

UJI AQUEOUS STABILITY DAN IFT SEBAGAI KARAKTERISTIK DARI SCREENING SURFAKTAN INTERNAL KETON SULFONAT TERHADAP MINYAK RINGAN LAPANGAN “E”

Emeralda Veralina M Wijaya
Universitas Trisakti, Jakarta Barat, Indonesia
Email: emeraldaver@gmail.com

Keywords

Surfactant, EOR,
Reservoir

Surfaktan, EOR,
Reservoir,

Abstrak

This study aims to analyze the effectiveness of Internal Ketone Sulfonate (IKS) and Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) surfactants in chemical injection applications for Enhanced Oil Recovery (EOR) in tight reservoirs with low salinity. The research was conducted at the LEMIGAS Chemical Laboratory with various experimental stages, including density tests, emulsion stability, interfacial tension, and adsorption tests. The data obtained were derived from laboratory experiments and analyzed to determine the compatibility, thermal stability, and the effect of surfactants on the wettability of reservoir rocks. The results of the study showed the effectiveness of both surfactants in improving injectivity and thermal stability as well as reducing interfacial tension and changes in wettability under tight reservoir and low salinity conditions. The final conclusion identifies the most effective surfactant for these conditions, providing deeper insights into the application of surfactants in EOR

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas surfaktan Internal Keton Sulfonat (IKS) dan Alkyl Benzen Sulfonat (ABS) dalam aplikasi injeksi kimia Enhanced Oil Recovery (EOR) pada tight reservoir dengan salinitas rendah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia LEMIGAS dengan berbagai tahapan eksperimen, termasuk uji densitas, kestabilan emulsi, tegangan antarmuka, serta adsorpsi. Data yang diperoleh bersumber dari hasil percobaan di laboratorium dan dianalisis untuk mengetahui kompatibilitas, stabilitas termal, serta pengaruh surfaktan terhadap wettabilitas batuan reservoir. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas kedua surfaktan dalam meningkatkan injektivitas dan stabilitas termal serta mengurangi tegangan antarmuka dan perubahan wettabilitas pada kondisi tight reservoir dan salinitas rendah. Kesimpulan akhir mengidentifikasi surfaktan yang paling efektif untuk kondisi tersebut, memberikan wawasan lebih dalam mengenai aplikasi surfaktan dalam EOR

1. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai peningkatan perolehan minyak (Enhanced Oil Recovery/EOR) terus berkembang, mengingat kebutuhan minyak bumi sebagai sumber energi utama masih tinggi. Salah satu teknologi EOR yang menjanjikan adalah injeksi kimia menggunakan surfaktan, yang mampu menurunkan tegangan antarmuka (Interfacial Tension/IFT) dan mengubah wettabilitas batuan reservoir untuk meningkatkan produksi minyak. Namun, penerapan teknologi ini menghadapi tantangan besar, terutama pada reservoir dengan karakteristik tight (pori-pori kecil) dan salinitas rendah. Tantangan tersebut meliputi kompatibilitas surfaktan dengan kondisi reservoir, stabilitas termal surfaktan, serta efisiensi pengangkatan minyak dalam kondisi ekstrem.

Penggunaan surfaktan untuk EOR pada reservoir dengan salinitas rendah memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami efektivitasnya dalam kondisi spesifik tersebut. Surfaktan Internal Keton Sulfonat (IKS) dan Alkilbenzen Sulfonat (ABS) merupakan dua jenis surfaktan yang berpotensi digunakan dalam aplikasi ini. Namun, ada kesenjangan pengetahuan mengenai bagaimana kedua surfaktan tersebut berinteraksi dengan kondisi salinitas rendah dan tight reservoir. Selain itu, stabilitas termal surfaktan nabati dalam lingkungan suhu tinggi menjadi tantangan yang perlu diselidiki lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan menjawab beberapa pertanyaan penting: (1) Apakah IKS dan ABS kompatibel digunakan bersama dalam reservoir? (2) Bagaimana variasi konsentrasi surfaktan memengaruhi penurunan IFT? (3) Faktor apa yang memengaruhi stabilitas termal surfaktan nabati selama proses injeksi kimia? (4) Sejauh mana surfaktan mampu mengubah wettabilitas batuan reservoir? dan (5) Bagaimana efektivitas larutan surfaktan dalam kondisi salinitas rendah? Jawaban dari pertanyaan-pertanyaan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman baru untuk mengoptimalkan metode injeksi kimia pada EOR.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kompatibilitas antara IKS dan ABS, mengetahui pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap IFT, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas termal surfaktan, serta memahami pengaruh surfaktan dalam mengubah wettabilitas pori batuan reservoir. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengevaluasi efektivitas larutan surfaktan dalam kondisi salinitas

