

# Mengenal *Enhanced Oil Recovery* (EOR) Sebagai Solusi Meningkatkan Produksi Minyak

Oleh : Muhammad Ridwan Ansyori

## Abstrak

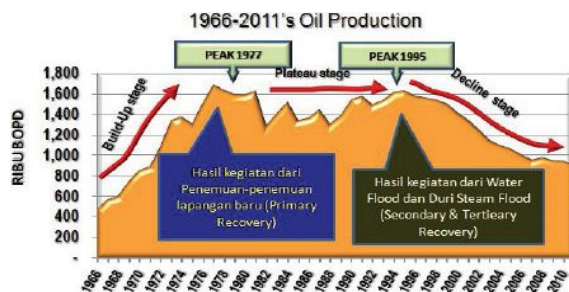
Produksi minyak dari sebuah reservoir secara alami pasti akan mengalami penurunan atau bahkan tidak dapat menghasilkan sama sekali. Kondisi tersebut tidak serta merta menggambarkan bahwa cadangan minyak di dalam reservoir sudah habis. Jika hanya mengandalkan metoda produksi primer kemungkinan besar masih sangat banyak minyak tersisa di reservoir, untuk itu diperlukan metoda produksi lanjutan untuk bisa menguras minyak yang masih banyak tersisa di reservoir. Metoda Enhanced Oil Recovery (EOR) akan memberikan solusi pengurasan terhadap minyak yang masih ada di dalam reservoir yang tidak dapat diambil dengan produksi primer. Namun untuk menerapkan metoda EOR diperlukan pemilihan yang tepat (screening) sehingga hasil yang didapatkan dapat optimum sesuai dengan biaya yang dikeluarkan.

## I. Pendahuluan

Hingga saat ini Pemerintah terus mendukung semua pihak dalam mengeksplorasi dan mengeksplorasi minyak dan gas bumi di Indonesia. Teknologi *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dinilai sebagai jawaban guna menemuph langkah tersebut. Hal tersebut sebagaimana yang dikemukakan oleh Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Arcandra Tahar belum lama ini di Jakarta.

Menurut Arcandra, Teknologi EOR sebenarnya sudah ada di Indonesia sejak tahun 1980-an, namun masih banyak Kontraktor Kerja Sama (KKKS) yang belum menerapkan teknologi EOR dalam mengeksplorasi lapangan minyaknya sedangkan sebenarnya potensi minyak Indonesia masih cukup besar sekitar 4,6 miliar barel. Maka itulah pemerintah mendorong semua pihak untuk terus meningkatkan produksi minyak, salah satunya melalui EOR (energy today.com).

Penerapan EOR untuk meningkatkan perolehan minyak di Indonesia sebenarnya telah lama dilakukan di beberapa lapangan, salah satunya yang terbesar adalah lapangan minyak Duri yang dioperasikan oleh PT. Chevron Indonesia. Dengan menerapkan EOR, hingga saat ini lapangan Duri masih menjadi lapangan minyak dengan produksi terbesar di Indonesia.



Gambar 1. Peningkatan produksi minyak dari penerapan Metoda EOR (Sumber: SKK Migas)

Dari gambaran tersebut di atas tampak jelas penerapan metoda EOR akan meningkatkan

*recovery factor* minyak di sebuah lapangan secara signifikan. Hingga saat ini belum banyak KKKS yang berkonsentrasi untuk menerapkan EOR sebagai metoda utama untuk menguras minyak dari reservoir walaupun studi tentang EOR telah banyak dilakukan.

## II. Tujuan Penulisan

Penulisan ini ditujukan untuk memberikan gambaran awal tentang Metoda EOR yang berpotensi besar untuk meningkatkan perolehan minyak di lapangan-lapangan yang selama ini baru diproduksi dengan metoda primer ataupun sekunder.

## III. Jenis-Jenis EOR

Pengertian pengurasan minyak tahap lanjut atau yang lebih dikenal dengan Enhanced Oil Recovery (EOR) adalah perolehan minyak yang berasal dari salah satu atau beberapa metode pengurasan minyak yang menggunakan energi luar reservoir. Yaitu peningkatan perolehan minyaknya (produksi minyak) berasal dari penginjeksian fluida tertentu ke dalam reservoir.

