

## ANALISA PERFORMA PRODUKSI BERDASARKAN HASIL SIMULASI DENGAN MODEL LOGARITMIK GRIDDING PADA RESERVOIR SHALE OIL

Reza Surya Nugraha, Maman Djumantara, Widia Yanti  
Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti

### Abstrak

Dapat diketahui sebelumnya bahwa reservoir shale oil termasuk kedalam jenis reservoir unconventional dimana perlu recovery khusus untuk mendapatkannya dikarenakan selain permeabilitas yang kecil juga harus dengan kedalaman yang cukup dalam untuk mengambilnya. Selain itu selama ini belum diketahui bagaimana fluida dari reservoir shale ini mengalir dan bagaimana laju produksinya setelah di eksplorasi dengan recovery khusus seperti disebutkan diatas. Pada lapangan X ini terdapat sumur reservoir shale oil yang dimana sedang dilakukan percobaan peramalan menggunakan simulasi untuk mengetahui bagaimana laju produksi fluidanya saat diproduksi dengan bantuan recovery *Hydraulic fracturing* dan perkiraan sampai tahun berapa sumur tersebut akan tutup. Proses peramalan ini termasuk ke dalam studi kasus bagaimana reservoir shale oil ini memproduksi serta peramalannya. Produksi reservoir shale oil di lapangan ini berlangsung sejak tahun 2010 dengan bantuan recovery yaitu Hydraulic Fracturing dimana hanya 1 sumur yang dijadikan acuan untuk dilakukannya studi simulasi peramalan. Proses simulasi ini berawal dari pengolahan data reservoir lapangan kemudian menggunakan pemodelan dari metode logaritmik gridding melihat bagaimana laju produksi fluidanya dalam bentuk grafik. Dan ternyata dari grafik diketahui bahwa produksi reservoir shale oil dengan bantuan *Hydraulic fracturing* berlangsung selama 14 tahun yang dimana dimulai pada tahun 2010 dengan produksi yang terkuras diawal - awal tahun produksi dan mulai konstan setelah beberapa tahun kemudian dengan memproduksi minyak dengan jumlah jumlah besar dan air yang sangat sedikit. Didapat pula OOIP nya sebesar  $0.72508 \times 10^7$  STB dan kumulatif minyak sebesar  $1.15356 \times 10^6$  bbl.

**Kata kunci** :Shale oil, Reservoir Unconventional, Hydraulic Fracturing

### Pendahuluan

Dalam *petroleum system*, dikenal istilah *source rock* yang mempunyai arti batuan kaya akan kandungan bahan organik yang menjadi sumber minyak dan gas bumi (Migas). Minyak dan gas yang bersumber dari *source rock* ini kemudian bermigrasi dan terjebak pada lapisan batuan di atasnya apabila terdapat reservoir, reservoir adalah batuan yang mempunyai kemampuan untuk mengalirkan minyak dan gas agar bisa masuk ke dalam pori-pori batuan reservoir tersebut.

Source rock sendiri secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu source rock yang sudah matang dan source rock yang belum matang. Salah satu contoh dari source rock yang belum matang adalah reservoir *shale oil*. Shale Oil sendiri termasuk kedalam minyak alam *unconventional*, unconventional sendiri tidak dapat ditemukan tanpa menggunakan stimulasi atau proses teknologi *recovery special*. Selain tipe minyak alam *unconventional* ada pula tipe minyak alam *conventional* yang dapat ditemukan tanpa stimulasi atau proses teknologi recovery khusus.

*Shale oil* adalah minyak yang diproduksi dari batuan reservoir yang mempunyai permeabilitas rendah. *Shale* sendiri merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari pemadatan lumpur dan tanah liat serta mempunyai permeabilitas rendah. Formasi ini membuatnya sulit ditembus sehingga diperlukan teknik recovery khusus dalam hal ini digunakan teknik *Hydraulic Fracturing / Fracking*. *Fracking* mempunyai arti merekahkan,

dan dalam arti untuk produksi shale oil berarti merekahkan formasi agar mampu menambah permeabilitas minyak yang keluar dari reservoir shale.

