

# Pengaruh *Low Salinity Waterflooding* dalam Meningkatkan Perolehan Minyak pada Reservoir Batupasir dan Karbonat

Muhammad Rizky Nugroho<sup>1</sup>, Cahyadi Julianto<sup>2</sup>, Aldi Priambodo<sup>3</sup> Hidayat Tulloh<sup>4</sup>

UPN “Veteran” Yogyakarta<sup>1,2,3,4</sup>

*e-mail: nugrohomuhammadrizky@gmail.com*

## ABSTRACT

*Low Salinity Waterflooding (LSW) is one of the Enhanced Oil Recovery (EOR) methods, which is development of conventional waterflooding. LSW aims to increase oil recovery in the reservoir by reducing salinity of injection water. In carbonate rock, recovery is mostly obtained from injection of sea water. So, it can be concluded that unlike sandstones with high clay content, low salinity water is not able to work properly in the carbonate reservoir because clay content is small and contains positive charged minerals. In sandstone rocks, Fine Migration, which results in uniform reservoir permeability due to swelling, then Multicomponent Ion Exchange will cause changes in rock wettability. Furthermore, there is also Ligand Bridging which is almost the same as MIE, and finally Wettability Alteration causes changes in rock wettability. In carbonate rocks, namely multi-component ion exchange which results in changes in rock wettability, and decrease Interfacial Surface Tension (IFT). The conditions occurrence of two mechanisms are influenced by temperature and salt concentration. Multi-component ion exchange occurs when the temperature is high and the salt concentration in the injection water is high, while the decrease in IFT occurs when the temperature is low and the salt concentration in the injection water is low.*

**Key word:** EOR, Waterflooding, Low Salinity Waterflooding.

## ABSTRAK

*Low Salinity Waterflooding (LSW) merupakan salah satu metode Enhanced Oil Recovery (EOR), merupakan pengembangan dari waterflooding konvensional. LSW bertujuan untuk meningkatkan perolehan minyak di reservoir dengan cara menurunkan salinitas pada air injeksi. Pada batuan karbonat, recovery didapat lebih banyak pada penginjeksian air laut. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak seperti batupasir dengan kandungan clay tinggi, air salinitas rendah tidak mampu bekerja dengan baik pada reservoir karbonat karena kandungan clay nya sedikit dan mengandung mineral muatan positif. Pada batupasir terdapat beberapa mekanisme yang dapat terjadi, yaitu Fine Migration, yang mengakibatkan permeabilitas reservoir lebih beragam karena terjadinya swelling, kemudian Multicomponent Ion Exchange yang akan menyebabkan perubahan wettabilitas batuan, selain itu terjadi juga Ligand Bridging yang hampir sama dengan MIE, dan terakhir adalah Wettability Alteration yang menyebabkan perubahan wettabilitas batuan. Untuk LSW pada batuan karbonat terdapat dua mekanisme yang dapat terjadi, yaitu multi-component ion exchange yang mengakibatkan perubahan wettabilitas batuan, serta penurunan tegangan permukaan (interfacial tension/IFT). Kondisi terjadinya kedua mekanisme tersebut dipengaruhi oleh temperatur dan konsentrasi garam pada air injeksi, dimana multi-component ion exchange terjadi saat temperatur tinggi dan konsentrasi garam pada air injeksi tinggi, adapun penurunan IFT terjadi saat suhu rendah dan konsentrasi garam dalam air injeksi rendah.*

**Kata kunci:** EOR, Waterflooding, Low Salinity Waterflooding.

## PENDAHULUAN

Pasca *primary recovery* produksi dari suatu lapangan minyak akan terus berkurang seiring dengan penurunan tekanan serta lamanya waktu produksi sehingga harus dilakukan proses tahap lanjutan untuk meningkatkan produksi yaitu tahapan *secondary recovery* dan *tertiary recovery* dengan mempertimbangkan karakteristik reservoir. Data reservoir sangat

diperlukan pasca *primary recovery* mengingat hal ini mempengaruhi kemampuan (*performance*) sumur di masa yang akan datang karena dari data reservoir dapat diketahui besarnya saturasi minyak yang tersisa di dalam reservoir setelah produksi tahap awal sehingga dapat dilakukan analisa lebih lanjut apakah lapangan tersebut masih ekonomis jika dilakukan tahapan *secondary recovery* maupun *tertiary recovery*.