rendah, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan teknologi EOR yang lebih efisien dan sesuai dengan karakteristik reservoir.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam bidang teknik perminyakan, baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini dapat memperkaya literatur ilmiah mengenai interaksi surfaktan dalam kondisi reservoir yang kompleks. Sementara secara praktis, temuan-temuan penelitian ini dapat membantu industri minyak dan gas dalam mengoptimalkan teknologi injeksi kimia pada tight reservoir dengan salinitas rendah, yang selama ini menjadi tantangan besar dalam meningkatkan produksi minyak.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia LEMIGAS untuk menganalisis efektivitas surfaktan Internal Keton Sulfonat (IKS) dan Alkyl Benzen Sulfonat (ABS) pada tight reservoir dan kondisi salinitas rendah. Berbagai eksperimen yang dirancang mencakup pengujian densitas, kestabilan dalam larutan (aqueous stability), perilaku fasa, tegangan antarmuka, stabilitas termal, filtrasi, adsorpsi, hingga injektivitas. Semua data eksperimen diambil langsung dari hasil observasi laboratorium menggunakan alat-alat yang telah dikalibrasi. Penelitian berlangsung dari 7 Oktober 2024 hingga akhir Januari 2025, dengan tahapan mencakup studi literatur, pengumpulan data di laboratorium, analisis data, hingga pembahasan dan penarikan kesimpulan tentang kompatibilitas dan efektivitas surfaktan.

Proses penelitian ini melibatkan penggunaan alat-alat laboratorium seperti densitometer, spinning drop tensiometer, magnetic stirrer, dan pipet tube untuk memastikan pengukuran yang presisi. Bahan yang digunakan meliputi surfaktan IKS, surfaktan ABS, aquades, air injeksi, dan minyak dengan API 34°, yang berfungsi untuk menguji sifat fisikokimia dan interaksi antara minyak dan larutan surfaktan. Delapan langkah prosedur utama dimulai dari pengenceran surfaktan, pengukuran densitas, hingga uji adsorpsi dan injektivitas untuk mengevaluasi nilai resistance factor (RF) dan residual resistance factor (RRF). Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas surfaktan pada tight reservoir dan salinitas rendah untuk mendukung penerapan teknologi EOR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Surfaktan

Tahapan pembuatan larutan surfaktan dimulai dengan menghitung massa surfaktan yang dibutuhkan, kemudian menimbang campuran surfaktan sesuai konsentrasi yang diinginkan. Selanjutnya, timbang air formasi sesuai dengan komposisi yang diinginkan, lalu campurkan larutan surfaktan ke dalam air formasi tersebut. Aduk larutan yang sudah tercampur menggunakan magnetic stirrer selama kurang lebih 20 menit. Setelah larutan surfaktan tercampur sempurna, ukur densitasnya.

Pengujian Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengidentifikasi densitas dan specific gravity pada campuran larutan surfaktan dan larutan brine menggunakan densitymeter DMA 4100. Prosedurnya meliputi: menyalakan perangkat dengan menekan tombol ON dan menunggu sekitar 5 menit untuk proses pemanasan. Setelah itu, setel perangkat pada mode densitas air dan atur suhu yang akan digunakan. Kalibrasi perangkat dilakukan dengan menyuntikkan aquadest. Setelah sukses menyuntikkan aquadest, tekan tombol start. Setelah pembacaan selesai, bersihkan perangkat dengan alkohol dan hidupkan kipas untuk membersihkan isi perangkat. Kemudian injeksikan larutan yang akan diukur densitasnya, catat hasil pengukuran densitas dan specific gravity (SG) dari larutan tersebut. Terakhir, bersihkan dan matikan alat setelah penggunaan.

Pengujian Aqueous Stability

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kestabilan larutan surfaktan, memastikan tidak ada pembentukan endapan, dan memastikan larutan tetap stabil tanpa pemisahan ikatan selama tiga minggu pada suhu 69 °C. Langkah-langkah dalam pengujian ini meliputi memasukkan variasi larutan surfaktan ke dalam pipet tube, kemudian menempatkan seluruh larutan surfaktan tersebut ke dalam oven pada suhu 69 °C. Secara berkala selama tujuh hari, larutan surfaktan akan dicatat dan diamati untuk melihat apakah ada perubahan.

Pengujian Kelakuan Fasa

Pengujian ini berfungsi untuk melihat kestabilan pembentukan emulsi fasa tengah dalam jangka waktu tertentu. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut: Siapkan tube dan tabung reaksi, serta oven dengan suhu 69 °C. Masukkan larutan ke dalam pipet 2 ml, kemudian masukkan minyak ringan ke dalam pipet tube 2 ml. Kocok kedua fluida tersebut selama kurang lebih 5 menit hingga tercampur atau membentuk emulsi.

Selanjutnya, masukkan pipet yang sudah terkocok ke dalam oven pada suhu 69 °C untuk memeriksa kestabilan emulsinya, dan catat hasilnya pada hari ke-7.