Fracking dilakukan pada pengeboran dalam baik secara horizontal maupun vertical. Artinya batuan shale harus dilakukan pengeboran dalam dan tekanan tinggi agar merekahkan shale dan memaksa fluida keluar lewat pori-pori. Hydraulic fracturing mulai populer sekitar tahun 1948 dan sejak tahun 1980 keatas mulai meningkat kembali karena dimulai penggunaan pada formasi yang memiliki batuan dengan permeabilitas besar.

Di Indonesia sendiri belum menerapkan system fracking pada batuan shale. Awalnya proses fracking pada batuan shale di lapangan X ini ditolak karena dapat menimbulkan gempa bumi namun setelah dilakukan kekhawatiran itu tak terjadi.

Untuk mengetahui bagaimana produksi minyak pada reservoir shale yang menggunakan recovery Hydraulic fracturing ini maka bisa menggunakan simulasi reservoir dari model reservoir lapangan tersebut.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk meramalkan melalui grafik yang dihasilkan dari proses simulasi dengan menggunakan software *CMG/Imex* bagaimana laju produksi shale oil dari hydraulic fracturing pada lapangan x yang dimulai tahun 2010 sehingga dapat diramalkan pula berapa tahun produksi shale oil ini berlangsung hingga tutup sumur.

## Teori Dasar

Dalam jenisnya, batuan reservoir salah satunya mempunyai jenis bernama reservoir *shale oil* yang dimana jenis ini termasuk ke dalam reservoir source rock bertipe immature (belum matang) sehingga laju produksinya bisa terbilang kecil sehingga harus menggunakan teknologi *fracking* (perekahan) untuk mendorong minyak keluar dari pori-pori batuan.

Untuk meramalkan bagaimana laju produksi dari batuan shale ini, maka kegiatan simulasi reservoir dapat digunakan. Terdapat parameter-parameter dari batuan reservoir tersebut yang mendukung proses simulasi dapat berjalan. Ada beberapa software yang digunakan dalam proses simulasi ini diantaranya *Imex*, *Gem* dan *Black Oil Simulator*.

Batuan reservoir adalah suatu tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi. Pada umumnya reservoir minyak memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung komposisi. Sifat-sifat batuan reservoir yang mendukung proses peramalan antara lain :

1. Porositas
2. Permeabilitas
3. Saturasi

*Shale oil* adalah minyak yang terproduksi dari batuan reservoir yang mempunyai permeabilitas rendah. Shale sendiri merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari pemadatan lumpur dan tanah liat serta mempunyai permeabilitas rendah. Formasi ini membuatnya sulit diekstraksi sehingga sulit pula ditembus. Untuk mengekstraksinya maka digunakan proses *hydraulic fracture* atau *fracking* (perekahan).

.Batuan reservoir Shale sendiri harus dilakukan pengeboran dengan kedalaman yang dalam dan tekanan tinggi agar dapat mengeluarkan fluida didalamnya dan tentu saja juga menggunakan teknologi *hydraulic fracturing*

Pada dasarnya sebelum pembuatan proses perilaku reservoir seperti *shale oil* diatas hingga proses *hydraulic fracture* maka seharusnya dilakukan kegiatan pemrediksian atau peramalan bagaimana proses-proses itu berjalan hingga ke depannya. Kegiatan itu dinamakan simulasi reservoir. Simulasi reservoir adalah suatu proses matematik yang digunakan untuk memprediksikan perilaku reservoir hidrokarbon dengan menggunakan

suatu model. Suatu model diasumsikan memiliki sifat yang mirip dengan keadaan reservoir yang sebenarnya.