Salah satu metode *secondary recovery* yaitu *waterflooding*. *Waterflooding* bertujuan untuk mendesak minyak yang tersimpan pada pori-pori batuan reservoir agar mengalir ke sumur-sumur produksi untuk diproduksi ke permukaan dengan tidak mengubah sifat fisik dari batuan reservoir. Setelah metode *secondary recovery* ini tidak mampu lagi meningkatkan perolehan minyak yang optimum maka dapat dilakukan metode EOR, salah satu metode EOR yaitu *Low Salinity Waterflooding (LSW)*.

Metode *Low Salinity Waterflooding (LSW)* merupakan pengembangan dari metode *secondary recovery* yaitu *waterflooding*. *Low Salinity Waterflooding* adalah metode dengan penginjeksian air salinitas rendah yang akan mengubah sifat fisik dari batuan reservoir sehingga termasuk kedalam metode *tertiary recovery*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Waterflooding*

Injeksi air atau *waterflooding* merupakan salah satu metode pengurasan minyak tahap lanjut yang banyak digunakan dalam mengurangi sisa cadangan minyak yang masih tertinggal setelah proses produksi awal.

Penginjeksian yang dimaksudkan di sini merupakan penambahan energi ke dalam reservoir melalui sumur-sumur injeksi. Air akan mendesak minyak mengikuti jalur-jalur arus yang dimulai dari sumur injeksi dan berakhir pada sumur produksi. Terdapat beberapa faktor dalam perencanaan *waterflooding* yaitu geometri reservoir, lithologi, kedalaman reservoir, porositas, permeabilitas, dan sumber air yang akan digunakan untuk injeksi ke dalam reservoir.

