajana and D. Wahyuningrum, "Surfactant Flooding for EOR Using Sodium Lignosulfonate Synthesized from Bagasse, *IntechOpen* (2019).
- Shabrina S, Riswati, Wisup Bae, Changhyup Park, Asep K. Permadi, Ivan Efriza, Byungun Min, "Experimental Analysis to Design Optimum Phase Type and Salinity Gradien of Alkaline Surfactant Polymer Flooding at Low Saline Reservoir", *Journal of Petroleum Science and Engineering* 173 (2019) 1005 – 1019.
- Sheng, J. J. (2011). *Modern Chemical Enhanced Oil Recovery*.
- Sreela Pall, M. Mushtaq, Fawzi Banat, Ali M. Al Sumaiti, Review of surfactant-assisted chemical enhanced oil recovery for carbonate reservoirs: challenges and future perspectives, *Petroleum Science*, 15, 77-102, 2018.

- T. Ariadji, D. I. Astuti, N. Priharto, A. A. Ananggadipa, G. P. Persada, and E. Subiantoro, Bandung Institute of Technology; P. E. Erwanto and M. H. Abqory, PT Pertamina EP., Field Implementation of Nutrient Huff and Puff in Bentayan Field, South Sumatera: Towards a Low-Cost EOR, SPE-196536-MS, 2019.
- W.-B. Bartelsa,b,, H. Mahanib, S. Bergb, S.M. Hassanizadeh., Literature review of low salinity waterflooding from a length and time scale perspective., Fuel 236., 2019.
- Yun Lei, Pengfei Yu, Wenqiang Ni, Haoping Peng, Yang Liu, Xiaofang Lv, and Huijun Zhao., Study on the Kinetic Process of Asphaltene Precipitation during Crude Oil Mixing and Its Effect on the Wax Behavior of Crude Oil., ACS Omega, 6, 1497–1504, 2021.

# X. Lampiran

## 1. Data Surfaktan

**1**

**SAFETY DATA SHEET**  
**PROE2704A**

**Section 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Product name: PROE2704A  
 Recommended use: SURFACTANT  
 Restrictions on use: FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT USE ONLY  
 Company: Nalco Chempro  
 1177 S. Stadium Drive  
 Sugar Land, Texas 77478  
 USA  
 TEL: (281) 632-6500  
 Emergency telephone number: (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC  
 Issuing date: 08/19/2017

**Section 2. HAZARDS IDENTIFICATION**

GHS Classification:  
 Flammable liquid: Category 2  
 Acute toxicity (Oral): Category 4  
 Skin irritation: Category 2  
 Eye irritation: Category 2  
 Specific target organ toxicity - Single exposure: Category 3 (H360DF)  
 Specific target organ toxicity - Repeated exposure: Category 3 (H360DF)

GHS Label element:  
 Hazard pictograms:

Signal Word: Warning

Hazard Statements:  
 - Flammable liquid and vapor.  
 - Harmful to the environment.  
 - Causes skin irritation.  
 - Causes serious eye irritation.  
 - May cause damage to organs (H360DF) via acute or chronic exposure.

Precautionary Statements:  
 - Keep away from heat/sparks/open flames and hot surfaces. (H228)  
 - Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray. (P273)  
 - Avoid contact with skin. (P273)  
 - Avoid contact with eyes. (P273)  
 - Avoid release to the environment. (P501)  
 - If SWALLOWED: Call a POISON CENTER or doctor if you feel unwell.

**PROE2704A**

**Hazard Statements**  
 H228: Flammable liquid and vapor.  
 H314: Causes skin irritation.  
 H332: Causes serious eye irritation.  
 H360DF: May cause damage to organs through chronic exposure.  
 H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effects.

**Precautionary Statements**  
 P201: Read the label carefully before use.  
 P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P210: Keep away from heat, open flames, sparks and hot surfaces.  
 P223: Extremely flammable liquid and vapor.  
 P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P232: Avoid contact with skin.  
 P233: Avoid contact with eyes.  
 P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P241: Avoid contact with skin.  
 P242: Avoid contact with eyes.  
 P243: Avoid release to the environment.  
 P273: Avoid contact with water.  
 P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

**PROE2704A**

**Precautionary Statements**  
 P201: Read the label carefully before use.  
 P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P210: Keep away from heat, open flames, sparks and hot surfaces.  
 P223: Extremely flammable liquid and vapor.  
 P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P232: Avoid contact with skin.  
 P233: Avoid contact with eyes.  
 P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P241: Avoid contact with skin.  
 P242: Avoid contact with eyes.  
 P243: Avoid release to the environment.  
 P273: Avoid contact with water.  
 P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

1.10

**2**

**SAFETY DATA SHEET**  
**PROE2605A**

**Section 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Product name: PROE2605A  
 Other means of identification: Not applicable  
 Recommended use: Production Enhancer  
 Restrictions on use: Refer to available product literature or ask your local Sales Representative for restrictions on use and dose limits.  
 Company: ChampionX LLC  
 1177 S. Stadium Drive  
 Sugar Land, Texas 77478  
 USA  
 TEL: (281) 632-6500  
 Emergency telephone number: (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC  
 Issuing date: 06/14/2020

**Section 2. HAZARDS IDENTIFICATION**

GHS Classification:  
 Skin corrosion: Category 1  
 Serious eye damage: Category 1

GHS Label element:  
 Hazard pictograms:

Signal Word: Danger

Hazard Statements:  
 - Causes severe skin burns and eye damage.

