

## STUDI PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK DENGAN METODE INJEKSI POLIMER DITINJAU DARI BERMACAM SALINITAS AIR FORMASI

Arina, Sugiatmo Kasmungin

### Abstrak

Injeksi polimer merupakan salah satu teknik kimiawi yang digunakan dalam proses perolehan minyak atau *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Injeksi polimer banyak digunakan dalam teknik EOR karena teknik aplikasinya relatif sederhana dan recovery yang didapat relatif besar dibandingkan dengan injeksi air secara konvensional. Dalam proses produksi dengan injeksi air biasanya sering terjadi fenomena air mengalir terlebih dahulu daripada minyak secara tidak merata dan biasanya terjadi pada reservoir yang heterogen. Polimer dapat meningkatkan viskositas fluida pendesak (air) dan berperan dalam mendorong dan mendesak minyak supaya lebih optimal. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh dari kenaikan salinitas air formasi terhadap kenaikan RF dan Penurunan SOR.

### Pendahuluan

Injeksi polimer merupakan salah satu teknik kimiawi yang digunakan dalam proses perolehan minyak atau *enhanced oil recovery* (EOR). Injeksi polimer banyak digunakan dalam teknik EOR karena teknik aplikasinya relatif sederhana dan recovery yang didapat relatif besar dibandingkan dengan injeksi air secara konvensional. Dalam proses produksi dengan injeksi air biasanya sering terjadi fenomena air mengalir terlebih dahulu daripada minyak secara tidak merata dan biasanya terjadi pada reservoir yang heterogen.

Polimer dapat meningkatkan viskositas fluida pendesak (air) dan berperan dalam mendorong dan mendesak minyak supaya lebih optimal. Injeksi polimer dapat menurunkan mobilitas fluida pendesak dan meningkatkan viskositasnya. Polimer yang terlarut dalam air digunakan sebagai *viscosifying agent* yang dapat mengontrol mobilitas fluida injeksi (*water base*) untuk meningkatkan efisiensi penyapuan. Polimer mengurangi efek negatif karena adanya variasi permeabilitas dan rekahan dalam reservoir heterogen. Injeksi polimer terdiri atas beberapa tahap, yaitu preflush (pengondisian reservoir), *additional oil recovery* (oil Bank), injeksi larutan polimer untuk mengontrol mobilitas fluida, injeksi air bebas mineral (*fresh water buffer*) untuk melindungi polimer, dan injeksi fluida pendorong (*driving fluid*) berupa air.

Polimer berfungsi untuk meningkatkan *mobility ratio* sehingga aliran air tidak akan mendahului aliran minyak dan *sweep efficiency* akan meningkat. Karakteristik polimer yang dapat diaplikasikan dalam teknik EOR di antaranya harus larut dalam air, memiliki viskositas yang tinggi pada konsentrasi yang rendah, memiliki ketahanan termal yang baik (tidak terdegradasi pada suhu tinggi), dan juga memiliki kestabilan mekanik, dan salinitas yang baik.

Dalam hal ini Salinity atau salinitas air formasi dapat merusak ikatan kimia polimer.

Berhubungan dengan penelitian ini bermacam salinitas air formasi akan diteliti sehubungan dengan pengaruhnya pada injeksi polimer. Untuk itu dimaksudkan skripsi ini dibuat untuk membuktikan pengaruh dari salinitas air formasi terhadap injeksi polimer...

### Teori Dasar

Injeksi polimer merupakan salah satu teknik kimiawi yang digunakan dalam proses perolehan minyak atau *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Injeksi polimer banyak

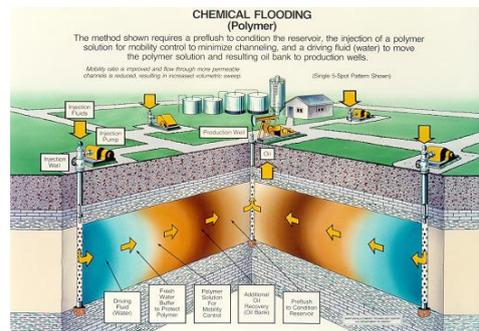
digunakan dalam teknik EOR karena teknik aplikasinya relatif sederhana dan recovery yang didapat relatif besar dibandingkan dengan injeksi air secara konvensional. Dalam proses produksi dengan injeksi air biasanya sering terjadi fenomena air mengalir terlebih dahulu daripada minyak secara tidak merata dan biasanya terjadi pada reservoir yang heterogen.

