

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Minyak bumi masih merupakan komoditi yang sangat penting bagi pemenuhan kebutuhan energi manusia yang belum bisa digantikan baik dari segi praktisnya maupun dari segi keintegrasian dengan teknologi dan industri sekarang ini. Namun sebagai sumber daya energi yang tidak terbarukan, permasalahan tentang ketersediaan (*supply*) minyak bumi semakin besar seiring permintaan (*demand*) energi yang terus meningkat tiap tahun.

Enhanced Oil Recovery (EOR) atau metode peningkatan faktor perolehan minyak tahap lanjut menjadi pilihan potensial untuk mengatasi permasalahan produksi minyak dan sebagai upaya untuk meningkatkan perolehan minyak dimana rata-rata hanya sekitar 35%-60% OOIP minyak yang diperoleh dari pengurasan tahap awal (*primary recovery*) dan tahap kedua (*secondary recovery*). Berbagai metode EOR telah berhasil dikembangkan dan diterapkan di lapangan minyak seperti metode *chemical*, metode *thermal*, dan metode gas. Namun dari keberhasilan suatu metode EOR sangat dipengaruhi oleh sifat fluida dan batuan serta kondisi reservoir minyaknya. Secara teori peningkatan faktor perolehan minyak oleh suatu metode EOR tergantung pada efisiensi pendesakan dan efisiensi penyapuan yang dilakukan fluida pendesak terhadap minyak di dalam pori-pori mikroskopik batuan. Salah satu metode EOR yang bisa meningkatkan efisiensi penyapuan minyak secara makroskopik adalah injeksi *foam* atau emulsi oleh suspensi nanopartikel.

Penggunaan *nanotechnology* untuk meningkatkan faktor perolehan minyak (EOR) dengan cara menginjeksikan suspensi nanopartikel untuk membentuk *foam* atau emulsi ke dalam reservoir telah menarik perhatian besar dalam EOR karena diduga efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Ukuran nanopartikel untuk EOR biasanya berkisar antara 1 - 100 nm, yang mungkin sedikit berbeda dibandingkan dengan molekul serbuk kecil atau gumpalan partikel yang sama karena konsentrasi atom yang jauh lebih tinggi pada permukaannya sebagai hasil dari ukuran yang sangat kecil (C., Negin et al.,

2016). Penelitian yang dilakukan El-Diasty and Aly (2015) telah menunjukkan bahwa *nanotechnology* memberikan terobosan baru untuk diterapkan pada lapangan minyak yang sudah tua atau lapangan marginal melalui teknik EOR.

CO₂ flooding merupakan suatu metode EOR yang sudah banyak diimplementasikan di lapangan minyak dengan cara menginjeksikan gas CO₂ ke dalam reservoir untuk menurunkan viskositas minyak dan membantu efisiensi pendesakan sehingga faktor perolehan minyak dapat meningkat. Namun demikian metode ini masih memiliki kelemahan seperti efisiensi penyapuan yang buruk dan faktor perolehan minyak yang rendah karena *gravity segregation* dan *viscous fingering*. Selain itu, viskositas campuran CO₂ dengan *brine* tanpa menambahkan surfaktan menjadi berkurang dengan meningkatnya temperatur (Chen et al. 2012). *CO₂ foam* telah diteliti sejak tahun 1960-an untuk meningkatkan efisiensi penyapuan dan faktor perolehan minyak (Bian et al. 2012). Buruknya efisiensi pendesakan dan penyapuan minyak secara volumetrik pada pori-pori mikroskopis batuan reservoir pada *CO₂ flooding*, menjadi masalah utama dalam implementasi CO₂-EOR di lapangan minyak. Sehingga menyebabkan faktor perolehan minyak tidak signifikan. Berbagai penelitian telah dilakukan dalam mengatasi permasalahan tersebut melalui *surfactant-stabilized CO₂ foam* dimana *surfactant* diinjeksikan bersamaan dengan gas CO₂ sehingga akan membentuk *foam* yang dapat meningkatkan viskositas fluida pendesak (*foam* yang dibentuk antara surfaktan dengan gas CO₂) dan menurunkan *mobility ratio* antara gas fluida pendesak dengan minyak sehingga efisiensi pendesakan dan penyapuan minyak secara makroskopis serta faktor perolehan minyak juga akan meningkat. Namun demikian *foam* yang dibentuk oleh *surfactant* dengan gas CO₂ kurang stabil dan memiliki berbagai kelemahan terutama ukuran *foam* yang relatif lebih besar, tidak tahan terhadap temperatur tinggi serta bereaksi dengan batuan dan fluida reservoir yang dapat memperburuk proses pendesakan dan penyapuan minyak di dalam reservoir.

