

Pre Screening Surfaktan untuk Injeksi Chemical EOR di Lapangan X

Dian Farkhatus Solikha¹, Rizka Haryanti²

^{1,2}Akademi Minyak dan Gas Balongan, Indramayu, farkhatussolikhadian@gmail.com,
rizkaharyanti111@gmail.com

Diterima 28 Desember 2020, disetujui 25 Maret 2021, diterbitkan 30 April 2021

Pengutipan: Dian Farkhatus Solikha, Rizka Haryanti. (2021). Pre Screening Surfaktan untuk Injeksi Chemical Eor di Lapangan X. *Gema Wiralodra*, Vol 12, No 1, Hal 95-109, April 2021

ABSTRAK

Produksi minyak di Indonesia terus mengalami penurunan, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan minyak bumi dalam negeri. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi minyak bumi adalah melalui teknik *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Surfaktan atau *surface-active agent* adalah molekul-molekul yang mengandung gugus hidrofilik (suka air) dan hidropobik (suka minyak/lemak) pada molekul yang sama. *Pre screening* surfaktan untuk EOR Kompatibilitas, IFT, *Phase Behavior*, *Filtration Ratio*, *Thermal Stability*, *Core Flooding*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil *pre screening* surfaktan untuk EOR ditinjau dari kompatibilitas dan *phase behavior*. Metode yang digunakan yaitu eksperimen pengujian terhadap sampel surfaktan. Dimana hasil pengamatan kompatibilitas di pelarut aquadest untuk 4 surfaktan yaitu I 6101, K2111, A 3299 dan B 991 semua surfaktan larut di dalam aquadest. Sedangkan untuk pelarut WP lapangan X untuk Surfaktan I 6101 dan K 2111 larutan berubah menjadi *milky*, sedangkan untuk surfaktan A 3299 dan B991 dua surfaktan ini larut di dalam WP lapangan X. untuk hasil pengamatan *phase behavior* di surfaktan A 3299 DI 2% hasil emulsinya berada di fasa bawah dan winsor 1 dari pengamatan hari pertama sampai pengamatan hari ke-6. Sedangkan surfaktan B 991 pengamatan *phase behavior* di konsentrasi 2%, 2.5% dan 3% untuk hari pertama pengamatan emulsi terlihat di fasa bawah dan winsor I, seiring berjalannya waktu emulsi mulai terkumpul di fasa tengah atau mulai masuk dalam winsor III. Berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas dan *phase behavior* dengan berdasarkan ketentuan SKK migas dapat disimpulkan surfaktan yang lolos uji kompatibilitas adalah surfaktan A 3299 dan B 991, sedangkan untuk surfaktan yang lolos di pengujian *Phase behavior* adalah surfaktan B 991.

Kata Kunci: EOR, Phase Behavior, Pre-Screening, Kompatibilitas, Surfaktan

ABSTRACT

Oil production in Indonesia continues to decline, so it cannot meet domestic demand for petroleum. One of the efforts that can be made to increase petroleum production is through the *Enhanced Oil Recovery* (EOR) technique. Surfactants or surface active agents are molecules that contain hydrophilic (like water) and hydrophobic (like oil/fat) groups on the same molecule. *Pre-screening* surfactants for EOR Compatibility, IFT, *Phase Behavior*, *Filtration Ratio*, *Thermal Stability*, *Core Flooding*. This study aims to determine the results of *pre-screening* surfactants for EOR in terms of compatibility and *phase behavior*. The method used was experimental testing of surfactant samples. Where the results of the observation of compatibility in the aquadest solvent for 4 surfactants namely I 6101, K2111, A 3299 and B 991 all of the surfactants were dissolved in the aquadest. Whereas for the WP field X solvent for Surfactant I 6101 and K 2111 the solution changed to *milky*, while for surfactants A 3299 and B991 these two surfactants were dissolved in WP field X. in the lower phase and Winsor 1 from the first day of observation until the 6th day of observation. While surfactant B 991 observed the *phase behavior* at a concentration of 2%,

2.5% and 3% for the first day of emulsion treatment seen in the lower and Winsor I phases, over time the emulsion began to collect in the middle phase or began to enter Winsor III. Based on the results of compatibility testing and phase behavior based on the provisions of SKK Migas, it can be concluded that the surfactants that passed the compatibility test were surfactants A 3299 and B 991, while surfactants that passed the Phase behavior test were surfactants B 991.

