

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Produksi minyak bumi di Indonesia terus berkurang tiap tahunnya. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, penurunan produksi minyak bumi yang pada tahun 2015 mencapai 786 Mbopd (*metric barrel oil per day*) turun menjadi 579,7 Mbopd pada 2024 (SKK Migas, 2024). Untuk mengatasi ketidakseimbangan tersebut, berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dalam meningkatkan lifting minyak. Ada beberapa strategi yang bisa dilakukan, antara lain untuk jangka waktu pendek dengan melakukan *workover* dan *well services*; untuk jangka waktu menengah dengan metode *enhanced oil recovery* (EOR); sedangkan untuk jangka waktu panjang melalui cara eksplorasi. Kegiatan eksplorasi tentunya lebih menantang serta lebih mahal. Sehingga industri perminyakan saat ini lebih fokus dalam pengembangan metode EOR untuk meningkatkan produksi minyak (Putra, B.P. 2021).

Enhanced oil recovery (EOR) adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan perolehan minyak pada suatu sumur dengan cara mengangkat volume minyak yang sebelumnya tidak dapat terproduksi (Al-Mjeni, R 2011). Teknologi yang saat ini tersedia untuk EOR seperti metode termal (*thermal recovery*), gas (*gas miscible*), kimia (*chemicals*), dan mikoba (*microbial*) menghadapi sejumlah tantangan dalam upaya penerapannya karena biaya operasional tinggi dan atau tingkat *oil recovery* yang belum bisa maksimal. Setiap teknologi memiliki kelemahan atau kendala yang melekat yang harus diatasi untuk memperoleh perolehan minyak yang lebih baik (Rahman, A. dkk. 2022).

Saat ini nanoteknologi berkembang amat pesat di seluruh dunia. Perkembangannya mempengaruhi berbagai bidang ilmu dan teknologi. Salah satunya adalah di bidang perminyakan. Sebagian besar aplikasi nanoteknologi yang diusulkan di lapangan minyak dapat diklasifikasikan ke dalam 4 bidang berikut: (1) penginderaan atau pencitraan, (2) peningkatan pemulihan minyak (EOR), (3)

Pengeboran, (4) penyemenan (Alkalbani, A.M. 2024). Salah satu sifat luar biasa dari nanomaterial adalah rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi. Hal ini memungkinkan nanomaterial mudah melewati media berpori dari reservoir (El-Diasty A.I. 2013). Pori-pori batuan reservoir berkisar 1-20 mikrometer (1.000-20.000 nanometer). Oleh karena itu, nanopartikel dapat melalui pori-pori reservoir yang dalam dan mengambil minyak yang tersisa yang tidak dapat diambil pada proses primer dan sekunder (Sulistio, W. S. 2018). Beberapa jenis material nano (misalnya, SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , dll) telah dicoba untuk aplikasi EOR (Liu dkk., 2017). Di antara semua yang telah dicoba, Silika (SiO_2) nanopartikel lebih menonjol di bidang EOR ini (Liu dkk., 2020).

Silika nanopartikel saat ini banyak diteliti untuk aplikasi nano EOR. Hal ini karena berbagai keunggulannya dalam mempengaruhi *wettability*, mereduksi viskositas minyak, mudah dimodifikasi permukaannya, tahan temperatur dan salinitas tinggi, *recovery faktor* yang tinggi, aman untuk lingkungan, bisa dikombinasi dengan *chemical* EOR lainnya dan proses produksi lebih murah. Akan tetapi, Metin dkk. (2012) menambahkan bahwa nano silika juga memiliki beberapa keterbatasan dalam pengaplikasiannya sebagai agen perpindahan minyak karena kecenderungannya untuk beragregasi pada lingkungan keras seperti temperatur dan salinitas tinggi, karena dapat merubah permeabilitas batuan dan menyebabkan kerusakan pada struktur rongga pori-pori batuan (Zhang. T., 2021). Oleh karena itu, permukaan nano silika perlu dimodifikasi untuk meningkatkan dispersibilitasnya. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan mencampurkan nano silika dengan surfaktan (Tian, S., 2020).