Berbagai penelitian telah dilakukan para peneliti untuk mencari bahan yang dapat menghasilkan *foam* yang lebih stabil dengan ukuran yang lebih kecil, tahan temperatur tinggi dan tidak reaktif terhadap batuan reservoir. Eide et al., (2018) telah melakukan penelitian terhadap *nanoparticles-stabilized CO₂*

foam sebagai *EOR agent* pada reservoir karbonat dengan salinitas dan temperatur yang tinggi. Pada kondisi tersebut surfaktan digunakan untuk menstabilkan *foam*. Hasil menunjukkan *foam* yang tidak stabil. Binks (2002), melakukan penelitian tentang perilaku partikel *solid* yang dapat digunakan sebagai bahan aktif permukaan menggantikan surfaktan dalam menstabilkan *foam*. Disamping itu, penelitian tentang pembentukan *CO₂ foam* yang stabil juga dilakukan oleh Dickson et al., (2004) dimana *supercritical CO₂-in water foam* dapat dihasilkan dengan menggunakan partikel silika 10 nm dan 40 nm dengan 100% SiOH dan 75% SiOH dan *dimethildichlorosylane* digunakan untuk menurunkan sifat hidrofilisitas silika tersebut. Pembentukan *foam* dilakukan dengan *deionized water* pada temperatur ruang melalui *view cell*. Didapatkan bahwa dengan menurunkan sifat hidrofilisitas partikel silika akan menaikkan stabilitas *foam* dan kenaikan konsentrasi partikel akan menaikkan stabilitas *foam*. Sementara, Adkins et al., (2007) mengembangkan *water-in supercritical CO₂ foam* dengan partikel silika 7 nm, 14 nm dan 24 nm pada kondisi salinitas dan temperatur yang sama melalui *view cell*. *Triethoxysilane* digunakan untuk menurunkan sifat hidrofilisitas partikel silika. Didapatkan bahwa *water-in CO₂ foam* sangat stabil dengan hidrofobis silika nanopartikel kurang dari 10 nm.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa jenis dan stabilitas *foam* yang dibentuk sangat bergantung kepada *wettability* dari partikel silika yang digunakan dimana salinitas dan temperatur sangat mempengaruhi stabilitas *CO₂-foam* yang dibentuk. *Intermediate hydrophobic nanoparticles* menunjukkan stabilitas *foam* yang lebih baik daripada *hydrophilic nanoparticles*, namun stabilitas *foam* yang dibentuk belum diuji pada air formasi yang mengandung salinitas tinggi dengan kombinasi konsentrasi nanopartikel yang berbeda-beda. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian stabilitas *silica nanoparticles-foam* pada berbagai salinitas air formasi dan konsentrasi *silica nanoparticles*.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian statis pada *hydrophobic silica nanoparticles* sehingga dapat dianalisa perilaku fasa tersebut terhadap beberapa parameter yang telah ditentukan. Berikut dibawah ini beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh salinitas air formasi dan konsentrasi nanopartikel terhadap viskositas fluida pendesak?
2. Bagaimana pengaruh salinitas air formasi dan konsentrasi nanopartikel terhadap kestabilan *foam*/emulsi dengan menggunakan *iso-octane* sebagai pengganti gas CO₂ di laboratorium?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini sangat diperlukan sebagai salah satu referensi untuk pemilihan suspensi nanopartikel yang stabil sebelum dilakukan pengujian dinamik, sehingga diperoleh hasil yang baik dan optimal.