Polymer adalah jenis chemical yang bertujuan untuk meningkatkan viskositas water. Karena water berfungsi sebagai displacer (pendesak) maka akan meningkatkan sweep efficiency. Biasanya jenis polimer yang umum dipakai adalah polimer sintetik (polyacrylamide) & biopolymer (polysaccharide).

Alasan lebih banyak dipakainya polimer flooding adalah:

- identik dengan waterflooding
- teknik aplikasinya relative sederhana
- biaya yang diperlukan relative kecil
- recovery yang didapat relative besar.

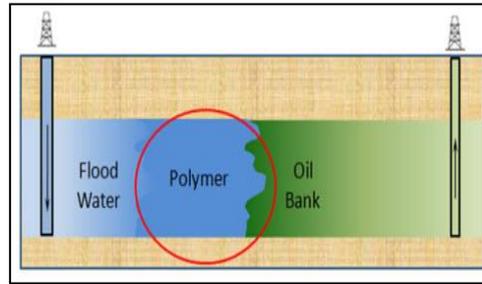
Polimer yang terlarut dalam air digunakan sebagai *viscosifying agent* yang dapat mengontrol mobilitas fluida injeksi (*water base*) untuk meningkatkan efisiensi penyapuan. Polimer mengurangi efek negatif karena adanya variasi permeabilitas dan rekahan dalam reservoir heterogen. Injeksi polimer terdiri atas beberapa tahap, yaitu preflush (pengondisian reservoir), additional oil recovery (oil Bank), injeksi larutan polimer untuk mengontrol mobilitas fluida, injeksi air bebas mineral (fresh water buffer) untuk melindungi polimer, dan injeksi fluida pendorong (driving fluid) berupa air.



Gambar 1 Skema *Polymer Flood*

Tahapan Polymer flooding:

- Pre flush (pengondisian reservoir)
- Oil bank (Recovery target)
- Polymer solution (mobility control)
- Fresh Water buffer (Polymer protection)
- Driving Fluid (water)



Gambar 2 Polimer flood Skema Pendesakan Minyak Dengan Polimer

Polimer meningkatkan efficiency penyapuan selama waterflooding. Metodenya adalah dengan menambahkan polimer yang larut air ke dalam air sebelum diinjeksikan ke reservoir. Digunakan polimer konsentrasi rendah (umumnya 250-2000 mg/L) dari beberapa jenis polimer sintetik atau biopolimer.

Mekanisme peningkatan recovery dengan polimer:

- Meningkatkan viskositas fluida pendesak
- Menurunkan mobilitas fluida pendesak
- Berkomunikasi dengan volume reservoir yang lebih luas

Limitnya adalah jika viskositas dari minyaknya terlalu besar maka polimer yang diinjeksikan harus dengan viskositas yang lebih tinggi pula untuk mencapai mobility control yang diinginkan. Hasilnya biasanya lebih baik jika polymer flood dimulai sebelum WOR menjadi terlalu tinggi. Adanya clay meningkatkan penyerapan polimer. Jika ada fracture atau rekahan maka polymer yang berbentuk gel atau crosslinked polymer techniques harus diaplikasikan.

Screening criteria dari injeksi polymer:

#### Crude oil:

- Gravity >25° API
- Viskositas < 150 cp (diutamakan <100)
- Komposisi (not critical)

#### Reservoir :

- Saturasi minyak > 10 % PV mobile oil
- Tipe formasi sandstone dapat juga di karbonat
- Ketebalan lapisan (not critical)
- Permeabilitas rata-rata > 10 mD (pada beberapa kasus dapat serendah 2 mD)
- Kedalaman < 9000 ft (tergantung temperatur)
- Temperaturnya <200°F untuk meminimalisasikan degradasi.