Precautionary Statements:  
 - Prevent: Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.  
 - P201: Read the label carefully before use.  
 - P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 - P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 - P232: Avoid contact with skin.  
 - P233: Avoid contact with eyes.  
 - P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 - P241: Avoid contact with skin.  
 - P242: Avoid contact with eyes.  
 - P243: Avoid release to the environment.  
 - P273: Avoid contact with water.  
 - P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

**PROE2605A**

**Hazard Statements**  
 H314: Causes severe skin burns and eye damage.

**Precautionary Statements**  
 P201: Read the label carefully before use.  
 P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P232: Avoid contact with skin.  
 P233: Avoid contact with eyes.  
 P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P241: Avoid contact with skin.  
 P242: Avoid contact with eyes.  
 P243: Avoid release to the environment.  
 P273: Avoid contact with water.  
 P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

1.10

**3**

**SAFETY DATA SHEET**  
**PROE2705A**

**Section 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Product name: PROE2705A  
 Other means of identification: Not applicable  
 Recommended use: Production Enhancer  
 Restrictions on use: Refer to available product literature or ask your local Sales Representative for restrictions on use and dose limits.  
 Company: ChampionX LLC  
 1177 S. Stadium Drive  
 Sugar Land, Texas 77478  
 USA  
 TEL: (281) 632-6500  
 Emergency telephone number: (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC  
 Issuing date: 03/26/2020

**Section 2. HAZARDS IDENTIFICATION**

GHS Classification:  
 Eye irritation: Category 2A  
 Specific target organ toxicity - Repeated exposure: Category 2 (H360DF)

GHS Label element:  
 Hazard pictograms:

Signal Word: Warning

Hazard Statements:  
 - Causes serious eye irritation.  
 - May cause damage to organs (H360DF) through repeated exposure.

Precautionary Statements:  
 - Prevention: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray. (P273)  
 - Avoid contact with skin. (P273)  
 - Avoid contact with eyes. (P273)  
 - Avoid release to the environment. (P501)  
 - If SWALLOWED: Rinse mouth. If ON SKIN: Wash with plenty of water. If IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. If present and easy to do, continue rinsing. (P301+P312)  
 - Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

**PROE2705A**

**Hazard Statements**  
 H314: Causes serious eye irritation.  
 H360DF: May cause damage to organs through repeated exposure.

**Precautionary Statements**  
 P201: Read the label carefully before use.  
 P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P232: Avoid contact with skin.  
 P233: Avoid contact with eyes.  
 P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P241: Avoid contact with skin.  
 P242: Avoid contact with eyes.  
 P243: Avoid release to the environment.  
 P273: Avoid contact with water.  
 P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

1.10

**3**

**SAFETY DATA SHEET**  
**PROE2704A**

**Section 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Product name: PROE2704A  
 Other means of identification: Not applicable  
 Recommended use: Production Enhancer  
 Restrictions on use: Refer to available product literature or ask your local Sales Representative for restrictions on use and dose limits.  
 Company: ChampionX LLC  
 1177 S. Stadium Drive  
 Sugar Land, Texas 77478  
 USA  
 TEL: (281) 632-6500  
 Emergency telephone number: (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC  
 Issuing date: 03/19/2021

**Section 2. HAZARDS IDENTIFICATION**

GHS Classification:  
 Acute toxicity (Oral): Category 4  
 Skin irritation: Category 2  
 Serious eye damage: Category 1

GHS Label element:  
 Hazard pictograms:

Signal Word: Danger

Hazard Statements:  
 - Harmful to the environment.  
 - Causes skin irritation.  
 - Causes serious eye damage.

Precautionary Statements:  
 - Prevention: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 - Avoid contact with skin. (P273)  
 - Avoid contact with eyes. (P273)  
 - Avoid release to the environment. (P501)  
 - If SWALLOWED: Rinse mouth. If ON SKIN: Wash with plenty of water. If IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. If present and easy to do, continue rinsing. (P301+P312)  
 - Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

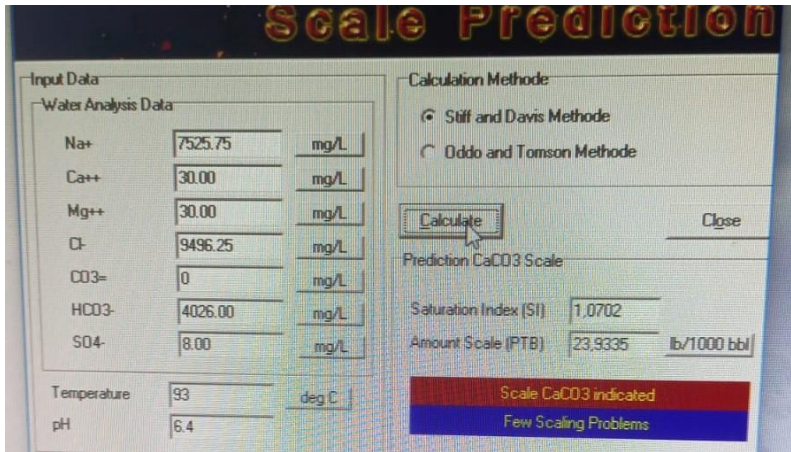
**PROE2704A**

**Hazard Statements**  
 H314: Causes skin irritation.  
 H332: Causes serious eye damage.  
 H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effects.