Surfaktan merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan pada tahap *chemical* EOR. Surfaktan terdiri dari rantai hidrokarbon yang memiliki gugus hidrofobik (ekor) dan gugus hidrofilik (kepala polar). Sifat ini memungkinkan surfaktan untuk berada pada antarmuka antara dua fasa dengan polaritas yang berbeda, seperti minyak dan air (Atta, D. Y. 2021). Fungsi surfaktan di dalam sistem silika surfaktan nanofluida adalah mempertahankan dispersi nano silika dan mencegah terjadinya proses aglomerasi, sehingga kestabilan nanofluida silika dapat ditingkatkan (Zhao, M. 2018). Penelitian lain menggunakan nano silika dan

surfaktan AOS pada batuan permeabilitas < 1 mD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanofluida yang dihasilkan stabil disimpan pada suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 minggu, dengan nilai IFT berkurang hingga 99,98% setelah menambahkan nanofluida, dan sudut kontak (*wettability*) rendah sampai 20° serta menghasilkan nilai *oil recovery* yang tinggi (Zhao, M. 2021).

Ukuran diameter partikel nano silika juga berperan penting dalam aplikasi nanofluida sebagai *chemical* EOR. Payzullaev, A. N. (2023) menyelidiki dampak ukuran nano silika terhadap viskositas dan stabilitas nanofluida. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin kecil diameter nano silika maka viskositas akan semakin besar dan stabilitas akan semakin baik. Son, H.A (2021). Menguji 3 jenis diameter nano silika 7, 12 dan 22 nm yang dimodifikasi dengan *poly (4 styrenesulfonic acid-co-maleic acid) sodium salt* (PSS-co-MA) dan *zwitterion surfactant, 3-(N,N-dimethylmyristylammonio) propanesulfonate* (TPS), hasilnya menunjukkan semakin kecil diameter nano silika maka nilai sudut kontak dan IFT akan semakin kecil dan *oil recovery* akan semakin besar.

Pada penelitian ini dilakukan proses pembuatan silika nanofluida dengan menggunakan 2 jenis nano silika dengan diameter yang berbeda serta melakukan penambahan anionik surfaktan yaitu *alpha olefin sulfonate* dan co-surfaktan *disodium laureth sulfosuccinate* sebagai bahan penstabil. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan silika nanofluida dengan stabilitas termal yang baik, mempunyai nilai IFT yang rendah, mempunyai nilai sudut kontak yang rendah (*water-wet*) dan menghasilkan *oil recovery* yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan penelitian dari kajian penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan anionik surfaktan AOS dan ko-surfaktan DLS terhadap karakteristik silika nanofluida yang dihasilkan untuk *chemical* EOR?
2. Apakah ukuran nano silika berpengaruh terhadap kinerja silika nanofluida?
3. Apa mekanisme silika nanofluida yang paling berkontribusi dalam meningkatkan *oil recovery*?

4. Bagaimana hasil injeksi formulasi silika nano fluida sebagai *chemical* EOR pada batuan *sandstone*?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan penelitian tersebut, tujuan yang ingin dicapai dari kajian penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan silika nanofluida dengan stabilitas termal tinggi melalui penambahan anionik surfaktan *alpha olefin sulfonate* dan ko-surfaktan *disodium laureth sulfosuccinate*.
2. Membandingkan pengaruh diameter nano silika terhadap karakteristik silika nanofluida yang dihasilkan melalui pengujian TEM, *thermal stability*, sudut kontak, *interfacial tension* (IFT), *injectivity* dan *core flooding*.
3. Mempelajari mekanisme EOR yang terjadi pada penggunaan silika nanofluida.
4. Mengetahui hasil penggunaan silika nanofluida sebagai *chemical* EOR pada batuan sandstone lapangan “X” di Sumatra.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan kajian penelitian ini adalah.

1. Mendapat pengetahuan dan informasi tentang efek penambahan anionik surfaktan pada proses formulasi nano silika sebagai *chemical* EOR.
2. Memberikan inovasi baru terhadap metode peningkatan stabilitas termal nanofluida untuk aplikasi *chemical* EOR.
3. Memberikan pemahaman yang lebih pada mekanisme kerja silika nanofluida pada proses EOR.
4. Menghasilkan formulasi silika nanofluida yang optimal yang dapat digunakan sebagai *chemical* EOR pada reservoir batuan *sandstone*.
5. Diharapkan dapat menjadi wacana dan referensi bagi penelitian selanjutnya.