Pengujian Tegangan Antarmuka

Pengujian tegangan antarmuka dilakukan menggunakan alat TX-500 Interfacial Tension Measurement. Langkah-langkahnya meliputi: menyalakan alat TX-500 dan komputer, mengatur suhu pada alat, membuka aplikasi TX-500 pada komputer, lalu membuat file baru. Setelah itu, masukkan sampel dan atur posisi kamera. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, mulai menjalankan alat. Pastikan posisi minyak berada di tengah dan ambil gambar minyak selama kurang lebih satu jam. Hasil pengukuran dipindahkan dengan "copy data to clipboard" untuk menentukan nilai IFT. Setelah pengukuran selesai, bersihkan peralatan yang sudah digunakan.

Pengujian Thermal Stability

Pengujian ini dilakukan menggunakan sampel surfaktan yang telah lolos uji dalam oven selama kurang lebih 30 hari. Pengamatan dilakukan untuk melihat perubahan pada surfaktan; jika bening berarti masih bagus, tetapi jika keruh maka terjadi perubahan dalam surfaktan tersebut. Langkah-langkahnya adalah menyiapkan larutan surfaktan, memasukkan larutan tersebut ke dalam tabung reaksi bertutup, dan menyimpannya dalam oven pada suhu tertentu selama 1, 7, 14, 30, dan 60 hari. Pada waktu yang telah ditentukan, larutan diambil dari oven dan kemudian diukur IFT (interfacial tension) masing-masing surfaktan terhadap crude oil menggunakan alat TX-500 Interfacial Tension Measurement.

Pengujian Filtrasi

Langkah-langkah pengujian filtrasi dimulai dengan menyiapkan larutan surfaktan pada konsentrasi tertentu. Kertas saring berukuran 0,2 μm ditempatkan pada alat filtrasi rasio untuk analisis FR surfaktan. Larutan surfaktan kemudian dimasukkan ke dalam bejana filtrasi dan ditutup. Valve gas nitrogen dibuka hingga mencapai tekanan 30 psig. Setelah itu, valve bejana filtrasi dibuka dan waktu yang dibutuhkan untuk menampung setiap 10 ml larutan surfaktan dicatat. Terakhir, nilai Filtrasi Rasio (FR) dari larutan surfaktan pada konsentrasi yang dianalisis dihitung.

Pengujian Adsorpsi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak surfaktan terserap oleh permukaan batuan, yang dibagi menjadi dua tahap yaitu adsorpsi statik dan adsorpsi dinamis. Pada adsorpsi statik, batuan sampel dihaluskan dan diukur

butirannya di mesh 80-100, kemudian dimasukkan ke dalam botol schott duran. Setelah itu, hitung absorbansi awal larutan surfaktan dan masukkan larutan tersebut ke dalam botol yang berisi batuan yang sudah dihaluskan dengan rasio larutan surfaktan dan batuan 8:2. Aduk botol hingga larutan surfaktan tercampur merata dengan batuan dan diamkan selama ± 2 hari. Setelah itu, saring larutan hingga batuan terpisah dan hitung absorpsi larutan yang telah teradsorpsi.

Pada adsorpsi dinamis, siapkan core sample dan set longer pump dengan flow yang ditentukan. Lanjutkan injeksi brine ke dalam core sampai tekanan stabil, lalu mulai tracer injection. Ganti fluida ke surfaktan dengan flow rate yang sama dengan tracer injection dan mulai injeksi surfaktan.

Pengujian Injectivity

Langkah-langkah untuk menguji penginjeksian surfaktan adalah sebagai berikut: Pertama, persiapkan air dan surfaktan yang akan diinjeksikan. Pilih core yang sesuai dengan keadaan lapangan, kemudian timbang core sebelum dan sesudah di saturasikan. Masukkan core ke dalam core holder dan set backpressure dengan selisih ± 30 psi dari tekanan pompa serta set overburden sesuai dengan kondisi reservoir. Naikkan tegangan pompa dengan fluida yang diinjeksi melalui line bypass agar tidak mengganggu saturasi dari core sample. Lakukan pengujian permeabilitas, kemudian lakukan penginjeksian air sebanyak 2 PV dan catat data delta pressure setiap 5 menit. Selanjutnya, lakukan chemical flooding dengan menginjeksikan surfaktan sebesar 3 PV dan catat data delta pressure setiap 5 menit. Terakhir, lakukan pengujian flush water dan catat data delta pressure setiap 5 menit. Rekap data delta pressure dan plot grafik terhadap waktu untuk melihat permeabilitas serta hitung menggunakan rumus Darcy.

Pembuatan Surfaktan

Variasi konsentrasi setiap surfaktan dibuat sebesar 0.3;0.5;0,7 dan 1. Dari setiap konsentrasinya akan menentukan seberapa banyak penggunaan dan pemakaian surfaktan yang ditambahkan ke dalam air injeksi dengan salinitas 5000 ppm. Komposisi pembuatan larutan surfaktan dapat di lihat pada tabel 1. dan 2.