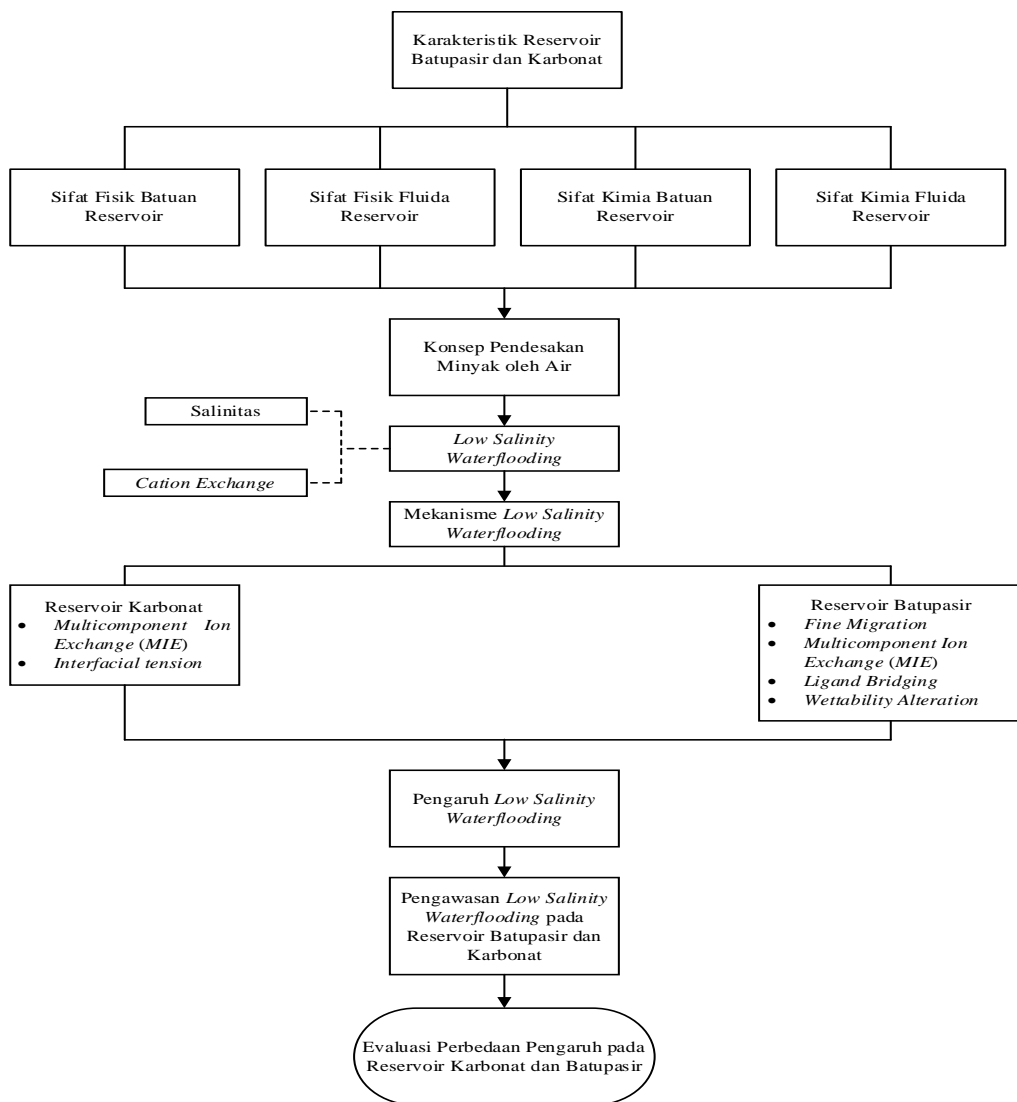
### *Low Salinity Waterflooding*

*Low Salinity Waterflooding (LSW)* merupakan suatu Teknik perolehan minyak tahap lanjut (EOR) dengan cara menginjeksikan air dengan tingkat salinitas yang rendah. Injeksi air tersebut akan mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antara air injeksi, minyak, dan batuan reservoir sehingga diharapkan dapat meningkatkan perolehan minyak tambahan. Hal-hal yang berkaitan dengan LSW antara lain salinitas dan pertukaran kation.

## METODE

Berikut ini terdapat beberapa data yang dibutuhkan dalam melakukan perencanaan pendesakan minyak menggunakan *Low Salinity Waterflooding* guna meningkatkan perolehan minyak pada reservoir batupasir dan karbonat. Data reservoir seperti sifat fisik batuan reservoir, sifat fisik fluida reservoir, dan sifat kimia dari kedua jenis reservoir perlu diketahui karena nantinya digunakan untuk menentukan konsep pendesakan minyak oleh air.

Selain itu dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh dari salinitas rendah untuk perencanaan *waterflooding* pada batupasir dan karbonat. Pada reservoir karbonat memiliki perbedaan pada sifat fisik batuan dengan batupasir. Pada batuan karbonat terdapat *dual porosity* dan juga *dual permeability*, hal ini dikarenakan pada batuan karbonat terdapat suatu rekahan secara alami. Dan untuk wettabilitas dari batuan karbonat berbeda juga dengan batuan pasir.



Gambar 1. Skema Pengaruh *Low Salinity Waterflooding* pada Reservoir Batupasir dan Karbonat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada injeksi *Low Salinity Waterflooding* dengan mekanisme MIE, air yang umum digunakan adalah air laut. Air laut digunakan karena pada air tersebut terdapat ion  $SO_4^{2-}$  yang mana jarang atau tidak terdapat pada air formasi. Adapun modifikasi wettabilitas didukung oleh adanya ion  $SO_4^{2-}$  yang memiliki afinitas yang kuat terhadap permukaan batuan karbonat.

Pada *Low Salinity Waterflooding* akan mempengaruhi *wettability alteration*, sehingga suatu reservoir tersebut akan menjadi lebih *water-wet*. Oleh sebab itu, *Low Salinity Waterflooding* akan dapat meningkatkan *Oil Recovery* menjadi lebih besar.

