

Penggunaan Alat DSA PD - E700 (Pendant Drop Shape Analysis) untuk Mengukur Tegangan antarmuka dari Campuran Minyak - Surfaktan - Air Formasi pada Kondisi Temperatur dan Tekanan yang Berbeda

Oleh:
Nuraini

I. PENDAHULUAN

Pada beberapa reservoir, jumlah minyak yang tersisa pada produksi tahap primer relatif kecil dibandingkan dengan kandungan minyak awal dari reservoir tersebut, yaitu dengan tingkat perolehan tahap primer rata-rata 40 %. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah minyak yang tersisa masih cukup besar. Untuk mendapatkan minyak yang tersisa tersebut, dilakukan penginjeksian fluida (larutan surfaktan) yang diharapkan akan dapat mendesak minyak dan meningkatkan faktor perolehan minyak. Injeksi larutan surfaktan termasuk salah satu metode EOR (*Enhanced Oil Recovery*) yang berfungsi dan berperan menurunkan tegangan antarmuka minyak - surfaktan - air formasi, oleh sebab itu makalah ini difokuskan pada penggunaan alat: DSA PD-E700 (*Pendant Drop Shape Analysis*), untuk mengukur tegangan antarmuka dari campuran minyak - surfaktan - air formasi pada berbagai kondisi temperatur dan tekanan.

II. TEORI

Pada bab ini yang akan dibahas adalah teori surfaktan dan tegangan antarmuka secara singkat dan jelas.

A. Surfaktan

Surfaktan adalah suatu zat aktif permukaan untuk menurunkan tegangan antarmuka dari suatu campuran minyak - air formasi. Molekul-molekul surfaktan yang mempunyai rumus kimia RSO_3H akan terurai dalam air menjadi ion-ion RSO_3^- dan H^+ . Ion-ion RSO_3^- akan bersinggungan dengan permukaan gelembung-gelembung minyak, dan mempengaruhi ikatan antara molekul-molekul minyak dan juga mempengaruhi tegangan adhesi (*adhesion tension*) antara gelembung-gelembung minyak dengan batuan *reservoir*. Pada umumnya molekul surfaktan mempunyai sekaligus dua gugus yang terpisah pada kedua ujung rantai molekul,

yakni gugus hidrofil atau lipofob (menyukai air atau larut dalam air) dan gugus hidrofob (tidak menyukai air tetapi larut dalam minyak).

B. Tegangan Antarmuka

Terjadinya tegangan antarmuka disebabkan oleh molekul-molekul pada permukaan cairan mempunyai sifat-sifat khusus; molekul pada permukaan cairan ini mengalami gaya resultan yang mengarah ke dalam cairan. Sebaliknya molekul-molekul di dalam cairan, tidak mengalami gaya resultan tersebut, karena mengalami gaya yang sama ke segala arah. Sebagai akibat langsung dari ketidakseimbangan gaya yang dialami molekul pada permukaan, maka molekul - molekul di dalam cairan akan pindah ke permukaan untuk memperluas permukaan. Dalam hal ini dibutuhkan kerja untuk mengatasi gaya tarik, karena cairan tersebut cenderung meminimalkan permukaan. Satuan tegangan antarmuka yang digunakan pada alat *DSA PD-E700* adalah mN/m.

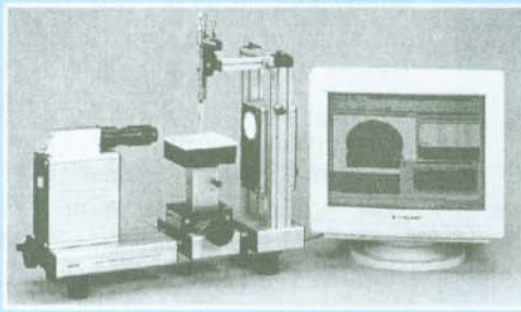
III. PERCOBAAN

Bab III ini terdiri dari dua bagian, yaitu: peralatan, dan prosedur percobaan yang digunakan dalam pengujian tegangan antarmuka dengan alat ini.

A. Peralatan

Alat *DSA PD - E700* terdiri dari komponen sebagai berikut :

1. Sel (*chamber*) tahan suhu dan tekanan tinggi
2. Lensa enam (6) kali pembesaran
3. Lampu penerangan untuk mengamati gelembung yang terjadi.
4. Dua buah pompa pendesak.
5. Komputer.
6. CD ROM dengan Program DSA 1.
7. Kamera untuk memonitor apakah gambar gelembung terfokus atau tidak.



Gambar 1
Alat Pendant Drop Shape Analysis

Gambar 1 di bawah ini memperlihatkan gambar alat DSA PD - E700 yang dapat digunakan pada kondisi temperatur dan tekanan tinggi.