1.3.1 Maksud

Pada penelitian ini, berkaitan dengan pengujian statik kestabilan *foam*/emulsi dengan menggunakan *hydrophobic silica nanoparticles* dimaksud untuk mendapatkan referensi baru sebagai tahap awal pemilihan suspensi nanopartikel yang stabil sebelum dilakukan pengujian dinamik atau tahap injeksi berdasarkan variasi salinitas dan konsentrasi nanopartikel.

1.3.2 Tujuan

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa tujuan penelitian, antara lain:

1. Melakukan kajian terhadap pengaruh salinitas air formasi dan konsentrasi nanopartikel terhadap viskositas fluida pendesak.
2. Melakukan kajian terhadap pengaruh salinitas air formasi dan konsentrasi nanopartikel terhadap kestabilan *foam*/emulsi dengan

menggunakan *iso-octane* sebagai pengganti gas CO₂ di laboratorium.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, terdapat beberapa pertimbangan sebagai batasan masalah antara lain:

1. Dilakukan pada skala laboratorium dengan pengkondisian temperatur ruangan (*isotherm*).
2. Metode laboratorium yang digunakan adalah pengujian statik.
3. Proses pengambilan data dilakukan secara manual dengan menggunakan peralatan yang tersedia dimana karena peralatan *foam generator* dan HPHT *view cell* tidak tersedia di laboratorium, maka fluida pendesak *CO₂-foam system* digantikan dengan fluida pendesak *iso-octane oil-emulsion system* sebagaimana telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.
4. Hasil dari penelitian ini untuk selanjutnya dapat digunakan dalam pengujian dinamik atau tahap injeksi untuk memperoleh faktor perolehan minyak (*recovery factor*).

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini hanya mencakup pengujian secara statik dengan berbagai variasi salinitas dan konsentrasi nanopartikel, sehingga diperoleh karakteristik dan tingkat kestabilan dari masing-masing larutan nanopartikel yang digunakan. Jenis nanopartikel yang digunakan yaitu *hydrophobic silica*.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan berbagai metode antara lain:

1. Studi literatur guna memperoleh referensi yang berkaitan dengan pengujian kestabilan nanopartikel *foam/emulsi* dengan variasi salinitas, dan konsentrasi nanopartikel.

2. Pengumpulan data hasil percobaan di laboratorium sehingga diperoleh karakteristik dari larutan nanopartikel berdasarkan variasi yang telah ditentukan dalam pengujian statik.

Diagram alir metodologi penelitian dan *standard operating procedure* serta alat dan bahan penelitian dapat dilihat pada BAB III.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi atas enam bab. Bab I merupakan kerangka dan gambaran keseluruhan berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II menjabarkan tinjauan pustaka secara rinci tentang pendahuluan mengenai nanopartikel dalam keterkaitannya dengan metode EOR, proses EOR, sifat fisik fluida dan batuan. Juga dibahas mengenai metode produksi nanopartikel, penggunaan nanopartikel pada EOR, tipe nanopartikel, dan mekanisme stabilitas.

Bab III menjelaskan secara rinci mengenai metode penelitian meliputi peralatan dan prosedur percobaan laboratorium sehingga dapat menggambarkan secara jelas alur kerja terkait dengan penelitian ini.

Bab IV menjabarkan pengolahan data dalam bentuk tabulasi dan grafik dari hasil percobaan di laboratorium dan pembahasan mengenai hasil analisa dari pengujian yang telah dilakukan.

Bab V berisi tentang kesimpulan yang diambil dari seluruh hasil percobaan yang dilakukan berdasarkan objektifitas dari penelitian ini. Selain itu, diberikan saran-saran yang dianggap perlu untuk mendukung hasil penelitian.