Tabel 1. Komposisi Pembuatan Larutan Surfaktan Internal Keton Sulfonat

Salinitas (ppm)	Konsentrasi (%)	IKS (ml)	Brine (ml)
5000	0.3	0.9	299.1
	0.5	1.5	298.5

0.7	2.1	297.9
1	3	297

Tabel 2. Komposisi Pembuatan Larutan Surfaktan Alkilbenzen Sulfonat

Salinitas (ppm)	Konsentrasi (%)	ABS (ml)	Brine (ml)
5000	0.3	0.9	299.1
	0.5	1.5	298.5
	0.7	2.1	297.9
	1	3	297

Pengujian Densitas

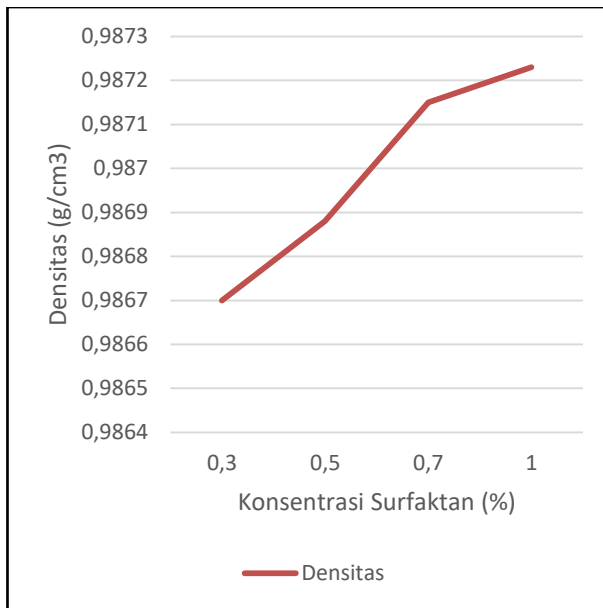
Pengujian densitas dan specific gravity dilakukan menggunakan alat densitometer terhadap brine, larutan surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dan Internal Keton Sulfonat dengan konsentrasi 0.3;0.5;0.7; dan 1 serta minyak ringan 34 °API pada suhu 69 °C. Pada pengujian yang ketiga mengukur densitas dan specific gravity pada masing masing konsentrasi larutan surfaktan.

Tabel 3. Densitas dan Specific Gravity Surfaktan Alkilbenzen Sulfonat

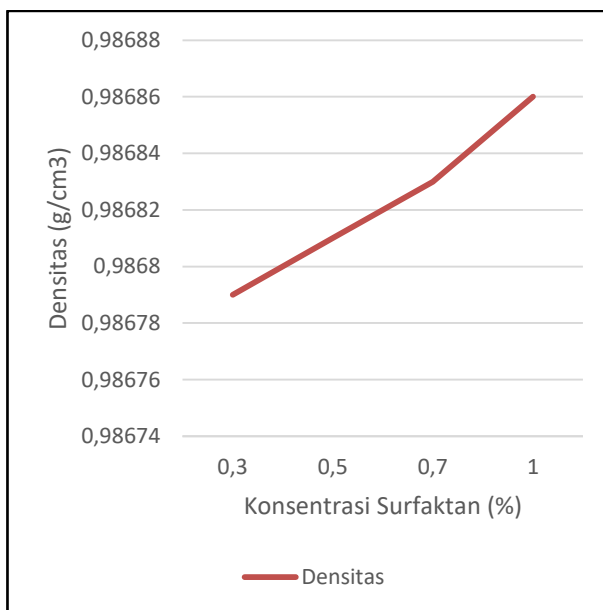
Konsentrasi surfaktan (%)	Densitas (g/cm ³)
0.3	0.98670
0.5	0.98688
0.7	0.98715
1	0.98723

Tabel 4. Densitas dan Specific Gravity Surfaktan Internal Keton Sulfonat

Konsentrasi surfaktan (%)	Densitas (g/cm ³)
0.3	0.98679
0.5	0.98681
0.7	0.98683
1	0.98686



Gambar 1. Grafik Densitas Surfaktan Internal Keton Sulfonat



Gambar 2. Grafik Densitas Surfaktan Alkilbenzen Sulfonat

Gambar 1. dan 2. menunjukkan grafik yang menyatakan semakin besar konsentrasi larutannya maka densitas dari larutan tersebut juga akan berbanding lurus dengan konsentrasinya. Densitas dan specific gravity akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi.

Pengujian *Aqueous Stability*

Pengujian *aqueous stability* adalah pengujian yang dilakukan guna melihat kestabilan larutan surfaktan terhadap waktu dan temperatur. Surfaktan yang dikatakan stabil adalah surfaktan yang tetap jernih dan tidak membentuk endapan selama waktu pengujian. Pengujian ini dilakukan terhadap tiap-tiap konsentrasi surfaktan yang dimasukkan ke dalam tube dan diletakkan di dalam oven dengan suhu 69 °C dan pada suhu ruang selama tujuh hari. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keempat variasi konsentrasi surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dan Internal Keton Sulfonat tetap jernih dan tidak membentuk endapan sampai hari selesai pengujian. Keempat konsentrasi dari masing masing surfaktan memiliki kinerja yang baik dan dapat menjadi kandidat yang baik untuk pengujian selanjutnya, yaitu pengujian kelakuan fasa.