B. Prosedur Percobaan

1. Panaskan sel dan atur temperatur sesuai dengan yang diinginkan;
2. Injeksikan larutan surfaktan-air formasi ke dalam alat tersebut dengan pompa dan atur tekanan sesuai dengan yang diinginkan;
3. Nyalakan komputer untuk menghitung dengan program DSA-1;
4. Nyalakan lampu yang berfungsi untuk menerangi sel;
5. Atur posisi kamera yang berfungsi untuk mengambil gambar gelembung pada sel;
6. Masukkan minyak yang terdapat pada peralatan;
7. Injeksikan larutan air formasi dengan menggunakan pompa ke dalam sel dan atur tekanan sesuai yang di inginkan;
8. Injeksikan minyak dengan pompa melalui jarum di atas sel dengan tujuan untuk membuat gelembung minyak dan atur gelembung supaya bentuknya stabil dan tidak terjadi perubahan bentuk;
9. Hidupkan komputer dan jalankan program sesuai yang diinginkan; bila program computer sudah berjalan, maka kamera akan merekam gambar sesuai yang diatur sehingga program pada komputer dapat menghitung harga tegangan antarmuka (IFT).

IV. PERHITUNGAN TEGANGAN ANTARLUKA

Pengujian tegangan antarmuka dilakukan dengan menggunakan dua percontoh yang terdiri atas campuran sebagai berikut :

Tabel 1
Pengaruh temperatur terhadap IFT minyak – air formasi

Temperatur (°C)	IFT Minyak -Air Formasi (mN/m)
30	14,89
40	14,15
60	12,55
80	12,15

1. Minyak – air formasi
2. Minyak – surfaktan (Tiorco) - air formasi.

Metode yang digunakan untuk menghitung tegangan antarmuka adalah rumus Laplace:

$$\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

di mana:

- Δp : Perbedaan tekanan
 σ : Tegangan antarmuka
 r_1 dan r_2 : Jari-jari gelembung.

Perhitungan tegangan antarmuka, pada alat DSA PD - E700 dilengkapi dengan Software DSA1 yang dipasang pada komputer yang langsung dihubungkan dengan peralatan itu melalui sebuah video kamera. Program tersebut dapat menghitung harga tegangan antarmuka.

V. PEMBAHASAN

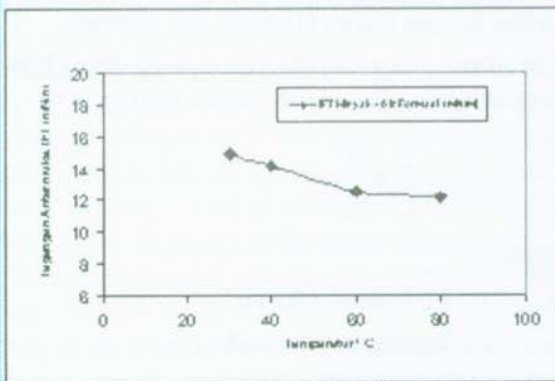
Pengukuran alat tersebut menghasilkan suatu data yang menunjukkan nilai tegangan antarmuka terhadap temperatur pada tekanan 5000 psi. Terlihat bahwa pada temperatur 30, 40, 60 dan 80 (°C) dengan tekanan 5000 psi harga tegangan antarmuka (IFT) 14.15, 14,89, 12.55 dan 12.15 mN/m: seperti dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Selanjutnya pada campuran minyak –air formasi diberi larutan surfaktan sebesar (0.01 % Tiorco) harga tegangan antarmuka menjadi lebih kecil, yaitu pada temperatur 30, 40, 60 dan 80 °C tegangan antarmuka turun menjadi 9,45 , 8,40 , 6,72 dan 6,23 dalam mN/m: seperti dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2
 Pengaruh tekanan terhadap tegangan antarmuka minyak – air formasi - tiorco pada variasi temperatur

Temperatur (°C)	IFT	IFT
	Minyak -Air Formasi (0 % Surfaktan Tiorco) (mN/m)	Minyak -Air Formasi - Tiorco (0.01 % Surfaktan Tiorco) (mN/m)
30	14,89	9,45
40	14,15	8,40
60	12,55	6,72
80	12,15	6,23