#### Pembahasan

Setelah dilakukan percobaan pertama sampai dengan percobaan sepuluh yang terbagi menjadi lima salinitas yang berbeda yaitu 1000 ppm, 5000 ppm, 10000 ppm, 35000 ppm dan 50000 ppm, dapat diidentifikasi dari proses penginjeksian polimer pada konsentrasi 1000 ppm di salinitas 1000 ppm *recovery factor* nya sebesar 70 % %, pada konsentrasi 1000 ppm di salinitas 5000 ppm *recovery factor* nya sebesar 57.10 %, pada konsentrasi 1000 ppm di salinitas 10000 ppm *recovery factor* nya sebesar 40.00 %, pada konsentrasi 1000 ppm di salinitas 35000 ppm *recovery factor* nya sebesar 21.43 %, pada konsentrasi 1000 ppm di salinitas 50000 ppm *recovery factor* nya sebesar 6.67 %, selanjutnya pada

konsentrasi 5000 ppm di salinitas 1000 ppm *recovery factor* nya sebesar 45.45 %, pada konsentrasi 5000 ppm di salinitas 5000 ppm *recovery factor* nya sebesar 37.50 %, pada konsentrasi 5000 ppm di salinitas 10000 ppm *recovery factor* nya sebesar 25 %, pada konsentrasi 5000 ppm di salinitas 35000 ppm *recovery factor* nya sebesar 11.11% dan pada konsentrasi 5000 ppm di salinitas 35000 ppm *recovery factor* nya sebesar 4.76%. dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai salinitas air formasinya maka *recovery factor* nya mengalami penurunan, ini membuktikan bahwa salinitas air formasi sangat berpengaruh pada *performance* dari polimer itu sendiri

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapat beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Dengan hasil *recovery factor* yang didapat dari proses injeksi maka dapat dilihat bahwa salinitas brine sangat mempengaruhi performa polimer dalam pendesakan minyak sisa. Semakin besar salinitas yang digunakan maka *recovery factor* nya menurun.
2. Hasil *recovery factor* polimer menurun drastis, menjadi perbandingan pada salinitas 1000 ppm RFnya adalah 70.00%, sedangkan pada 50000 ppm RFnya menurun drastis hingga 6.67% total penurunan 63.33 %. Dan pula dapat dilihat pada polimer 5000 ppm salinitas 1000 ppm RFnya adalah 45.45% sedangkan pada 50000 ppm menurun mencapai angka 4.76% sehingga memperoleh total penurunan 40.69%.
3. Dari hasil percobaan *residual oil saturation* atau SOR mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya salinitas air formasi dalam percobaan-percobaan yang telah dilakukan sebagai perbandingan pada polimer 1000 ppm salinitas 1000 ppm SORnya adalah 21.4 % kemudian pada salinitas 50000 ppm adalah 40% sehingga total kenaikan adalah 18.6 %, sedangkan pada polimer 5000 ppm pada salinitas 1000 ppm SORnya adalah 31.5 % dan pada salinitas 50000 ppm SORnya adalah 52 % sehingga total kenaikan adalah 20.5 %
4. Dari data dapat disimpulkan bahwa konsentrasi polimer yang tinggi bukanlah jalan untuk menanggulangi salinitas air formasi yang tinggi, karena hasil yang diperoleh malah justru mengalami penurunan akibat dari peristiwa *pore clogging* yang dikibatkan oleh polimernya. Sebagai pembandingan RF dari salinitas 1000 ppm + polimer 1000 ppm adalah 70 % dan pada polimer 5000 ppm adalah 45.45%, mengalami penurunan hingga 24.55% pada salinitas yang sama. Dan SOR pada polimer 1000 ppm 21.4 % dan pada polimer 5000 ppm 31.5 % sehingga mengalami penurunan hingga 10.1 %.
5. Nilai tegangan muka dan rheology dari polimer tidak mengalami pengaruh yang signifikan akibat dari kenaikan salinitas air formasi, polimer meningkatkan viskositas fluida pendesak (air) namun salinitas air formasi tidak terlalu mempengaruhi pada nilai viskositasnya.
6. Disarankan jika salinitas air formasi cenderung tinggi maka jangan pilih polimer dengan konsentrasi lebih tinggi karena hal ini dapat menyebabkan *pore clogging* sehingga harus diperhatikan untuk memilih polimer yang *water soluble* sehingga lebih tahan terhadap salinitas dan tidak perlu menggunakan konsentrasi tinggi yang menyebabkan *pore clog*. Disarankan jika salinitas air formasi cenderung tinggi maka pilih polimer dengan konsentrasi lebih tinggi agar lebih tahan terhadap dampak dari salinitas air formasi yang tinggi sehingga performa dari polimer tidak terlalu terpengaruh oleh salinitas yang tinggi tersebut namun, hal ini dapat menyebabkan *pore clogging* sehingga harus diperhatikan untuk memilih polimer yang *water soluble* sehingga lebih tahan terhadap salinitas dan tidak perlu menggunakan konsentrasi tinggi yang menyebabkan *pore clog*.