Tabel 5. Hasil pengujian *Aqueous Stability* Internal Keton Sulfonat suhu ruang

Konsentrasi (ppm)	Keterangan
0.3	Jernih
0.5	Jernih
0.7	Jernih
1	Jernih

Tabel 6. Hasil pengujian *Aqueous Stability* Internal Keton Sulfonat suhu 69 °C

Konsentrasi (ppm)	Keterangan
0.3	Jernih
0.5	Jernih
0.7	Jernih
1	Jernih

Tabel 7. Hasil pengujian *Aqueous Stability* Alkilbenzen Sulfonat suhu ruang

Konsentrasi (ppm)	Keterangan
0.3	Jernih
0.5	Jernih
0.7	Jernih
1	Jernih

Tabel 7. Hasil pengujian *Aqueous Stability* Alkilbenzen Sulfonat suhu 69 °C

Konsentrasi (ppm)	Keterangan
0.3	Jernih
0.5	Jernih
0.7	Jernih
1	Jernih

Dapat dilihat dari hasil pengujian *aqueous stability* bahwa seluruh konsentrasi mulai dari 0.3;0.5;0.7; sampai 1% surfaktan Internal Keton Sulfonat dan Alkilbenzen Sulfonat memiliki ketahanan yang stabil pada salinitas, suhu ruang dan suhu reservoir. Larutan yang stabil dapat bekerja secara optimal untuk menurunkan tegangan antar muka serta merubah wettabilitas.

Pengujian Kelakuan Fasa

Pengujian kelakuan fasa dilakukan guna melihat kelarutan surfaktan dalam sampel minyak. Dalam hal ini uji kelakuan fasa dilakukan untuk melihat kecocokan antara surfaktan dengan karakteristik terbaik berdasarkan uji *Aqueous Stability* yaitu surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dan Internal Keton Sulfonat dengan sample minyak ringan 34 °API. Pengamatan kelakuan fasa ini dilakukan selama 7 hari pada oven dengan suhu 69 °C untuk melihat apakah ada emulsi fasa tengah yang terbentuk. Emulsi yang terbentuk menunjukkan bahwa surfaktan dapat menyatu dengan sampel minyak, dimana ini bisa menjadi salah satu acuan untuk memilih surfaktan dengan konsentrasi berapa yang dapat bekerja secara optimal karena berhasil membentuk emulsi.

Tabel 8. Hasil Uji Kelakuan Fasa Alkilbenzen Sulfonat suhu 69 °C

Salinitas	Solubilitas							Windsor Type
	Vo	Vw	Ve	Vo/Ve	Vw/Ve	σ_o	σ_w	
4000	0	0.2	0.2	0	1	-		I
4500	0.2	0.5	0.7	0.2857	0.7143	3.675	0.588	III
5000	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	1.2	1.2	III
5500	0.3	0.25	0.55	0.5455	0.4545	1.0083	1.452	III
6000	0.32	0.17	0.49	0.6531	0.3469	0.7034	2.492	III

6500	3	0	3	1	0	0.3	-	II
------	---	---	---	---	---	-----	---	----

Tabel 9. Hasil Uji Kelakuan Fasa Internal Keton Sulfonit suhu 69 °C

Salinitas	Solubilitas							
	Vo	Vw	Ve	Vo/Ve	Vw/Ve	σ_o	σ_w	windsor type
3500	0	0.3	0.3	0	1	-	0.3	-
4000	0	0.2	0.2	0	1	-	0.3	-
4500	0.2	0.5	0.7	0.2857	0.7143	3.675	0.588	I
5000	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	1.2	1.2	I
5500	0.3	0.27	0.57	0.5263	0.4737	1.083	1.337	I
6000	0.3	0.17	0.47	0.6383	0.3617	0.7363	2.293	III
6500	0.25	0.1	0.35	0.7143	0.2857	0.588	3.675	III
7000	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-	III
7500	0.37	0.1	0.47	0.7872	0.2128	0.4841	6.627	III
8000	0.1	0	0.1	1	0	0.3	-	II

Pada tabel hasil 9. Hasil uji kelakuan fasa Alkilbenzen Sulfonat diketahui bahwa surfaktan Alkilbenzen Sulfonat memiliki titik optimum salinitas sebesar 5000 ppm, hal ini dapat dilihat bahwa hasil kelakuan fasanya membentuk emulsi type tiga berdasarkan dengan windsor type.