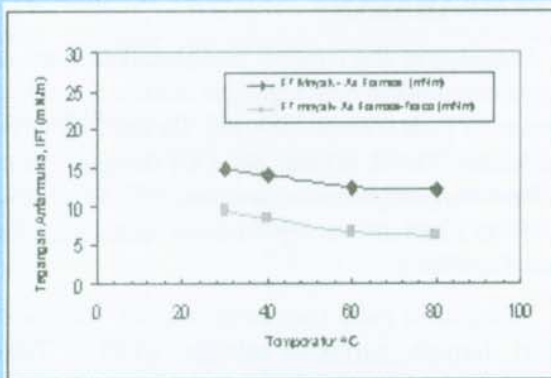
Pengaruh tekanan terhadap tegangan antarmuka minyak –air formasi– surfaktan (Tiorco) divariasikan pada tekanan 1000, 2000, 3000, 4000 dan 5000 psi pada temperatur 40°C. Terlihat bahwa pada tekanan rendah harga IFT tinggi, makin tinggi tekanan harga IFT akan turun dan pada suatu tekanan tertentu, misalnya pada tekanan 2000 psi, harga IFT menurun. Kemudian pada tekanan yang lebih besar IFT naik lagi sedikit seperti dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.



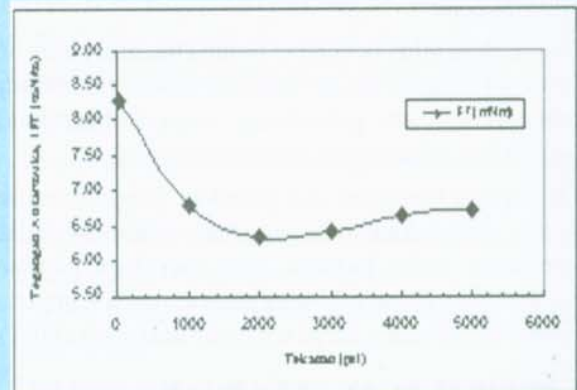
Gambar 2
 Pengaruh temperatur terhadap IFT minyak-air formasi pada tekanan 5000 psi

Tabel 3
 Pengaruh tekanan terhadap IFT minyak – air formasi pada temperatur 40 °C

Tekanan psi	IFT
	Minyak -Air Formasi - Tiorco (0.01 % Surfaktan Tiorco) (mN/m)
14,7	8,29
1000	6,79
2000	6,33
3000	6,41
4000	6,64
5000	6,72



Gambar 3
 Pengaruh penambahan surfaktan Tiorco terhadap tegangan antarmuka minyak-air formasi pada variasi temperatur



Gambar 4
 Pengaruh tekanan terhadap IFT minyak-air formasi pada temperatur 40 °C

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji pengukuran tegangan antarmuka dengan menggunakan alat DSA PD E-700 (Pendant Drop Shape Analysis) untuk percontoh yang dianalisis, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan kenaikan temperatur, harga tegangan antarmuka (IFT) minyak – air formasi semakin rendah. Hasil pengujian menunjukkan harga IFT adalah 14,89 mN/m pada 30°C, 14,15 pada 40°C, 12,55 pada 60°C dan 12,15 pada 80°C.
2. Dengan adanya penambahan surfaktan (0,01%), harga IFT semakin menurun. Harga IFT pada temperatur 30°C sebesar 14,89 mN/m untuk campuran minyak – air formasi (tanpa surfaktan). Sedangkan harga IFT untuk campuran minyak – surfaktan – air formasi adalah 9,45 mN/m. Hal ini telah membuktikan bahwa surfaktan Tiorco mampu menurunkan tegangan antarmuka, dengan cukup berarti.
3. Harga tegangan antarmuka tidak hanya dipengaruhi oleh temperatur dan penambahan surfaktan, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor tekanan. Harga IFT pada konsentrasi surfaktan 0,01% dan temperatur 40°C untuk campuran minyak – surfaktan Tiorco –

air formasi adalah optimal pada tekanan 2000 psi dengan harga IFT 6,33 mN/m.

KEPUSTAKAAN

1. Aderson. D.R., Bidner M.S., Davis H.T., Manning C.D., and Scriven L.E., 1976, "Interfacial Tension and Phase Behaviour in Surfactant-Brine-Oil System", SPE, p.189-196.
2. Doe P.H., El-Emary M., Schechter R.S., and Wade W.H.: "Surfactant for Producing Low Interfacial Tensions, I. Liniar Alkyl Benzene Sulfonate". J.Am Oil Chemist Soc., In Press.
3. Girault., H.H., Schiriffin, D.J. and Smith, B.D., 1984, "The Measurement of Interfacial Tension of Pendant Drops Using a Video Image Profile Digitizer". Journal of Colloid Interface Sci. 101, No.1, 257.
4. DSA V 1.80 Drop Shape Analysis, user Annual Kruss Gmbh V020902, Humburg 2002.
5. DSA 10 Contact Angle Measuring System, Operating Manual, Kruss Gmbh V0207216, Humburg 2002.
6. Tony, B.D., 1993., " Kimia Fisik untuk Universitas", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. •