Key words: EOR, Compatibility, Phase Behavior, Pre-Screening, Surfactan

PENDAHULUAN

Produksi minyak di Indonesia terus mengalami penurunan, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan minyak bumi dalam negeri, oleh karena itu upaya peningkatan produksi minyak nasional penting sekiranya untuk segera dilakukan. Data tersebut berdasarkan BP Statistical Review of World Energy 69th edition tahun 2020. Rendahnya kemampuan produksi minyak bumi di Indonesia disebabkan karena lapangan-lapangan minyak Indonesia pada umumnya sudah merupakan lapangan tua (*Mature Fields*) (Kristanto & Sunindyo, 2000). Lapangan-lapangan tua tersebut telah melewati masa puncak produksinya, dimana proses produksi minyak yang dilakukan masih pada tahap *primary recovery* dan sebagian *secondary recovery*, namun belum menerapkan teknologi *tertiary recovery*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi minyak bumi adalah dengan melalui teknik Enhanced Oil Recovery (EOR) (Wicaksono, dkk, 2015).

Enhanced Oil Recovery adalah perolehan minyak dengan injeksi gas atau bahan kimia dan/atau energi panas ke dalam reservoir (Sheng, 2011). Menurut Green and Willhite (1998), istilah EOR digunakan untuk menggantikan perolehan tersier karena seperti pemulihan termal dalam reservoir minyak kental. Thomas (2008) mendefinisikan EOR sebagai proses untuk mengurangi saturasi minyak di bawah saturasi minyak tersisa (S_{or}). Perolehan minyak dipertahankan karena kekuatan kapiler (setelah *waterflooding* di reservoir minyak ringan) dan minyak yang tidak bergerak atau hampir bergerak karena viskositas tinggi (minyak berat dan pasir tar) hanya dapat dicapai dengan menurunkan saturasi minyak di bawah S_{or} (Sheng, 2011).

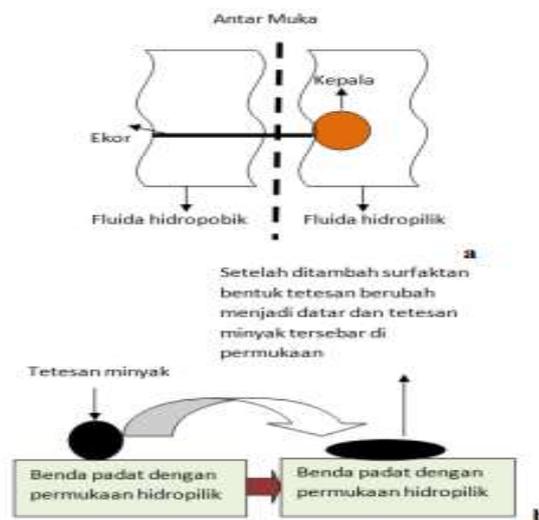
EOR dapat dilakukan dengan metoda injeksi kimia. Injeksi gas terlarut (*Miscible Displacement*) didefinisikan sebagai pendesakan suatu fluida terhadap fluida lain untuk bercampur dan membentuk suatu fasa yang homogen sehingga

tidak tampak lagi batas dari masing-masing fluida (Sheng, 2011). Hasil dari pencampuran tersebut dapat keluar dari pori-pori batuan dengan mudah. Tujuan pendesakan tercampur ini adalah untuk menurunkan viskositas fluida reservoir (minyak) serta meningkatkan laju alirnya, sehingga minyak lebih mudah diproduksi. Beberapa jenis pendesakan tercampur antara lain : injeksi karbondioksida (CO₂), injeksi gas inert (gas yang tidak reaktif, contohnya N₂), *enrich gas drive* dan injeksi gas kering pada tekanan tinggi (Siregar, 2007).

Injeksi kimia (*chemical injection*) adalah salah satu jenis metoda EOR dengan jalan menambahkan zat-zat kimia ke dalam air injeksi untuk menaikkan perolehan minyak sehingga akan menaikkan efisiensi penyapuan dan atau menurunkan saturasi minyak sisi yang tertinggal di reservoir (Anshori, 2018). Injeksi kimia ini sangat berpotensi untuk berhasil dengan baik jika diterapkan pada reservoir-reservoir yang telah sukses dilakukan injeksi air namun masih banyak minyak yang belum bisa diambil. Dengan kata lain injeksi polimer meningkatkan efisiensi injeksi air yang telah dilakukan. Ada tiga macam zat kimia yang biasa digunakan dalam injeksi kimia, yaitu: surfaktan, alkalin (kaustik) dan polimer. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain temperatur, permeabilitas dan jenis reservoir (Hakim, 2018).