Jenis-jenis Metoda EOR yang telah dikenal antara lain:

- Injeksi tak tercampur
- Injeksi tercampur,
- Injeksi kimiawi,
- Injeksi panas (thermal),
- Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)

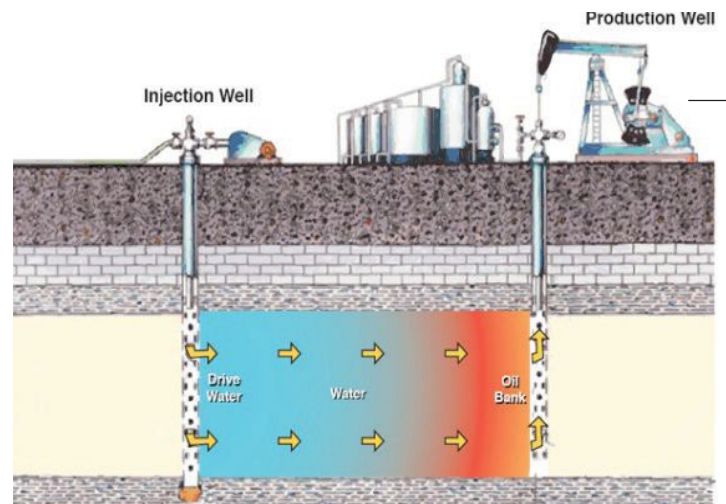
Secara umum seluruh metoda EOR ditujukan untuk memperbaiki (merubah) karakteristik reservoir minyak dengan harapan dengan perbaikan (perubahan) tersebut akan diperoleh minyak yang masih tersisa di reservoir namun tidak dapat diperoleh dengan metoda produk-

si primer.

Berikut penjelasan lebih lanjut tentang jenis-jenis metoda EOR.

### 3.1. Pendesakan Tak Tercampur

Pendesakan tak tercampur adalah menginjeksikan suatu fluida ke dalam reservoir untuk mempertahankan energi reservoir sehingga secara fisik mendesak minyak di dalam reservoir mendekati sumur produksi. Fluida injeksi yang biasa digunakan untuk injeksi tak tercampur adalah air atau biasa dikenal dengan *water flooding*. Mekanismenya adalah air diinjeksi dari sumur injeksi kemudian bergerak untuk mendorong minyak supaya mengalir menuju sumur produksi.

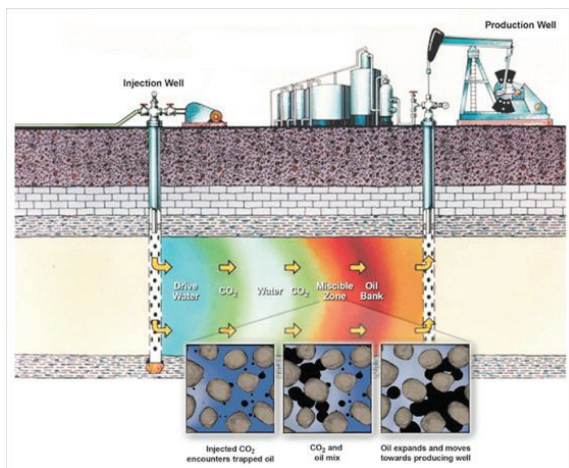


Gambar 2. Mekanisme injeksi pada Metoda Water Flooding. (sumber: [www.nap.edu](http://www.nap.edu))

### 3.2. Pendesakan Tercampur

Pendesakan tercampur (*Miscible displacement*) didefinisikan sebagai pendesakan suatu fluida terhadap fluida lain untuk bercampur dan membentuk suatu fasa yang homogen sehingga tidak tampak lagi batas dari masing-masing fluida. Hasil dari pencampuran tersebut dapat keluar dari pori-pori batuan dengan mudah. Tujuan pendesakan tercampur ini

adalah untuk menurunkan viskositas fluida reservoir (minyak) serta meningkatkan laju alirnya, sehingga minyak lebih mudah diproduksi. Yang termasuk jenis pendesakan tercampur antara lain : injeksi Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Injeksi Gas Inert (gas yang tidak reaktif, contohnya  $\text{N}_2$ ), injeksi gas yang diperkaya (*enrich gas drive*) dan injeksi gas kering pada tekanan tinggi.

