

Peningkatan Perolehan Minyak dengan Metode Injeksi Surfaktan Petroleum Sulfonat secara Skala Laboratorium

Oleh:

Tjuwati Makmur dan Nuraini

I. PENDAHULUAN

Surfactant flooding merupakan salah satu cara untuk menurunkan sisa minyak yang tertinggal di dalam reservoir dengan jalan menginjeksikan suatu zat aktif permukaan minyak-air. Dengan turunnya tegangan antarmuka maka gaya kapiler pada daerah penyempitan pori-pori dapat dikurangi, sehingga sisa minyak yang terperangkap di dalam pori-pori dapat didesak dan diproduksi. Seperti diketahui gaya kapiler yang bekerja pada daerah penyempitan pori-pori merupakan penghambat aliran minyak. Gaya kapiler tergantung pada tegangan antarmuka dan afinitas batuan reservoir yang ditunjukkan oleh besarnya tegangan adhesi. Besarnya tegangan adhesi batuan terhadap fluida, mencerminkan kecenderungan fluida membasahi batuan. Sebelum operasi *surfactant flooding* dilakukan, maka kondisi reservoir harus diketahui terlebih dahulu, terutama parameter yang mempengaruhi efektivitas pendesakan surfaktan, seperti temperatur reservoir, sifat batuan dan fluida reservoir. Parameter konsentrasi larutan surfaktan, garam dan suhu memegang peranan penting dalam menentukan harga tegangan antarmuka. Makalah ini difokuskan membahas pengaruh konsentrasi larutan surfaktan petroleum sulfonat terhadap tegangan antarmuka dan penentuan faktor peningkatan perolehan minyak dengan injeksi surfaktan petroleum sulfonat ke dalam media berpori (*core*) secara skala laboratorium.

II. SURFAKTAN

A. Surfaktan

Surfaktan ialah suatu zat yang bersifat aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan antarmuka (*interfacial tension, IFT*) minyak-air. Surfaktan mempunyai kecenderungan

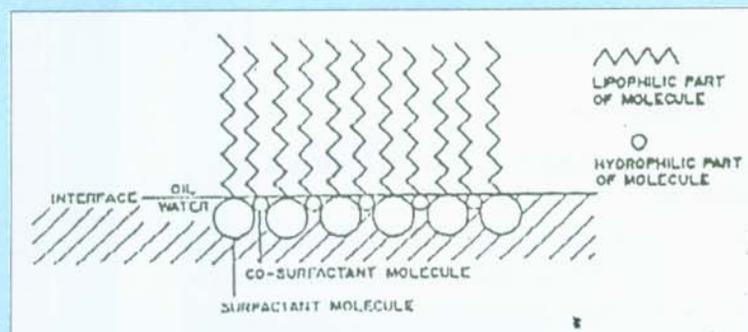
untuk menjadikan zat terlarut dan pelarutnya terkonsentrasi pada bidang antarmuka. Pada umumnya molekul surfaktan mempunyai sekaligus dua gugus yang terpisah pada kedua ujung rantai molekul, yakni gugus *hidrofil* atau *lipofob* (menyukai air atau larut dalam air) dan gugus *hidrofob* (tidak menyukai air tetapi larut dalam minyak).

Gambar 1 memperlihatkan peranan surfaktan dan kosurfaktan terhadap tegangan antarmuka.

Surfaktan bila dilarutkan dalam air atau minyak, akan membentuk *micelles* yang merupakan mikroemulsi dalam air atau minyak.

Bedasarkan sifat elektriknya, maka surfaktan digolongkan atas:

- Surfaktan anionik yang bermuatan negatif .
- Surfaktan kationik yang bermuatan positif .
- Surfaktan nonionik yang tak terionisasi dalam larutan .
- Surfaktan amfoterik yang bermuatan positif dan negatif tergantung dari harga pH larutan.