Surfaktan atau *surface active agent* adalah molekul-molekul yang mengandung gugus hidrofilik (suka air) dan hidropobik (suka minyak/lemak) pada molekul yang sama (Sheat & Foster, 1997). Surfaktan terbagi menjadi dua bagian yaitu kepala dan ekor. Gugus hidrofilik berada di bagian kepala (polar) dan hidropobik di bagian ekor (non-polar). Bagian polar molekul surfaktan dapat bermuatan positif, negatif atau netral. Umumnya bagian non polar (hidropobik) adalah merupakan rantai alkil yang panjang, sementara bagian yang polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil (Reningtyas, dkk, 2015).

Struktur surfaktan dan mekanisme kerja secara visual dapat dilihat di gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Mekanisme kerja surfaktan (Reningtyas, 2015)

Surfaktan dapat diklasifikasikan menurut sifat ionik dari gugus kepala sebagai anionik, kationik, nonionik dan zwitterionik (Ottewill, 1984). Surfaktan anionik paling banyak digunakan dalam proses EOR kimia karena mereka menunjukkan adsorpsi yang relatif rendah pada batu pasir yang muatan permukaannya negatif. Surfaktan nonionik terutama berfungsi sebagai kosurfaktan untuk meningkatkan fase sistem *phase behavior*. Meskipun mereka lebih toleran terhadap salinitas tinggi, fungsinya tetap mengurangi IFT tidak sebegus surfaktan anionik. Cukup sering, campuran anionik dan nonionik digunakan untuk meningkatkan toleransi terhadap salinitas. Surfaktan kationik dapat sangat menyerap dalam batu pasir, oleh karena itu jenis ini umumnya tidak digunakan dalam reservoir batu pasir, tetapi mereka dapat digunakan dalam batuan karbonat ubah keterbasahan dari *oil-waltd* menjadi *water-waltd*. Surfaktan zwitterionik mengandung dua kelompok aktif. Jenis surfaktan zwitterionik dapat bersifat noionik-anionik, nonionik-kationik, atau anionik-kationik. Surfaktan seperti itu adalah toleran terhadap salinitas, tetapi harganya mahal. Istilah amfoter juga digunakan ditempat lain untuk surfaktan tersebut (Sheng, 2011).

Sifat-sifat surfaktan adalah dapat menurunkan tegangan permukaan, tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formulasinya baik itu *oil in water* (o/w) atau *water in oil* (w/o). Selain itu surfaktan juga akan terserap ke dalam permukaan partikel minyak atau air sebagai penghalang yang akan mengurangi atau menghambat penggabungan (*coalescence*) dari partikel

yang terdispersi. Sifat-sifat ini dapat diperoleh karena sifat ganda dari molekulnya (Sheng, 2011).