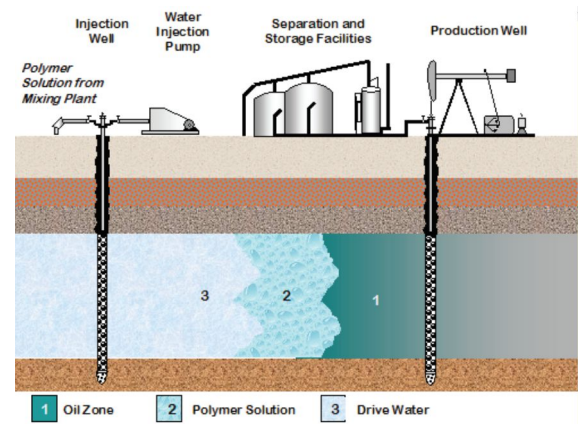


Gambar 3. Contoh pendesakan tercampur dengan injeksi  $\text{CO}_2$ . (sumber: [energy.gov](http://energy.gov))

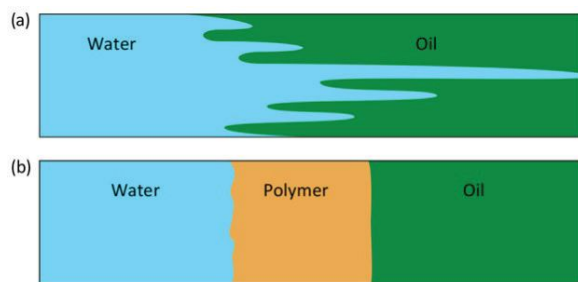
### 3.3. Injeksi Kimia

Injeksi kimia (*chemical injection*) adalah salah satu jenis Metoda EOR dengan jalan menambahkan zat-zat kimia ke dalam air injeksi untuk menaikkan perolehan minyak sehingga akan menaikkan efisiensi penyapuan dan atau menurunkan saturasi minyak sisi yang tertinggal di reservoir. Injeksi kimia ini sangat berpotensi untuk berhasil dengan baik jika diterapkan pada reservoir-reservoir yang telah sukses dilakukan injeksi air namun masih banyak minyak yang belum bisa diambil. Dengan kata lain injeksi polymer akan semakin mengefektifkan efek dari injeksi air yang telah dilakukan. Hal ini dikarenakan permukaan kontak antara zat kimia-minyak lebih baik jika dibandingkan permukaan kontak antara air-minyak dalam mekanisme pendesakan seperti

yang terlihat pada gambar 5. Ada tiga macam zat kimia yang biasa digunakan dalam injeksi kimia, yaitu: surfactant (zat aktif permukaan), alkalin (kaustik) dan polymer.



Gambar 4. Injeksi Polymer (sumber: [classconnection.s3.com](http://classconnection.s3.com))

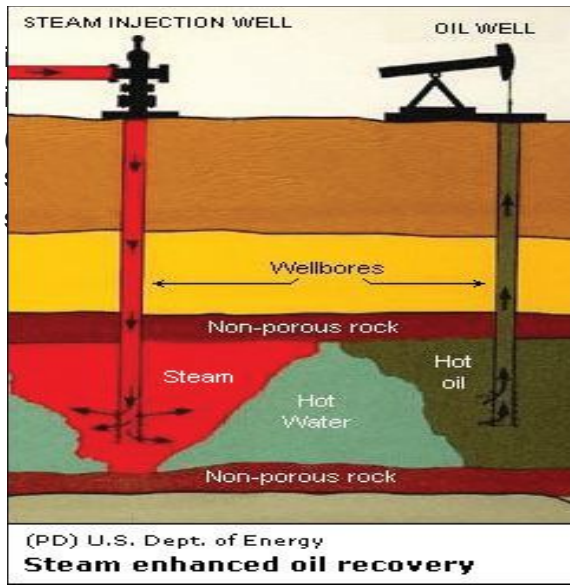


Gambar 5. Perbandingan mekanisme pendesakan antara injeksi air dan injeksi polymer. (sumber: [www.npd.no](http://www.npd.no))