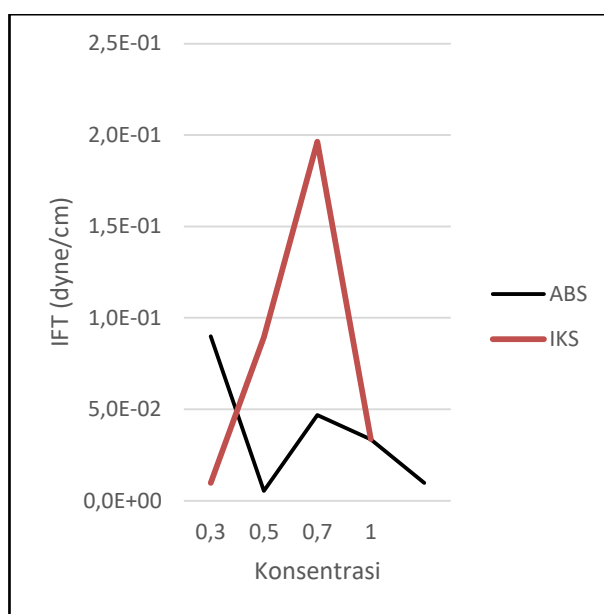
Pengujian Tegangan Antarmuka

Interfacial Tension (IFT) atau tegangan antarmuka merupakan parameter yang sangat penting yang menentukan apakah suatu jenis surfaktan cocok sebagai bahan injeksi kimia. Nilai IFT merupakan fungsi lebar drop minyak akibat kinerja larutan surfaktan. Pengukuran IFT di laboratorium menggunakan alat TX-500 Interfacial Tension Measurment dengan suhu 69 °C. Dari empat sampel surfaktan yang diuji, surfaktan 411 dengan konsentrasi 0,5% dan surfaktan 410 dengan konsentrasi 0,3% yang memiliki nilai IFT sekitar $5,4 \times 10^{-3}$ dyne/cm dan $9,8 \times 10^{-3}$ dyne/cm, sedangkan sampel surfaktan lainnya hampir berada pada range 10-1 sampai 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Tegangan Antarmuka

Surfaktan	Konsentrasi	Hasil
ABS	0.3	9.0E-02
	0.5	5.4E-03
	0.7	4.7E-02
	1	3.3E-02
IKS	0.3	9.8E-03
	0.5	8.9E-02
	0.7	2.0E-01
	1	3.4E-02

Dari tabel diatas dapat diketahui grafik dari nilai tegangan antarmuka surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dan Internal Keton Sulfonat sebagai berikut:

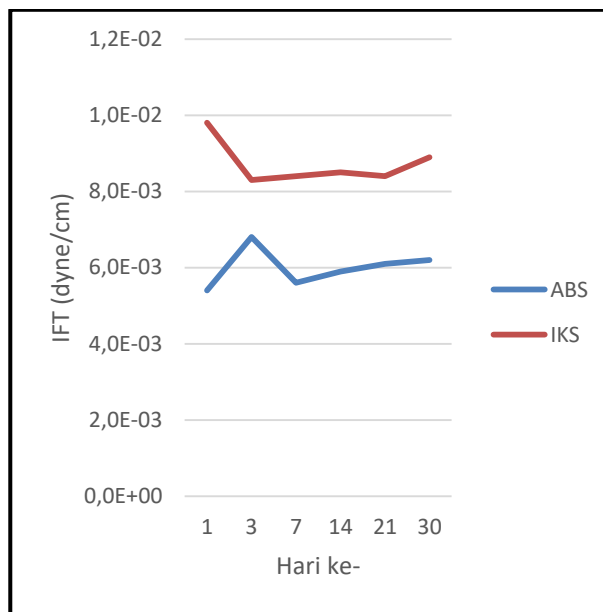


Gambar 3. Grafik Tegangan Antarmuka

Pengujian *Thermal Stability*

Pengujian kestabilan panas bertujuan untuk mengetahui stabilitas atau ketahanan surfaktan terhadap pengaruh panas. Pengujian ini dilakukan dengan cara melarutkan surfaktan dalam air formasi sesuai konsentrasi yang diinginkan dan mengamati perubahan yang terjadi pada larutan seperti, penurunan nilai tegangan antarmuka (Eni et al., n.d.). Pengujian ini terdiri atas dua macam, yaitu uji kualitatif dan kuantitatif. Uji kualitatif dilakukan dengan melakukan pengamatan perubahan yang terjadi pada

larutan, sedangkan uji kuantitatif dilakukan pengukuran IFT secara berkala tiap waktu tertentu, diharapkan hasil pengamatan larutan tidak terbentuk butiran atau gumpalan, sedangkan nilai tegangan antarmuka diharapkan tetap rendah (stabil) atau menurun. Pengamatan dilakukan selama 30 hari dengan pengamatan 1,3,7,14,21, dan 30 hari. Suhu pada pengujian ini berada pada 69 °C dengan salinitas 5000ppm. Berikut grafik hasil pengujian thermal stability;



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Thermal Stability

Tabel 11. Hasil Pengamatan Nilai IFT pada Pengujian Thermal Stability

Surfaktan	Pengamatan Hari ke-					
	1	3	7	14	21	30
Alkilbenzen Sulfonat	5.4E-03	6.8E-03	5.6E-03	5.9E-03	6.1E-03	6.2E-03
Internal Keton Sulfonat	9.8E-03	8.3E-03	8.4E-03	8.5E-03	8.4E-03	8.9E-03