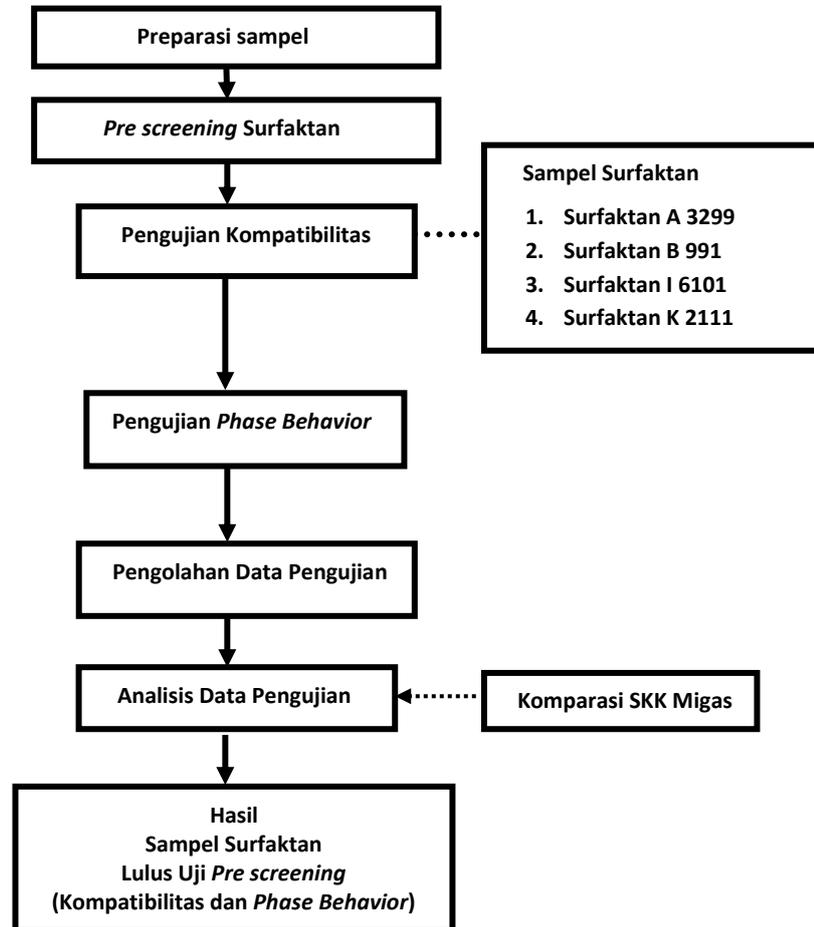
Pengujian untuk mengetahui kelayakan suatu surfaktan untuk digunakan di EOR diantaranya uji kompatibilitas dan phase behaviour. Uji kompatibilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kecocokan antara surfaktan dengan air formasi pada suatu reservoir. Uji ini merupakan uji yang paling awal sebelum uji-uji yang lain dilakukan. Apabila pada uji ini surfaktan tidak lolos (tidak kompatibel), maka surfaktan dianggap tidak layak untuk reservoir yang bersangkutan, sehingga tidak perlu dilakukan pengujian tahap selanjutnya (Hakim, 2018).

Salah satu pertimbangan penting dalam pemilihan surfaktan dalam aplikasi EOR adalah kompatibilitas surfaktan dengan air formasi yang sesuai dalam reservoir tertentu (Wicaksono, 2015). Air formasi yang diambil dari sumur minyak mengandung berbagai ion, yaitu Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} dan Cl^- , Na^+ , K^+ , Ba (Juita, 2016).

Sedangkan *phase behavior test* bertujuan untuk melihat besaran nilai salinitas optimum dan kelarutan surfaktan terhadap sampel minyak. Beberapa pendapat menyebutkan bahwa uji *behavior* ini merupakan tahapan tes yang lebih cepat dan memudahkan dalam menentukan nilai IFT dan efektifitas kinerja larutan surfaktan yang diuji. Melalui uji *behavior* bisa mendapatkan data salinitas optimal ketika surfaktan membentuk *microemulsion*. *Microemulsion* yang terbentuk akan memberikan nilai IFT yang kecil, yaitu 10^{-3} dyne/cm. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mampu menurunkan IFT minyak-fluida atau minyak-batuan reservoir. Sedangkan campuran surfaktan, air dan minyak dapat membentuk emulsi fasa bawah (larut dalam air), emulsi fasa tengah (disebut *microemulsion*, larut dalam fasa minyak dan air), dan emulsi fasa atas (larut dalam minyak). Dimana yang menjadi perhatian dalam kegiatan EOR injeksi surfaktan adalah terbentuknya *microemulsion* (Hakim, 2018).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan yaitu eksperimen, dimana data yang diperoleh dari *pre screening* surfaktan yaitu pengujian kompatibilitas dan pengujian phase behavior. Secara rinci alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alur penelitian pada gambar 2, *pre screening* surfaktan yang dilakukan hanya dua variabel yang di uji yaitu pengujian kompatibilitas dan pengujian *phase behaviour*. Pengujian kompatibilitas terdiri atas 4 (empat) sampel yaitu surfaktan A 3229, B 991, I 6101, dan K 2111. Setelah dilakukan pengujian kompatibilitas akan didapatkan sampel surfaktan yang lulus pengujian, kemudian dilanjutkan dilakukan pengujian *phase behaviour*. Sampel surfaktan yang akan lulus pengujian phase behavior kemudian dilakukan komparasi dengan standar SKK migas berkenaan dengan ketentuan sampel yang sesuai untuk injeksi EOR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan dengan melakukan dua pengujian yaitu pengujian kompatibilitas dan pengujian *phase behavior*. Pengujian kompatibilitas menggunakan 4 (empat) sampel surfaktan. Sampel surfaktan yang telah lulus pengujian kompatibilitas maka akan dilanjutkan diuji *phase behavior*. Pengujian kompatibilitas dan *phase behavior* menghasilkan data kuantitatif yaitu sebagai berikut :