**Daftar Simbol**

A	= Luas alas, cm <sup>2</sup>
Bo	= Faktor volume formasi minyak, BBL/STB
D	= Diameter, cm
dL	= Panjang batuan, cm
dP	= Beda tekanan, atm
K	= Permeabilitas, Darcy
Ka	= Permeabilitas absolut, Darcy
Ko	= Permeabilitas efektif minyak, Darcy
Kw	= Permeabilitas efektif air, Darcy
Kro	= Permeabilitas relatif minyak, fraksi
L	= Panjang percontoh batuan, cm
N	= Cadangan minyak awal, cc
Np	= Produksi minyak, cc
Pb	= Tekanan mulai terbentuknya gelembung gas, psia
Pi	= Tekanan awal reservoir, psia
PV	= Volume pori, cc
r	= Jari-jari kelengkungan dan permukaan, m
RF	= Faktor perolehan minyak, % atau fraksi
Sg	= Saturasi gas, % atau fraksi
So	= Saturasi minyak, % atau fraksi
Soi	= Saturasi minyak awal, % atau fraksi
Sor	= Saturasi minyak sisa, % atau fraksi
Sw	= Saturasi air, % atau fraksi
Swc	= Saturasi air konat, % atau fraksi
$\sigma$	= Tegangan Antar Muka, dyne/cm
t	= Waktu alir, detik
Vo	= Volume minyak, cc
Vw	= Volume air, cc
vwater	= Kecepatan brine, cm/detik
$\phi$	= Porositas, % atau fraksi
$\Delta P$	= Perbedaan tekanan, psi
$\mu_o$	= Viskositas minyak, cp
$\mu_w$	= Viskositas air, cp

**Daftar Pustaka**

Pasarai, Usman Ir. MT., "Potensi Pengembangan EOR Untuk Peningkatan Produksi Minyak Indonesia", LEMIGAS, Jakarta, 2011

Gemilang, Mega Sonia ST., "Kajian Laboratorium Pengaruh Salinitas dan Jenis Polimer Terhadap Faktor Perolehan Minyak Pada Metode Injeksi Kimia", Universitas Trisakti, Jakarta, 2013

Pasarai, Usman Ir. MT., Slide Kuliah "PENGENALAN ENHANCED OIL RECOVERY (EOR) (MPR 203)", LEMIGAS, Jakarta, 2014

Sumantri, Ir.,: "Teknik Reservoir", Diktat Kuliah, Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti, Jakarta, Agustus 1998.

"Diktat Praktikum EOR", Laboratorium EOR, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta, 2013\

<http://migas.heck.in/chemical-flooding-chemical-injection-eor.xhtml>

[https://www.google.co.id/?gws\\_rd=cr&ei=qVNwVeaECoe3uQTVjIKIBw#q=interfacial+tension](https://www.google.co.id/?gws_rd=cr&ei=qVNwVeaECoe3uQTVjIKIBw#q=interfacial+tension)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced\\_oil\\_recovery#Chemical\\_injection](http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced_oil_recovery#Chemical_injection)

[http://petrowiki.org/Polymer\\_waterflooding#Mobility\\_reduction](http://petrowiki.org/Polymer_waterflooding#Mobility_reduction)

<http://oilgas-training.blogspot.com/2012/09/dasar-dasar-enhanced-oil-recovery-eor.html>

<https://www.scribd.com/doc/246001569/Proposal-Tugas-Akhir-Steamflood-EOR>