Melihat dari grafik dan tabel di atas dapat diketahui pengaruh dari suhu terhadap larutan surfaktan. Suatu larutan yang lolos pengujian thermal stability mampu tetap stabil dan tidak rusak oleh panas. Ciri surfaktan yang tidak rusak dan tahan terhadap suhu adalah yang larutannya tetap berada dalam satu fasa, tetap jernih dan tidak mengendap. Adanya endapan pada pengujian thermal stability menunjukkan bahwa surfaktan tidak stabil pada suhu 69 °C dan struktur surfaktan mungkin telah rusak karena pemanasan. Uji kestabilan panas ini dapat mengetahui jenis surfaktan yang stabil pada suhu reservoir untuk aplikasi EOR.

Pengujian Filtrasi

Pengujian filtrasi memiliki tujuan untuk memastikan suatu larutan surfaktan dapat mengalir di batuan berpori serta tidak mengakibatkan *plugging* atau mengakibatkan sumbatan yang dapat mengganggu aliran minyak menuju sumur produksi. Larutan surfaktan yang akan dilakukan pengujian filtrasi sejumlah 350 ml kemudian akan dicatat setiap interval 50 mL dengan batas filtrasi 300.

Berdasarkan uji kompatibilitas dan uji kelakuan fasa di atas, dapat disimpulkan bahwa Surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dengan konsentrasi 0,3% dan surfaktan Internal Benzen Sulfonat dengan konsentrasi 0,3% dapat digunakan lebih lanjut pada langkah penyaringan selanjutnya, yaitu uji filtrasi.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Filtrasi

Surfaktan	Konsentrasi %
	FR
Alkilbenzen Sulfonat	1.03
Internal Keton Sulfonat	1.03

Pengujian Adsorpsi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak surfaktan yang dapat teradsorpsi pada permukaan batuan. Hasil pengujian adsorpsi statik dan dinamis dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 13. Hasil Pengujian Adsorpsi Statik dan Dinamis

Surfaktan	Adsorpsi Statik	Adsorpsi Dinamis
Alkilbenzen Sulfonat	417	233
Internal Keton Sulfonat	731	312

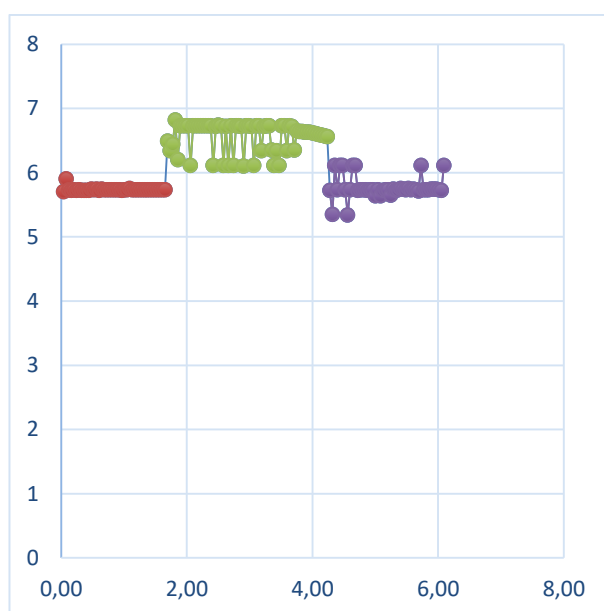
Berdasarkan tabel di atas, surfaktan yang dipilih untuk lanjut ke tahapan pengujian selanjutnya adalah surfaktan Alkilbenzen Sulfonat. Hal ini berdasarkan dengan hasil pengujiannya yang lebih sedikit dan melihat dari pengujian thermal stability dimana surfaktan Alkilbenzen Sulfonat memiliki stabilitas yang lebih bagus dibandingkan dengan surfaktan Internal Keton Sulfonat, meskipun kalau melihat dari hasil pengujian tegangan antarmuka konsentrasi yang menyentuh titik Critical Micelle Concentration (CMC) relatif lebih tinggi yaitu pada konsentrasi 0.5%.