**Precautionary Statements**  
 P201: Read the label carefully before use.  
 P202: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P231: Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P232: Avoid contact with skin.  
 P233: Avoid contact with eyes.  
 P240: Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapour/spray.  
 P241: Avoid contact with skin.  
 P242: Avoid contact with eyes.  
 P243: Avoid release to the environment.  
 P273: Avoid contact with water.  
 P501: Dispose of contents/container to an approved waste disposal facility.

1.10

## 2. Scale Prediction Calculation



## 3. Hasil Pengamatan active content surfaktan pada berbagai lapangan

PARAMETER	Surfactant		
EOR application	ASP	SP, ASP	SP, ASP
TDS tolerance (ppm)	~32.000	~4.250	>200.000
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> tolerance (ppm)	~1.850	~150	>2000
Thermal stability (°C)	> 100	> 100	> 100
Water softening	Yes	SP - No ASP - Yes	SP - No ASP - Yes
Surfactant type	anionic	amphoteric	-
Surfactant content	aryl alkyl benzene sulfonate	betaine	alkylsulfonated phenol/aldehyde resins
Rock applicable		carbonate	sandstone

Sumber : Rangkuman dari hasil pengamatan dari berbagai lapangan

#### 4. Timeline Uji Laboratorium Screening Surfaktan

Screening	Nama Surfaktan	Tahun 2021																									
		Oktober										November															
												Date															
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Compatibility Test	PROE26005A		Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	PROE27045A		Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	PROE27040A			Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	PROE27050A			Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Phase Behaviour (Crude Oil TAF C)	PROE27040A						Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE26005A						Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE27045A						Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE27050A						Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Phase Behaviour (Crude Oil TAF B)	PROE27040A											Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE26005A											Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE27045A											Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	PROE27050A											Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Filtarion Test	Suraktan																								Yellow	Yellow	Yellow

Warna	Keterangan
Yellow	Pengujian
Green	Pengamatan



## 5. Foto-foto kegiatan pengujian

### COMPATIBILITY TEST



Mengukur jumlah air formasi untuk pembuatan larutan



Memasukkan air formasi ke dalam gelas kimia



Menambahkan surfaktan



Menutup sampel dengan plastik wrap



Stirring sampel



Sampel uji hasil stirrer dimasukkan ke dalam tube test



Sampel dimasukkan di dalam oven untuk diuji pada suhu reservoir

## PHASE BEHAVIOUR TEST



Memasukkan minyak ke dalam tube test (WOR 1:1)



Memasukkan larutan surfaktan ke dalam tube test (WOR 1:1)



Memasukkan sampel uji ke dalam oven  $\pm$  30 menit untuk mencairkan minyak



Sampel dikocok (*shaking*)



Sampel pengujian phase behaviour





Sampel dimasukkan kembali ke dalam oven pada suhu reservoir dan dilakukan pengamatan terhadap pembentukan mikroemulsi

## FILTRATION TEST



Preparasi Silinder Alat Filtrasi



Meletakkan Filter Paper Whattman



Meletakkan Ring Karet Sebagai Seal pada Silinder Alat Filtrasi



Memasukkan Larutan Surfaktan pada Silinder Alat Filtrasi



Menutup Silinder Alat Filtrasi yang Terhubung dengan Gas  $N_2$  yang dialiri pada Tekanan 30 psi



Rangkaian Alat Uji Filtration Test



Pencatatan Waktu Setiap 10 ml Larutan Surfaktan yang Keluar dari Silinder Alat Filtrasi

## 6. Prosedur Pembuatan Larutan Surfaktan

1. Ambil sejumlah sampel surfaktan pada konsentrasi tertentu
2. Tambahkan air formasi (sesuai dengan salinitas yang ditetapkan)
3. Tutup *beaker* menggunakan plastik *wrap*.
4. Letakkan *beaker* di atas *hot plate stirrer*, selanjutnya lakukan proses *stirrer* selama 4 jam
5. Setelah waktu *stirrer* tercapai, pindahkan larutan ke dalam botol kaca (*vial*) dilengkapi penutup yang telah diberikan label untuk kemudian dilakukan pengamatan selama 14 hari
6. Larutan surfaktan yang dibuat di letakkan dalam *oven* yang di set pada suhu *reservoir* dan dilakukan pengamatan pada hari ke 1 hingga 14 hari.
7. Sampel yang lolos uji *compatibility* yaitu larutan yang tetap bening dan tidak terbentuk endapan