Hasil Uji Kompatibilitas (*Compatibility Test*)

Pengujian kompatibilitas terdiri atas 4 (empat) sampel surfaktan yaitu I 6101, K 2111, A 399, dan B 991. Pada pengujian ini didasarkan pada analisis kualitatif berupa kemampuan larut dan pengamatan warna yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Uji Kompatibilitas

Nama Sampel	Konsentrasi (%)	Pelarut	Kelarutan	Gambar
I 6101	2	Aquadest	Larut dan Jernih	
I 6101	10	WP	<i>Milky</i>	
K 2111	2	Aquadest	Larut dan Jernih	
K 2111	2	WP	<i>Milky</i>	
A 3299	2	Aquadest	Larut dan Jernih	
A 3299	2	WP	Larut dan Jernih	
B 991	2.5	WP	Larut dan Jernih	

Pengujian kompatibilitas ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kecocokan atau kelarutan surfaktan dengan air formasi (WP) suatu reservoir. Apabila pada uji ini surfaktan tidak lolos, maka surfaktan dianggap tidak layak untuk reservoir yang bersangkutan. Air formasi yang diambil dari sumur minyak mengandung berbagai ion, yaitu Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , K^+ , dan Ba. Berdasarkan parameter dari SKK migas untuk pengujian kompatibilitas ini larutan harus jernih dan membentuk satu fasa. Alat yang digunakan dalam pengujian kompatibilitas yaitu, Gelas Kimia, Labu Ukur, *Micropipette*, Pipet Tetes dan Vial. Bahan yang digunakan pada pengujian kompatibilitas yaitu, Aquadest, Kertas Label, Surfaktan A 3299, Surfaktan B 991, Surfaktan I 6101, Surfaktan K 2111, *Tissue*, dan WP lapangan X.

Cara pengerjaan untuk uji kompatibilitas ini yaitu gunakan APD dengan lengkap, menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, memberi label pada Vial dengan konsentrasi surfaktan yang diinginkan, menghitung volume surfaktan yang akan di buat larutan, membuat larutan induk yaitu 2% dalam 25 mL. Mengambil 0.5 mL surfaktan murni kemudian masukan kedalam Labu Ukur 25 mL tambahkan Aquadest sampai batas tera kemudian homogenkan larutan surfaktan sampai homogen. Setelah larutan induk siap, hitung volume pengenceran dari larutan induk 2% yang akan di buat menjadi 1.5%, 1%, 0.5%, dan 0.1% yang akan di buat dalam 10 mL. di dapatkan volume pengenceran untuk masing-masing pengenceran yaitu 7.5 mL untuk konsentrasi 1.5%, 5 mL untuk 1%, 2.5 mL untuk 0.5%, 0.5 mL untuk 0.1%. Masukkan masing-masing volume pengenceran ke dalam vial yang sudah di beri label kemudian menambahkan masing-masing WP kedalam Vial sampai volume 10 mL. lakukan langkah yang sama untuk semua surfaktan yang akan di uji kompatibilitas. Dokumentasikan hasil uji kompatibilitas dan lihat perkembangan surfaktan dari hari ke hari, uji kompatibilitas ini biasanya memerlukan waktu minimal 3 hari dan maksimal 7 hari.

Surfaktan yang digunakan untuk pengujian kompatibilitas yaitu menggunakan 4 surfaktan yaitu I 6101, K 2111, A3299, dan B 991. Hasil uji kompatibilitas pada surfaktan I 6101 dengan menggunakan 2 pelarut yaitu aquadest dan WP lapangan X. untuk I 6101 yang di larutkan di dalam aquadest dengan konsentrasi 2% larutan jernih dan larut sempurna, sedangkan untuk I 6101 yang di

larutkan di dalam WP lapangan X dengan konsentrasi 10% larutan membentuk *milky*, yang artinya membentuk larutan 2 fasa.