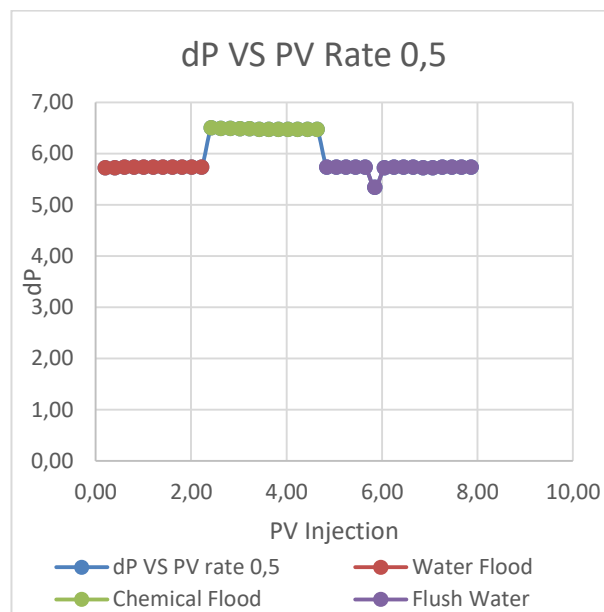
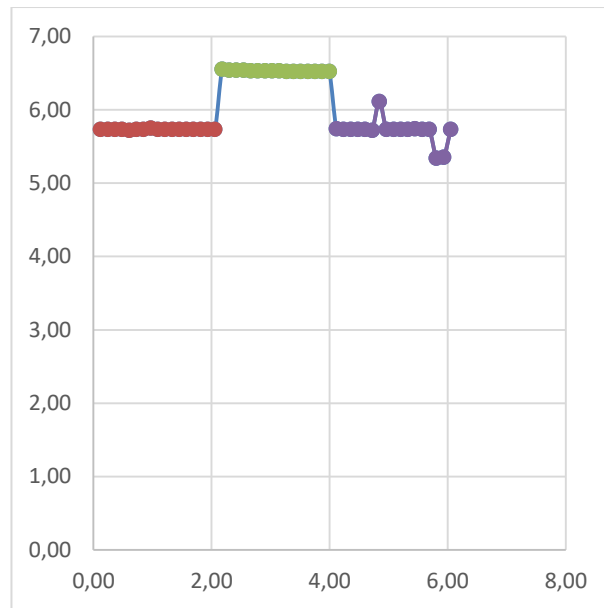
Pengujian *Injectivity*

Pengujian *injectivity* dilakukan saat injeksi air sudah tidak efektif untuk menyapu minyak. Pada pengujian ini akan didapati hasil *resistance factor* (RF) serta *residual resistance factor* (RRF). Pada penelitian ini telah ditentukan bahwa surfaktan Alkilbenzen Sulfonat yang akan dengan konsentrasi 0.5%. Pemilihan surfaktan Alkilbenzen Sulfonat dengan konsentrasi 0,5% berdasarkan hasil dari pengujian sebelumnya seperti pengujian densitas, pengujian *aqueous stability*, pengujian kelakuan fasa, pengujian tegangan antar muka, pengujian *thermal stability*, pengujian filtrasi, dan pengujian adsorpsi yang menunjukkan bahwa surfaktan Alkilbenzen Sulfonat yang dengan konsentrasi 0,5% yang memenuhi kriteria.

Tabel 14. Hasil Pengujian *Injectivity* Alkilbenzen Sulfonat

Rate Injeksi (cc/min)	Resistance Factor (RF)	Residual Resistance Factor (RRF)
0.1	1.13096	1.00
0.3	1.14	1.00
0.5	1.14	1.01





4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa berbagai langkah dan tahapan dilakukan untuk menganalisis efektivitas surfaktan Internal Keton Sulfonat (IKS) dan Alkyl Benzen Sulfonat (ABS) pada tight reservoir dan salinitas rendah. Penelitian ini mencakup pembuatan dan pengujian surfaktan, seperti uji densitas, kestabilan emulsi, tegangan antarmuka, serta adsorpsi. Melalui prosedur ini, diperoleh data yang memungkinkan penentuan surfaktan mana yang paling efektif dalam meningkatkan

injektivitas dan stabilitas termal serta mengurangi tegangan antarmuka dan perubahan wettabilitas pada reservoir dengan permeabilitas rendah dan salinitas yang bervariasi. Kesimpulan akhir menekankan bahwa surfaktan yang digunakan dalam kondisi tight reservoir dan salinitas rendah menunjukkan berbagai hasil yang memberikan wawasan lebih dalam mengenai aplikasi surfaktan dalam EOR (Enhanced Oil Recovery).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Rahayuningsih, F. (2007). *Pengelolaan Perpustakaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suwarno, Wiji. (2009). *Dasar-dasar Ilmu Perpustakaan*. Jakarta: Ar-Ruzz Media.
- Republik Indonesia. (2007). UU No.43 Tahun 2007 Tentang Perpustakaan pasal 1 ayat 1. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI.
- Perpustakaan Nasional RI. (2000). *Panduan Penyelenggaraan Perpustakaan Umum*. Jakarta: Fitriani, Ana.
- Neufert, Ernst. (1996). *Data Arsitek Edisi 33 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Thompson, Godfrey. (1989). *Planning And Design Of Library Buildings*. Oxford: The Architectural Press.
- De Chiara, Joseph dan Callender, John Hancock. (1981). *Time Saver Standards for Building Types*. New York: MC Graw Hill Book Company.
- Metchalf, Keyes D. (1965). *Planning Academic and Research Library Building*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Adler, David. (1999). *Metric Handbook Planning and Design Data*. London: Architectural Press.
- Panero, Julius dan Martin Zelnik. (2003). *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*. Jakarta: Erlangga.