Tujuan dari simulasi reservoir ini adalah untuk mengembangkan model matematik reservoir dengan memprediksi kelakuan aliran multifasa dalam reservoir. Model matematik ini berdasarkan model geologi dan sifat karakteristik reservoir yang telah dibahas diatas. Secara umum, simulasi reservoir ini terdiri dari pembuatan model, inialisasi, dan prediksi reservoir.

*Computer Modelling Group Ltd*, disingkat *CMG*, itu adalah sebuah perusahaan perangkat lunak yang memproduksi simulasi reservoir perangkat lunak untuk industri minyak dan gas.

Perusahaan ini menawarkan tiga aplikasi simulasi reservoir. *IMEX*, *konvensional Black Oil* digunakan untuk proses recovery minyak primer, sekunder dan ditingkatkan atau diperbaiki. Selain itu, *CMG* menawarkan *CMOST*, alat teknik reservoir yang melakukan sejarah otomatis pencocokan, analisis sensitivitas dan optimalisasi model reservoir. Pada pelaksanaan proses penggunaan *CMG* terutama *Imex* didalamnya terdapat langkah pembuatan *gridding logarithmic*. Model dengan logaritmic gridding secara akurat dapat merepresentasikan perubahan tekanan dan saturasi yang sangat curam didaerah rekahan.

*Hydraulic fracturing* atau perekahan hidrolik ialah usaha membuat rekahan untuk jalan mengalirnya fluida ke lubang sumur dengan cara menginjeksikan fluida perekah pada tekanan diatas tekanan fluida formasi Setelah formasi mengalami perekahan fluida terus diinjeksikan untuk memperlebar rekahan yang terjadi. *Hydraulic Fracturing* dilakukan apabila sumur juga mengalami penurunan produksi. Kegiatan ini berfungsi untuk menjaga produktivitas yang permeabilitas sumur tidak jauh lebih baik dari sebelumnya. Keadaan ini disebabkan mampatnya jalan air hidrokarbon yang hendak keluar dari reservoir.

## Hasil dan Pembahasan

Dapat diketahui bahwa pada lapangan X cekungan Y formasi Z ini terindikasi adanya reservoir berjenis shale terutama *shale oil*. Pada lapangan ini hanya 1 sumur yang dijadikan bahan studi untuk simulasi pembelajaran mengenai reservoir shale. Sumur ini pertama kali di bor pada tahun 2010 dengan kedalaman 10000 ft dengan menggunakan *recovery Hydraulic fracturing*. Sumur ini mempunyai *reservoir shale oil* yang sangat bagus terlihat dari hasil studi simulasi yang dilakukan.

Tahapan awal yang dilakukan dalam pekerjaan simulasi yang dilakukan pada reservoir shale lapangan X cekungan Y formasi Z ini adalah mempersiapkan data – data yang digunakan sebagai input kedalam *Black Oil Simulator* dengan software *CMG/Imex*. Data-data yang dibutuhkan adalah data batuan reservoir dan data fluida reservoir.

Berikutnya adalah tahap peramalan dengan menggunakan simulasi menggunakan software *CMG/Imex*. Pembuatan model reservoir pada lapangan X cekungan Y formasi Z ini menggunakan *grid Orthogonal Corner Point* dengan system berpermeabilitas ganda atau *dual permeability*, hal ini dilakukan karena *reservoir shale* ini diproduksi menggunakan *recovery hydraulic fracture* sehingga mempunyai permeabilitas pada saat belum dilakukan *hydraulic fracture* atau dalam bahasa pemodelan bisa disebut saat minyak berada di matriks batuan yakni sebesar 0.02 mD dan permeabilitas pada saat setelah dilakukan *hydraulic fracture* yakni sebesar 83.3 mD. Total dimensi reservoir adalah 10x5x3 atau bisa digambarkan dengan notasi X, Y dan Z. maksud dari 10x5x3 adalah pemodelan ini berasal dari satu sample sumur saja dengan menggunakan 10 stage lubang perforasi atau juga lubang hydraulic fracture, kemudian menggunakan lima blok matriks yang dimana terdapat lubang perforasi di blok ke tiga tempat aliran minyak dari matriks yang menuju ke lubang perforasi sebelum mengalir keatas, serta mempunyai

tiga layer yang dimana kubang perforasi berada di layer kedua Total blok grid sebanyak 136860 yang terbagi dari 5 blok matriks diatas.