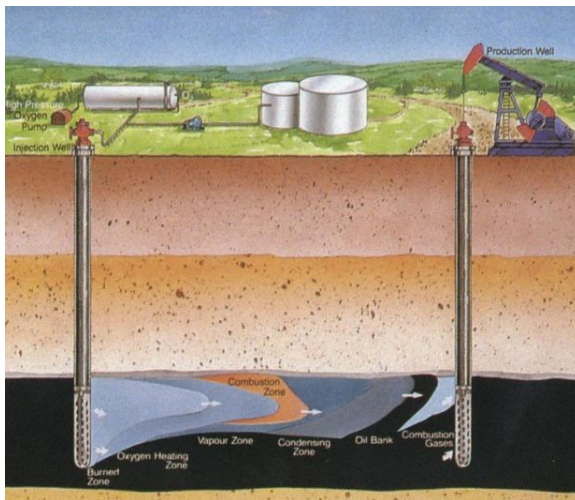
### 3.4. Injeksi Thermal (Panas)

Sesuai dengan sebutannya, Injeksi Thermal ialah menginjeksi fluida dengan temperatur tinggi ke dalam reservoir yang ditujukan untuk menurunkan viskositas minyak. Injeksi thermal sangat cocok dilakukan pada reservoir-reservoir yang mengandung minyak berviskositas tinggi (kental) dimana peningkatan perolehan minyak dilakukan dengan cara memperbaiki efisiensi pendesakan dan efisiensi penyapuan. Dengan kata lain terkurasnya minyak di dalam reservoir menjadi lebih mudah dikarenakan minyak yang dipanasi akan lebih mudah bergerak di dalam reservoir dan

mudah diproduksi.



Gambar 6. Model Injeksi Steam  
(Sumber: US. Dep. Of Energy)



Gambar 7. Model Insitu Combustion / Fireflood  
(sumber: [www.history.alberta.ca](http://www.history.alberta.ca))

dari reservoir itu sendiri. Jenis mikroba yang digunakan adalah bakteri pengurai sulfat yang ditemukan dari formasi minyak yang dapat mendegradasi minyak berat di dalam reservoir sehingga mudah mengalir, contohnya yaitu *Desulfovibrio Hydrocarbonaclasticus* dan *Desulfovibrio Halohydro-carbonaclasticus*.

Metoda MEOR ini sangat efisien dan efektif jika diterapkan pada sumur minyak yang mengandung minyak dengan kadar parafin yang tinggi, karena mekanisme hidup dari jenis bakterinya membutuhkan rantai tak jenuh hidrokarbon sebagai media makanan dan sumber energi untuk pertumbuhannya.

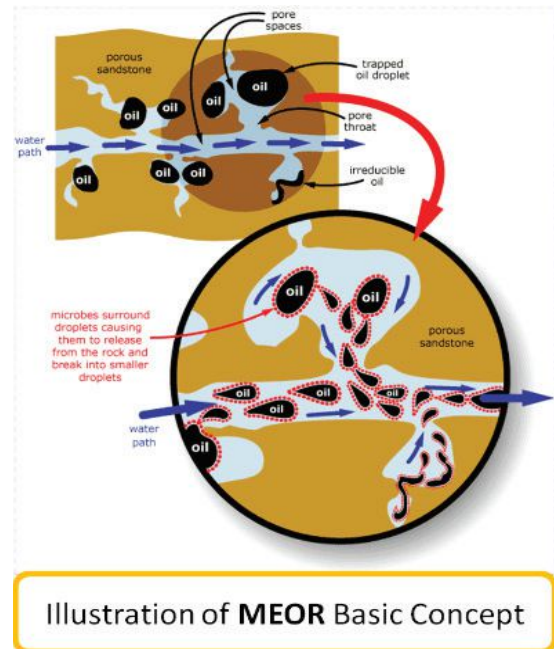
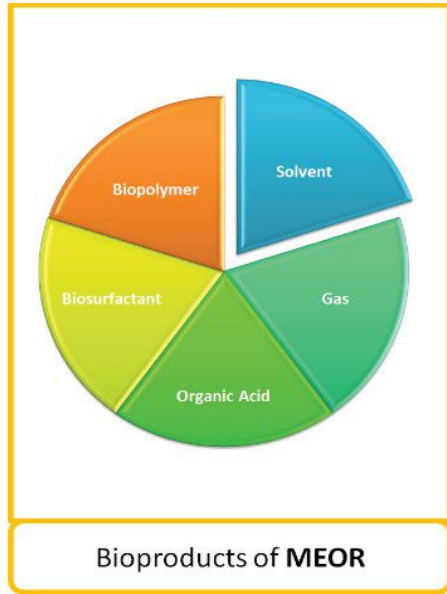