Dengan adanya percobaan yang dilakukan oleh Mohsenzadeh, et al. dengan menginjeksikan *brine* asli, *brine* yang telah diencerkan sebanyak 5 kali dan 20 kali, serta air

destilasi ke dalam *core* batuan karbonat untuk mengamati pengaruh konsentrasi garam terhadap besarnya tegangan antarmuka/*interfacial tension* (IFT).

Dari percobaan tersebut, diketahui bahwa pengenceran *brine* menurunkan IFT antara *brine* dan minyak. Dari percobaan tersebut, diketahui bahwa perolehan minyak meningkat sebesar 16% menggunakan satu kali pengenceran, 22,5% dengan 10 kali pengenceran, 29% dengan 20 kali pengenceran, dan 33% dengan menggunakan air destilasi.

Dari data tersebut, *low salinity brine* tidak mengubah wetabilitas batuan pada temperatur yang relatif rendah. Hal ini dapat dilihat pada pengukuran sudut kontak antara minyak dengan permukaan batuan. Namun di lain hal, pengukuran tegangan antarmuka menunjukkan bahwa *brine* yang diencerkan menurunkan tegangan antarmuka minyak-*brine*. Maka dari itu, penurunan tegangan antarmuka dianggap sebagai mekanisme utama pada *Low Salinity Waterflooding* saat hanya terdapat sedikit ion aktif dalam larutan.

## KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan oleh Mohsenzadeh dapat disimpulkan bahwa *Low Salinity Waterflooding* dapat dilakukan di reservoir karbonat dengan memanfaatkan mekanisme *IFT reduction* dan kehadiran ion aktif dengan konsentrasi tinggi bukanlah kriteria yang harus selalu terpenuhi.

Perencanaan pada injeksi *Low Salinity Waterflooding* umumnya sama dengan *waterflood* konvensional. Perencanaan *Low Salinity Waterflooding* meliputi penentuan lokasi sumur injeksi, penentuan pola sumur injeksi, dan penentuan debit serta tekanan injeksi.

Lokasi sumur injeksi didasarkan pada peta isosaturasi dan isopermeabilitas. Peta isosaturasi digunakan untuk mengetahui banyaknya minyak yang masih tertinggal dalam reservoir. Peta isopermeabilitas membantu dalam memilih aliran sehingga *breakthrough* dapat dicegah. Penentuan pola sumur injeksi dilakukan untuk meningkatkan faktor perolehan minyak. Pertimbangan penentuan pola ini berdasarkan tingkat keseragaman formasi, struktur batuan reservoir, topografi, dan ekonomi. Penentuan pola injeksi juga harus memerhatikan sumur-sumur yang telah tersedia agar dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed, T., 2018. *Reservoir engineering handbook. Reservoir Engineering Handbook*.
- [2] Austad, T., Shariatpanahi, S.F., Strand, S., Black, C.J.J. and Webb, K.J., 2012. Conditions for a low-salinity Enhanced Oil Recovery (EOR) effect in carbonate oil reservoirs. In: *Energy and Fuels*.
- [3] Kerans, C. and Tinker, S.W., 1997. *Sequence stratigraphy and characterization of carbonate reservoirs. Sequence stratigraphy and characterization of carbonate reservoirs*.
- [4] Lucia, F.J., Kerans, C. and Jennings, J.W., 2003. Carbonate Reservoir Characterization. *Journal of Petroleum Technology*.
- [5] Qiao, C., Johns, R.T. and Li, J., 2016. Understanding the chemical mechanisms for low salinity waterflooding. In: *78th EAGE Conference and Exhibition 2016: Efficient Use of Technology - Unlocking Potential*.
- [6] Sanderson, C. and Sohrabi, M., 2014. Visualizing Low-Salinity Waterflooding. *Journal of Petroleum Technology*.
- [7] Shehata, A.M., Alotaibi, M.B. and Nasr-El-Din, H.A., 2014. Waterflooding in carbonate reservoirs: Does the salinity matter. *SPE Reservoir Evaluation and Engineering*.

- [8] Sheng, J., 2010. *Modern Chemical Enhanced Oil Recovery: Theory and Practice*. *Modern Chemical Enhanced Oil Recovery: Theory and Practice*.