Pada prosesnya karena menggunakan sistem *dual permeability* berawal dari mengalirnya minyak dari matriks-matris yang menggambarkan *reservoir shale* tersebut lalu setelah dilakukannya proses *hydraulic fracture* maka minyak yang mengalir dari matriks-matriks tersebut pun mengalir menuju tiap-tiap 10 lubang perforasi sehingga mampu mengalir keatas untuk diproduksi.

Setelah tahap pembuatan gridding selesai berikutnya adalah memulai melakukan studi bagaimana reservoir shale ini berproduksi dengan memasang *constraint BHP* sebesar 1000 psia hal ini bertujuan untuk mengatur tekanan paling rendah yang mungkin terjadi dalam proses buka sumur dengan kata lain adalah batasan tekanan awal pada saat proses buka sumur. Kemudian memasang *STO Oil rate* dengan sebesar 5000 bbl/day dan ini hanya bertujuan untuk melihat bagaimana perolehan minyak dan laju alir produksinya. Untuk peramalan sampai tahun berapa sumur tersebut akan tutup sumur cukup mengatur hingga tahun berapa sumur tersebut akan tutup sumur yang dimulai dari tahun 2010 dan akan diketahui setelah proses running pada software *CMG/Imex*.

Setelah memasang *constraint BHP* sebesar 1000 psia dan *Surface Oil Rate* sebesar 5000 bbl/day. Langkah selanjutnya merunning data-data dari reservoir properties yang sudah terbentuk menjadi model reservoir untuk diketahui OOIP serta cummulative oil maximum pada sumur reservoir shale tersebut serta dari situ didapatkan grafik – grafik yang menunjukkan plot hasil peramalan reservoir shale oil ini. Setelah proses running selesai dapat dilihat bahwa ternyata produksi minyak pada reservoir shale terkuras banyak pada awal tahun mulai produksi dan terlihat terjadi secara konstan dan tutup sumur pada tahun 2023 ini berarti produksi minyak pada reservoir shale berjalan selama 13 tahun.

Hasil diatas didapat dengan *constraint STO Oil rate* ini berarti dalam hasil plot yang terlihat hanya produksi minyak maka dari itu kemudian mencoba melakukan proses running dengan menggunakan *constraint STL Liquid rate*, perbedaannya adalah *constraint STO Oil rate* hanya memperlihatkan produksi minyak di plot hasil simulasi sedangkan *STL Liquid rate* memperlihatkan produksi minyak dan air. Tujuan lain menggunakan *STL Liquid rate* adalah karena pada saat menggunakan *constraint STO Oil rate* pada plot hampir tidak terlihat produksi air. *STL Liquid rate* yang digunakan sebesar 1500 bbl/day yang dimana angka tersebut terdiri dari produksi minyak dan air. Setelah proses running selesai ternyata hasil plotnya sama seperti pada saat menggunakan *constraint STO Oil rate* yaitu produksi minyak terkuras pada saat awal tahun produksi dan berjalan sampai tahun 2024 sejak tahun 2010 ini berarti produksi minyak pada shale berjalan selama 14 tahun dan terlihat produksi air sangat kecil. Yang berbeda hanya jumlah  $N_p$  nya yaitu  $1.15367 \times 10^6$  bbl berbeda dengan  $N_p$  pada saat *constraint STO Oil rate* 5000 bbl/day sebesar  $1.15356 \times 10^6$  bbl.