Hasil pembahasan untuk surfaktan K 2111 dengan perlakuan yang sama di larutkan di dalam aquadest dan juga WP lapangan X. Untuk hasil yang di larutkan di dalam aquadest menghasilkan larutan yang jernih dan 1 fasa, sedangkan untuk K2111 yang di larutkan dalam WP lapangan X dengan konsentrasi yang sama yaitu 2% menghasilkan larutan yang *milky* yang artinya ada beberapa komponen surfaktan yang tidak terlarut sempurna di dalam WP lapangan X.

Hasil pembahasan untuk surfaktan A 3299 dengan perlakuan yang sama yang di larutkan dalam aquadest dan WP lapangan X. Untuk hasil surfaktan A 3299 yang di larutkan dalam aquadest dengan konsentrasi 2% menghasilkan larutan yang jernih dan membentuk larutan 1 fasa, dan untuk A 3299 yang dilarutkan dalam WP lapangan X dengan konsentrasi 2% menghasilkan larutan yang jernih dan membentuk larutan 1 fasa yang artinya surfaktan tersebut larut sempurna di dalam WP lapangan X.

Hasil pembahasan untuk surfaktan B 991 dengan dilarutkan dalam WP lapangan X dengan konsentrasi 2.5% membentuk larutan yang jernih dan membentuk 1 fasa yang artinya surfaktan B 991 larut sempurna di WP lapangan X.

Berdasarkan hasil pembahasan yang untuk 4 surfaktan di atas dengan pelarut aquadest semua surfaktan larut di dalam aquadest dan bisa dikatakan lolos uji kompatibilitas. Sedangkan untuk surfaktan yang di larutkan dalam WP lapangan X hanya ada 2 surfaktan yang lolos uji kompatibilitas ini yaitu surfaktan A 3299 dan B 991. Sedangkan untuk surfaktan yang lain yakni surfaktan I 6101 dan surfaktan K 2111 yang di larutkan dalam WP lapangan X tidak dapat dikatakan lolos uji Kompatibilitas di karenakan surfaktan membentuk larutan *milky* yang artinya ada beberapa komponen surfaktan yang tidak larut sempurna di dalam WP lapangan X.

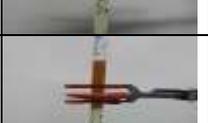
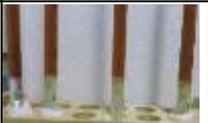
Kesimpulan dalam pengujian kompatibilitas ini semua surfaktan yang di larutkan dalam aquadest larut sempurna dan bisa dikatakan kompatibel atau lolos dalam uji kompatibilitas, tetapi untuk uji kompatibilitas yang di larutkan dalam WP lapangan X hanya ada 2 surfaktan yang kompatibel yaitu surfaktan A 3299 dan surfaktan B 991, jadi untuk surfaktan A 3299 dan B 991 dapat di lanjutkan untuk

pengujian selanjutnya. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian dan ketentuan dari SKK Migas bahwa Berdasarkan parameter dari SKK migas untuk pengujian kompatibilitas ini larutan harus jernih dan membentuk satu fasa.

Hasil Uji *Phase Behavior*

Sampel A 3299 dan B 991 yang telah lolos untuk pengujian kompatibilitas akan dilanjutkan dengan pengujian *Phase Behavior*, dapat terlihat di tabel 2 yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengamatan Uji *Phase Behavior*

Nama Sampel	Konsentrasi (%)	Hari ke-	Gambar
A 3299	2	0 (sebelum dikocok)	
		0 (setelah di kocok)	
		1	
A3299	2	4	
		5	
A3299	2	6	
B 991	0 2 2.5 3	0 (sebelum di kocok)	
B 991	0	1	
	2		
	2.5		
	3		

B 991	0		
	2		
	2.5		
	3		
B 991	2	5	
	2.5		
	3		
B 991	2	6	
	2.5		
	3		

Pengujian *phase behavior* ini bertujuan untuk melihat nilai salinitas optimum dan kelarutan surfaktan terhadap sampel minyak (Eni, 2017). Melalui uji *phase behavior* ini bisa mendapatkan data salinitas optimal ketika surfaktan membentuk *microemulsi*. sedangkan campuran minyak, air dan minyak dapat membentuk

emulsi fasa bawah (larut dalam air), emulsi fasa tengah (larut dalam fasa minyak dan larut dalam fasa air), dan emulsi fasa atas (larut dalam minyak). Berdasarkan ketentuan SKK Migas surfaktan yang lolos dalam pengujian *phase behavior* ini emulsi harus berada di fasa tengah atau dengan kata lain Winsor III.