Gambar 1
Peranan surfaktan dan kosurfaktan terhadap tegangan antarmuka

B. Mekanisme penurunan IFT akibat penambahan larutan surfaktan

Larutan surfaktan yang diinjeksikan dalam bentuk mikroemulsi pertama kali akan mengalami kontak dengan permukaan gelembung-gelembung minyak melalui lapisan (film) air yang membatasi gelembung minyak dengan batuan reservoirnya, kemudian larutan surfaktan akan berusaha untuk menurunkan tegangan antarmuka minyak-air. Molekul surfaktan yang mempunyai rumus kimia RSO_3H akan terurai menjadi ion-ion RSO_3^- dan H^+ ketika dilarutkan dalam air.



Ion-ion RSO_3^- akan bersinggungan dengan permukaan gelembung-gelembung minyak, kemudian akan berusaha memperlemah ikatan antara molekul-molekul minyak dengan molekul batuan (*adhesion tension*), sehingga terbentuk *oil bank* yang dapat didesak dan diproduksi. Adanya adsorpsi, kadar garam air formasi dan kandungan mineral-mineral lempung tertentu akan mengurangi konsentrasi surfaktan, sehingga daya kerja surfaktan untuk menurunkan tegangan antarmuka minyak-air akan berkurang. Pengukuran tegangan antarmuka minyak-air dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Spinning Drop Interfacial Tensiometer* di laboratorium, yang mempunyai kemampuan mengukur IFT sampai 10^{-4} dyne/cm. Dengan peralatan tersebut tegangan antarmuka minyak-air ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$IFT = \frac{(10^6 \pi^2 \Delta \rho d^3)}{(8n^3 p^2)}$$

dimana :

IFT : tegangan antarmuka, dyne/cm

$\Delta \rho$: perbedaan densitas larutan, gr/cm.

d : lebar dropping, cm

n : indeks bias

P : periode, msec.

C. Faktor yang mempengaruhi efektivitas kerja surfaktan.

Faktor yang mempengaruhi efektivitas kerja surfaktan untuk menurunkan tegangan antarmuka minyak-air, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi surfaktan

Dengan naiknya konsentrasi surfaktan dalam larutan, harga tegangan antarmuka (IFT) dari campuran

minyak-air-surfaktan menurun sampai pada suatu konsentrasi tertentu. Larutan surfaktan dengan konsentrasi surfaktan optimum menghasilkan harga tegangan antarmuka minyak-air-surfaktan terendah. Setelah itu harga tegangan antarmuka akan naik lagi dengan bertambahnya konsentrasi larutan surfaktan.

2. Salinitas

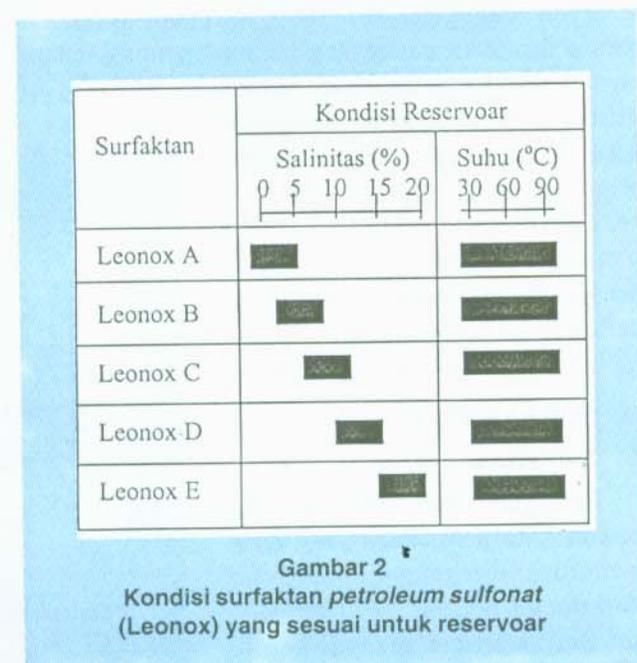
Faktor salinitas berpengaruh terhadap tegangan antarmuka minyak-air. Efektivitas surfaktan untuk menurunkan tegangan antarmuka akan berkurang dengan semakin tingginya kadar garam dalam larutan.