Illustration of MEOR Basic Concept

### 3.5. Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)

MEOR adalah suatu metoda pengurasan minyak tahap lanjut dengan cara menginjeksikan mikroba ke dalam reservoir. Mikroba yang diinjeksikan dapat berasal dari tempat lain atau



Gambar 8. Gambaran konsep dasar aplikasi MEOR (sumber: media.licdn.com)

## IV. Pemilihan Metoda EOR

Dari sekian banyak metoda EOR yang ada tidak semuanya dapat diterapkan untuk suatu reservoir minyak. Hal ini dikarenakan setiap reservoir memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lainnya. Pemilihan metoda EOR yang akan diterapkan didasarkan pada data-

data karakteristik reservoir, keadaan geologi maupun keekonomisannya yang biasa disebut sebagai Kriteria Pemilihan (Screening Criteria).

### 4.1. Pemilihan Untuk Pendesak Tak Tercampur

Fluida yang biasa digunakan untuk pendesak-an tak tercampur adalah air atau gas. Jika kemiringan lapisan besar maka injeksi dengan fluida gas lebih menguntungkan dibandingkan dengan menggunakan air. Kondisi reservoir yang baik untuk injeksi dengan air yaitu pada reservoir yang *high saturated*, sehingga dengan demikian GOR (Gas Oil Ratio) yang didapat rendah dan kondisi batuan water-wet.<sup>2)</sup>

Injeksi air secara lebih detail tepat diterapkan pada reservoir yang memiliki tekanan reservoir kurang dari 1500 psi, kedalam lebih dari 1000 ft, batuan pasir atau karbonat, permeabilitas lebih dari 10 mD, viskositas fluida kurang dari 30 dan Gravity lebih 20 °API (minyak menengah sampai ringan).

Injeksi dengan fluida gas lebih tepat jika kedalaman reservoir lebih dari 2000 ft, viskositas kurang dari 10 dan gravity lebih dari 35 °API.

### 4.2. Pemilihan Untuk Pendesak Tercampur

Untuk injeksi CO<sub>2</sub>, gas tekanan tinggi dan *enrich gasscreening* criteria dapat diringkas dalam tabel berikut :

Jenis Injeksi	CO <sub>2</sub> (Warner, Mc Ree,1977)	Gas tekanan tinggi (Stalkup, 1984)	Enrich gas (Stalkup, 1984)
Batuan Reservoir	sandstone, limestone, dolomites	Tidak spesifik	Tidak spesifik
Kedalaman (ft)	2500	Tidak spesifik	2000-3000
Tekanan (psi)	Tidak spesifik	3500 – 6000	1500 - 3000
Temperatur (°F)	Tidak spesifik	Tidak spesifik	Tidak spesifik
Saturasi minyak (%)	23-35	25	25
Oil Gravity (°API)	25-30	> 40	> 30
Viskositas minyak (cp)	1	< 1	< 1

Kekhususan	Tebal zona permeabel 15-20 ft		
------------	-------------------------------	--	--

#### 4.3. Pemilihan Untuk Injeksi Thermal

Untuk injeksi thermal dan insitu combustion *screening criteria* untuk penerapannya adalah sebagai berikut:

Jenis Injeksi	Injeksi Steam (Chu, 1985)	Insitu Combustion (Carcoana, 1976 Chu, 1982 White, 1985)
Porositas (%)	18-20	16-18
Permabilitas (mD)	250 - 1000	> 30 (dalam) > 100 (dangkal)
Ketebalan lapisan (ft)	15 - 400	> 10
Kedalaman (ft)	300 - 5000	> 300
Saturasi minyak (%)	40-50	25-30
Oil Gravity (°API)	< 36	
Viskositas minyak (cp)	200 - 3000	< 5000
Kekhususan	Tebal zona permeabel 15-20 ft	-

#### 4.4. Pemilihan Untuk Injeksi Kimia

Untuk injeksi kimia *screening criteria* untuk penerapannya adalah sebagai berikut:

Jenis Injeksi	Polimer	Surfactant	Alkalin
Batuan Reservoir	sandstone	sandstone	Sandstone, Kaolinite PH rendah
Temperatur (°F)	< 200 Polyacrylamide < 160 Xanthan gum	Tidak spesifik	< 200
Mobilitas oil-water (Mow)	5-40	Tidak spesifik	Tidak spesifik
Porositas (%)	18-20	16-18	Tidak spesifik
Permabilitas (mD)	Tidak spesifik	< 250	50 -250
Ketebalan lapisan (ft)	15 - 400	> 10	Tidak spesifik
Kedalaman (ft)	300 - 5000	> 300	Tidak spesifik
Saturasi minyak (%)	> 10	> 20	Tidak spesifik
Oil Gravity (°API)	< 36	> 25	Tidak spesifik
Viskositas minyak (cp)	< 200		< 250
Kekhususan	Heterogenitas batuan sedang	Salinitas air formasi < 200.000 ppm	Kandungan CO2 maks 1% pH maks 6,5

#### 4.4. Pemilihan Untuk Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)

Untuk memilih menerapkan MEOR sebagai metoda EOR yang akan digunakan banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Secara sederhana dapat disampaikan bahwa temperatur reservoir yang optimum untuk pertumbuhan mikroba adalah berkisar antara 86-104 °F. Ada juga beberapa mikroba yang dapat tumbuh dan berkembang sampai temperatur 176 °F. Untuk tekanan reservoir tidak dibatasi tertentu, namun pertumbuhan mikroba akan menunjukkan penurunan pada tekanan di atas 30.000 kPa.

Untuk pembahasan lebih detail tentang MEOR ini akan dilanjutkan pada penulisan berikutnya.

#### Daftar Pustaka

- Carcoana, Aurel, "Applied Enhanced Oil Recovery", Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- Prats, Michael, "Thermal Recovery", Second Printing, Society of Petroleum Engineers, New York, Dallas, 1986.
- Septorotno, Kristanto, "Pengurusan Minyak Tahap Lanjut (Enhanced Oil Recovery)", Jurusan Teknik Perminyakan-UPN Yogyakarta, 1999.
- Stalkup, F.L, "Miscible Displacement", Monograph Volume 8, Henry L. Doherty Series, SPE of AIME, New York, 1984.
- Taber, J.J., and Martin, F.D., "Technical Screening Guides for Enhanced Recovery of Oil", SPE 58th Annual Meeting, California, 1983.
- [www.nap.edu](http://www.nap.edu); [www.npd.no](http://www.npd.no); US. Dep. Of Energy.com; [www.history.alberta.ca](http://www.history.alberta.ca); <http://media.licdn.com>; [classconnection.s3.com](http://classconnection.s3.com); Energy today.com.

#### V. KESIMPULAN

1. Dari uraian mengenai EOR di atas maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:
2. Metoda EOR berpotensi untuk meningkatkan secara signifikan perolehan minyak dari reservoir-reservoir minyak yang telah diproduksi dengan metoda primer.

Penerapan metoda EOR pada suatu reservoir harus melalui pemilihan yang tepat agar hasil yang didapatkan optimum sesuai dengan biaya yang dikeluarkan untuk proyek EOR ini.