Alat yang digunakan untuk pengujian *phase behavior* ini yaitu, Oven, Pipet Volumetrik 10 mL, Rak Tabung, Tutup Pipet. Bahan yang digunakan dalam pengujian *phase behavior* yaitu, Kertas Label, Lem Silen, Minyak Lapangan X, Surfaktan A 3299 2%, Surfaktan B 991 2%, 2.5%, 3%, Tissue.

Cara pengerjaan *phase behavior* ini yaitu menggunakan APD dengan lengkap, menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, memberi label pada pipet yang akan digunakan dengan konsentrasi dan surfaktan yang sudah disediakan dan surfaktan yang telah lolos uji kompatibilitas di WP lapangan X, untuk surfaktan yang digunakan ini yaitu surfaktan A3299 2% dan B 991 2%, 2.5%, 3%, masukan 5 mL surfaktan kedalam pipet volumetrik sesuai label konsentrasi, kemudian masukan 5 mL minyak lapangan X sampai batas 0, sebelumnya bagian bawah pipet sudah ditutup dengan lem silen, kemudian tutup bagian atas pipet dengan tutup pipet volumetrik dan lem silen hingga tidak ada celah, kemudian kocok pipet sampai larutan terlihat homogen atau bercampur biasanya pengocokan dilakukan sebanyak 10 kali, setelah pengocokan simpan pipet di rak tabung kemudian simpan di dalam oven selama beberapa hari, dokumentasikan setiap pengamatan *phase behavior* selama beberapa hari sampai emulsi stabil.

Hasil pembahasan di pengujian *phase behavior* ini menggunakan 2 surfaktan yang telah dinyatakan lolos uji sebelumnya yaitu yang telah lolos uji kompatibilitas di atas, dikarenakan yang lolos uji kompatibilitas hanya ada 2 surfaktan maka yang bisa digunakan untuk pengujian *phase behavior* juga hanya 2 surfaktan yang digunakan. Untuk 2 surfaktan ini yaitu A 3299 dan B 991.

Hasil pembahasan *phase behavior* dengan surfaktan A 3299 dengan konsentrasi 2% dengan pengamatan selama 6 hari. Di hari ke-0 pengamatan sebelum di kocok jika dilihat dengan mata langsung emulsi sudah terlihat di hari pertama sebelum dilakukan pengocokan, tetapi setelah pengocokan emulsi larut kembali. Di hari pertama pengamatan emulsi sudah mulai terlihat jelas dan emulsi

berada di fasa bawah atau bisa di katakan winsor I. Hari ke-4 pengamatan *phase behavior* A 3299 dengan konsentrasi yang sama emulsi masih bertahan di fasa bawah dan winsor I bertahan terus seperti itu sampai hari ke-6 pengamatan yang artinya untuk surfaktan A 3299 dengan konsentrasi 2% menghasilkan emulsi di fasa 1 atau winsor I, bisa dikatakan dengan kata lain ada *oil* yang terlarut di dalam *water* atau o/w.

Hasil pengamatan untuk surfaktan B 991 di konsentrasi 2%, 2.5% dan 3%. Di hari ke-0 sebelum dilakukan pengocokan untuk surfaktan B 991 di konsentrasi 2.5% emulsi sudah mulai terlihat jika di lihat dengan mata langsung, tetapi setelah di lakukan pengocokan emulsi kembali tak terlihat. Di hari pertama pengamatan untuk semua konsentrasi emulsi sudah terlihat di bagian bawah dan masuk winsor I. Hari ke-4 pengamatan emulsi mulai terlihat terkumpul di bagian tengah atau *middle phase* dan artinya emulsi mulai masuk winsor III dan bertahan sampai hari ke-6 emulsi terus terkumpul di bagian tengah dan itu artinya untuk surfaktan B 991 di pengujian surfaktan memasuki winsor III.