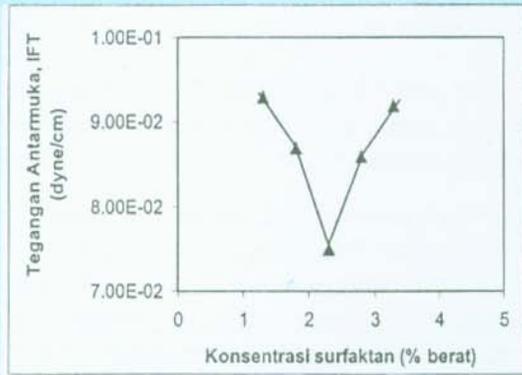
3. Jenis surfaktan

Jenis surfaktan yang digunakan dalam proses pendesakan surfaktan harus disesuaikan dengan kondisi reservoir terutama terhadap salinitas dan temperatur. Karena hal ini termasuk faktor yang penting terhadap efektivitas kerja surfaktan untuk menurunkan tegangan antarmuka minyak-air. Sebagai contoh dalam analisis laboratorium ini digunakan Leonox A yang mempunyai daya kerja efektif pada kadar garam larutan sebesar 0 - 4 % (Gambar 2).

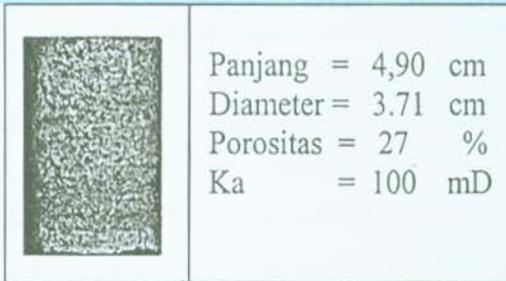
D. Penentuan Konsentrasi Minyak pada Injeksi Surfaktan

Injeksi surfaktan umumnya dilakukan pada kondisi saturasi minyak sisa (setelah *water flooding*). Pada percobaan di laboratorium sulit untuk mengukur perolehan minyak secara langsung karena tercampurnya minyak dengan surfaktan (*petroleum sulfonat*). Untuk dapat menentukan kandungan minyak

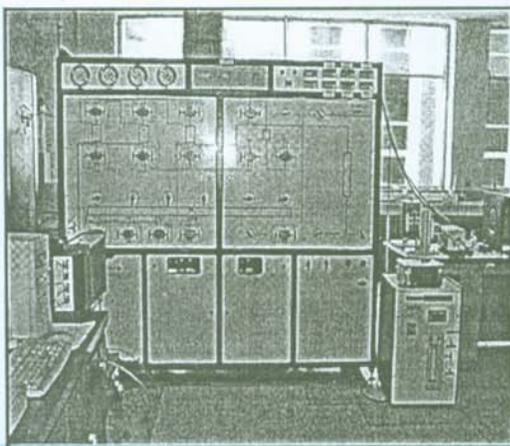




Gambar 3
Pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap tegangan antarmuka



Gambar 4
Parameter dasar inti batu (core)



Gambar 5
Rig Enhanced Oil Recovery (EOR),
Bidang Eksploitasi, LEMIGAS

dalam larutan surfaktan dan air formasi sebagai perolehan dari injeksi surfaktan perlu dilakukan analisis secara kuantitatif dengan spektrometri infra-merah. Kandungan minyak (ppm) dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini :

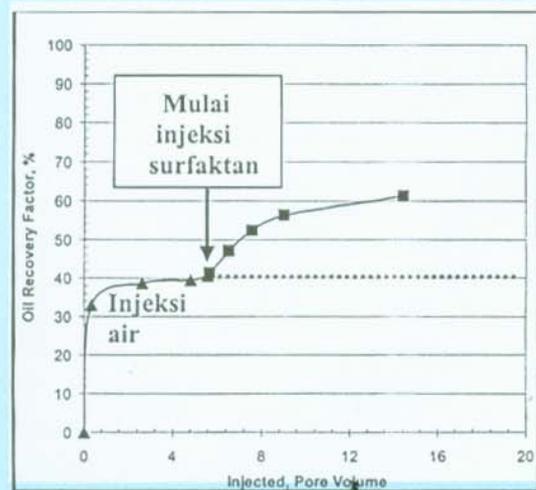
$$\text{ppm} = \frac{1000 \times V_{\text{CCl}_4} \times A \times \text{FP}}{a \times V_{\text{sampel}}}$$

- V (CCl₄) = volume pelarut
- A = absorban
- FP = faktor pengenceran
- a = absorptivitas

Penambahan fluorisil pada campuran minyak-air-surfaktan dilakukan dengan tujuan untuk menyerap hidrokarbon non- minyak bumi, sehingga kandungan minyak yang bebas dari komponen hidrokarbon non-minyak dapat ditentukan.