Dapat disimpulkan dari proses peramalan melalui *simulasi logaritmik gridding model* untuk lapangan *reservoir shale* ini bahwa produksi minyak pada shale berjalan lama saat minyak masih mengalir di matriks-matriks batuan karena mempunyai permeabilitas yang kecil lalu pada saat minyak mengalir melalui lubang *hydraulic fracture* lah minyak tersebut mengalir karena permeabilitasnya naik. Lalu ternyata tipikal reservoir shale ini adalah berapapun jumlah rate produksi sumurnya, reservoir shale ini memproduksi dalam jumlah besar di awal tahun produksi dan mulai memproduksi secara konstan setelah awal tahun produksi. Pada proses produksi minyak di reservoir shale ini ternyata jumlah produksi air sangat sedikit ditambah lagi lapangan ini kaya akan minyak.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah disebutkan sebelumnya, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Reservoir pada lapangan X ini adalah reservoir berjenis shale oil.
2. Simulasi pada reservoir shale dilapangan X ini menggunakan metode logaritmik gridding model.
3. Original Oil In Place (OOIP) pada lapangan X ini adalah sebesar  $0.72508 \times 10^7$  STB dengan RF 16%.
4. Berapapun jumlah produksi minyak pada awal produksi, reservoir shale ini terproduksi dalam jumlah besar di awal tahun dan seterusnya mulai konstan laju produksi minyaknya.
5. Pada reservoir shale ternyata produksi air sangat sedikit dan lebih banyak minyak yang terproduksi keluar.
6. Jumlah cummulative minyak terproduksi pada reservoir shale lapangan X dengan constraint tekanan BHP 1000 psia dan Oil Rate 5000 bbl/day ini sebesar  $1.15356 \times 10^6$  bbl dengan tahun produksi selama 13 tahun
7. Jumlah cumulative minyak terproduksi pada reservoir shale lapangan X dengan constraint tekanan BHP 1000 psia dan Liquid Rate 1500 bbl/day ini sebesar  $1.15367 \times 10^6$  bbl dengan produksi selama 14 tahun.

### Daftar Simbol

A	=	Luas penampang, $\text{cm}^2$
D	=	Depth, feet
GOR	=	Gas Oil Ratio, $\text{ft}^3/\text{bbl}$
K	=	Permeabilitas, mD
Krg	=	Permeabilitas Relatif Gas, mD
Kro	=	Permeabilitas Relatif Oil, mD
Krw	=	Permeabilitas Relatif Water, mD
Np	=	Cummulatif Produksi Minyak, bbl
OOIP	=	Original Oil In Place, STB
P	=	Tekanan, psia
Sg	=	Saturation Gas
So	=	Saturation Oil
Sw	=	Saturation Water
T	=	Suhu, F
$\phi$	=	Porositas, %
$\pi$	=	Viscositas, cp

### Daftar Pustaka

Herianto, Sondang, 2011. "*Studi Simulasi Pada Reservoir Heterogen dan Pengaruh Sensitivitas Mekanisme Pendorong Serta Penambahan Jumlah Sumur Terhadap Penurunan Laju Produksi Lapangan Minyak*". Tugas Akhir. Universitas Pembangunan Nasional. Yogyakarta.

Singh .C., Chaudary. 2011. "*Shale Oil Production Performance from a Stimulated Reservoir Volume*". Texas A&M University. United States.

Wang, Jiaqi. 2014. "*Studies of Influencing Factors For Shale Gas Reservoir Performance*". Missouri University of Science and Technology. United States.

<http://alio-jasipto.blogspot.com/2012/09/hydraulic-fracturing.html>

<http://basripetroleum.blogspot.com/2011/02/karakteristik-batuan-reservoir.html>

<http://bellampuspita.blogspot.com/2012/07/simulasi-reservoir.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_Modelling\\_Group](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_Modelling_Group)

<http://migas-indonesia.com/2013/07/shale-oil-gas.html>

<https://nanangsugiarto.wordpress.com/2008/03/25/dasar-dasar-teknik-reservoir-2/>

<http://pustakatambang.blogspot.com/2012/03/hukum-darcy.html>