Kesimpulan dari hasil pengamatan *phase behavior* ini untuk surfaktan A 3299 emulsi berada di fasa bawah atau winsor I dengan melihat ketentuan SKK Migas untuk surfaktan A 3299 ini dikatakan belum lolos dalam pengujian *phase behavior* ini, sedangkan untuk surfaktan B 991 emulsi berada pada winsor III atau fasa tengah dengan melihat ketentuan dari SKK Migas bisa dikatakan untuk surfaktan B 991 ini lolos pengujian *phase behavior*, dan untuk surfaktan yang telah lolos uji *phase behavior* ini dapat melanjutkan untuk pengujian selanjutnya. Hal tersebut berdasarkan ketentuan SKK Migas surfaktan yang lolos dalam pengujian *phase behavior* ini emulsi harus berada di fasa tengah atau dengan kata lain winsor III.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pr screening surfaktan untuk injeksi EOR yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil kompatibilitas untuk 4 surfaktan yang lolos dalam pengujian kompatibilitas ini dengan mengikuti ketentuan SKK migas yang bisa lolos dalam pengujian kompatibilitas ini yaitu surfaktan A 3299 dan B 991 yang di larutkan di dalam WP lapangan X. (2) Hasil pengujian *phase behavior* dengan menggunakan 2 surfaktan yaitu surfaktan A 3299

di konsentrasi 2% dan B 991 di konsentrasi 2%, 2,5% dan 3%. Dengan mengikuti ketentuan SKK migas yang lolos dalam pengujian *phase behavior* ini yaitu surfaktan B 991. (3) Berdasarkan hasil pre screening maka hanya surfaktan B 991 yang dapat melanjutkan pengujian selanjutnya untuk kelayakan injeksi EOR.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, M. R. (2018). Mengenal Enhanced Oil Recovery (EOR) Sebagai Solusi Meningkatkan Produksi Minyak. *Swara Patra*, 8(2), 16-22.
- Ansyori, M. R. (2018). Mengenal Enhanced Oil Recovery (EOR) Sebagai Solusi Meningkatkan Produksi Minyak. *Swara Patra*, 8(2), 16-22.
- Hakim, F.(2018). Pengujian Kinerja Surfaktan SBRC dengan Test Core Flood Untuk Aplikasi EOR. Akademi Minyak dan Gas Balongan: Indramayu
- Juita, R, dkk. (2016). Telaah Surfaktan Untuk Proses Enhanced Oil Recovery (EOR) dan Profil Adsorpsi Surfaktan A-Olefin Sulfonates (AOS). *Jurnal Sains dan Aplikasi*, 19(1), 27-31.
- Kristanto, D, dan Sunindyo.(2000). Pengaruh sudut pendesakan dari sumur injeksi terhadap perolehan minyak menggunakan injeksi gas CO₂. Yogyakarta: Lembaga penelitian UPN "Veteran".
- Rachim, P. F., Mirta, E. L., & Thoha, M. Y. (2012). Pembuatan surfaktan natrium lignosulfonat dari tandan kosong kelapa sawit dengan sulfonasi langsung. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1).
- Renung Reningtyas, R., & Mahreni, M. (2015). Biosurfaktan. *Eksergi, Vol XII, No. 2. 2015*, 12(2), 12-22.
- Sari, S.N.(2015). Pengaruh Rasio Reaktan Dan Komposisi Katalis Terhadap Pembuatan Surfaktan Metil Ester Sulfonat Berbasis CPO (Crude Palm Oil) Menggunakan Agen Sulfonat NaHSO₃. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang
- Sheng, J. J.(2011). Modern Chemical Enhanced Oil Recovery Theory and Practice. United Kingdom: Oxford University.
- Siregar, S., Hidayaturobbi, A. D., Wijaya, B. A., Listiani, S. N., Adiningrum, T., Irwan, I., & Pratomo, A. I. (2007). Laboratory experiments on enhanced oil recovery with nitrogen injection. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 39(1), 20-27.

Wicaksono, H, dkk. (2015). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam *Enhanced Oil Recovery* (EOR). *Jurnal Rekayasa Proses* Vol.15.

Wojnicki, M., Lubaś, J., Warnecki, M., Kuśnierczyk, J., & Szuflita, S. (2020). Experimental Studies of Immiscible High-Nitrogen Natural Gas WAG Injection Efficiency in Mixed-Wet Carbonate Reservoir. *Energies*, 13(9), 2346.