III. PEMBAHASAN

Jenis surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah petroleum sulfonat (Leonox A). Telah dilakukan pengukuran tegangan antarmuka dari campuran minyak-air-surfaktan dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan surfaktan antara 1,3 % sampai dengan 3,3 %, di mana terlebih dahulu surfaktan tersebut dilarutkan dalam air formasi yang salinitasnya sekitar 21,000 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, larutan surfaktan dengan konsentrasi 2,3 % merupakan konsentrasi yang optimum yang menghasilkan tegangan



Gambar 6
Pengaruh injeksi surfaktan terhadap faktor perolehan minyak

antarmuka minyak-air-surfaktan yang terendah yaitu $7,5 \times 10^{-2}$ dyne/cm. Pengaruh konsentrasi larutan surfaktan terhadap tegangan antarmuka (IFT) dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam penelitian ini digunakan inti batuan dari batuan pasir yang diperlihatkan pada Gambar 4 di bawah ini.

Penentuan faktor peningkatan perolehan minyak dengan metode injeksi surfaktan dilakukan di Laboratorium *Enhanced Oil Recovery (EOR)* dengan menggunakan peralatan rig EOR, Bidang Eksploitasi, LEMIGAS, Jakarta (lihat Gambar 5).

Pada tahap proses *water flooding (secondary recovery)*, dengan menginjeksikan air formasi ke dalam media berpori (*core*), maka faktor perolehan minyak sebesar 40,70 %. Tahap selanjutnya, diikuti dengan injeksi surfaktan (*tertiary recovery*), di mana larutan surfaktan (konsentrasi 2,3 %) diinjeksikan ke dalam *core*, maka faktor perolehan minyak menjadi 61,30 % atau dengan kata lain terdapat kenaikan perolehan minyak sebesar 20,60 % setelah proses *secondary recovery*. Pengaruh injeksi surfaktan terhadap faktor peningkatan perolehan minyak dapat dilihat pada Gambar 6.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi larutan surfaktan sebesar 2,3 % merupakan konsentrasi optimum yang meng

hasilkan tegangan antarmuka (IFT) terendah $7,5 \times 10^{-2}$ dyne/cm untuk campuran minyak -air-surfaktan..

2. Faktor perolehan minyak dengan menggunakan metode injeksi air ke dalam media berpori (*core*) adalah sebesar 40,70 % (*secondary recovery*).
3. Setelah proses injeksi air, diikuti dengan tahap injeksi surfaktan ke dalam *core* (proses *tertiary recovery*). Hasil peningkatan perolehan minyak dengan menggunakan injeksi surfaktan (*petroleum sulfonat* pada konsentrasi optimum) menjadi 61,30 %. Dalam hal ini, terdapat kenaikan perolehan minyak sebesar 20,60 % setelah proses *secondary recovery*.

KEPUSTAKAAN

1. Adamson, A.W., 1960, "Physical Chemistry of Surface", Inter- science Publisher, Inc., New York.
2. Fayer, F.J., 1981, "Enhanced Oil Recovery", Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam, Oxford - New York.
3. Gardner J.E dan Hayes M.E, "Spinning Drop Interfacial Tensiometer Inst. Manual".
4. Leonox for Micellar-polymer Flooding, 1985, Juli.
5. Noronha, J.C. dan Shah, D.O, 1982, "Ultra Low IFT Phase Behaviour and Microstructure in Oil/ Brine/ Surfactant / Alcohol System", AICHE Symposium Series, Co, 178, No.212. •