

Optimalisasi Produksi pada Operasi Steamflood dengan Menggunakan Injeksi Kualitas Uap Model Gelombang

Abdul Haris Salam

Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis
Jl. Bathin Alam - Sungai Alam, Bengkalis, 28761
Email: abdulharissalam@polbeng.ac.id

ABSTRAK

Steamflood adalah salah satu metode EOR yang digunakan untuk memudahkan pengangkatan minyak berat dengan cara menginjeksikan uap ke dalam reservoir. Uap panas digunakan untuk mengurangi viskositas minyak sehingga lebih mudah terangkat ke permukaan dengan menggunakan pompa. Model gelombang kualitas uap dibuat untuk mengoptimalkan jumlah uap yang disuntikkan dengan meningkatkan keefektifan pendesakan dan penyapuan reservoir. Optimalisasi injeksi uap erat kaitannya dengan suhu, kualitas uap dan model injeksi. Dengan menggunakan perangkat lunak CMG STARS telah dibuat model sintetis untuk lapangan steamflood. Sensitivitasnya dilakukan pada temperatur dan kualitas uap untuk menentukan parameter yang paling berpengaruh. Tekanan, suhu, kualitas uap dan laju injeksi dipertahankan konstan untuk kasus dasar yang akan digunakan sebagai perbandingan. Modelnya dibuat dengan menginjeksikan kualitas uap 0% dan 80% yang terus bergantian sampai menyerupai bentuk gelombang. Optimalisasi kualitas uap yang disuntikkan dengan model gelombang dapat mengurangi penggunaan uap berkualitas tinggi. Uap dengan kandungan air lebih banyak (low quality) memiliki keefektifan pendesakan yang lebih besar dan uap dengan sedikit kandungan air (high quality) memiliki keefektifan penyapuan yang lebih baik

Kata Kunci: Optimalisasi, Steamflood, CMG

ABSTRACT

Steamflood is one of EOR method that is used to facilitate the removal of heavy oil by injecting steam heat into the reservoir. Hot steam is used to reduce the viscosity of oil so that more easily lifted to the surface using a pump. Steam quality wave model created to optimize the amount of steam injected by increasing effectiveness and localized displacement reservoir. Optimization of steam injection is closely related to temperature, steam quality and injection models. By using the CMG STARS software has created a synthetic models for steamflood field. Sensitivity to do with temperature and steam quality to determine the parameters of which are the most influential. Pressure, temperature, steam quality and injection rate are held constant for the base case which will be used as a comparison. The model was made by injecting steam quality 0% and 80% who continued to alternate up to resemble the shape of a wave. Optimization of quality steam injected with the wave model can reduce the use of high quality steam. Steam with a water content of more (low quality) has a displacement greater effectiveness and vapor with little water content (high quality) to have a better sweeping effectiveness.

Keywords: Optimization, Steamflood, CMG

Corresponding Author:

Abdul Haris Salam
Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis
Email: abdulharissalam@polbeng.ac.id

Pendahuluan

Beberapa tahun belakangan harga minyak dunia telah mengalami penurunan yang cukup tinggi. Masalah ini tentu saja memberikan dampak negatif bagi perusahaan minyak terutama yang memiliki lapangan Steamflood. Steamflood merupakan salah satu cabang dari EOR (Enhance Oil Recovery) yang terkenal mahal, yaitu metode pengurusan reservoir tahap ketiga dengan cara menginjeksikan uap secara kontinu ke

reservoir minyak berat atau heavy oil. Gelombang yang merupakan getaran atau energi yang merambat pada suatu medium tanpa disertai perpindahan massa diperkirakan dapat meningkatkan produksi minyak dan mengurangi penggunaan uap kualitas tinggi. Sehingga, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana performa injeksi uap model gelombang pada operasi steamflood untuk meningkatkan produksi minyak dan mengurangi penggunaan uap kualitas tinggi.

Pengembangan lapangan Steamflood dilakukan dengan maksud mengoptimalkan injeksi uap dan produksi kumulatif minyaknya. Strategi pengembangan lapangan dikemukakan oleh Rizkallah M dkk, pada tahun 2014 dalam papernya yang berjudul “Optimized Steam Pulse Injection (SPI) in a Carbonate Reservoir: Issaran Egypt Field Trial” mengemukakan konsep pengembangan lapangan dengan tujuan menurunkan laju alir injeksi uap ke reservoir sehingga biaya produksi dapat diturunkan. Konsep ini terdiri dari dua mode yaitu *Off Mode* dimana laju injeksi uap diturunkan apabila panas yang dibutuhkan untuk menjaga minyak terproduksi konstan telah tercapai. *On Mode* yaitu injeksi uap dilakukan secara normal sesuai dengan perhitungan awal. Kemudian kedua mode ini dikontrol menggunakan IVRR (*Instantaneous Voidage Replacement Ratio*) untuk menghasilkan produksi minyak yang maksimum. Canas dan Navarro pada tahun yang sama mengeluarkan paper yang berjudul “New Heat-Management Model for Steamflood Processes”. Pengaturan panas yang dilakukan dengan mengatur laju injeksi uap menggunakan penurunan model analitik yang lebih baik disebut juga MMRC- Model.

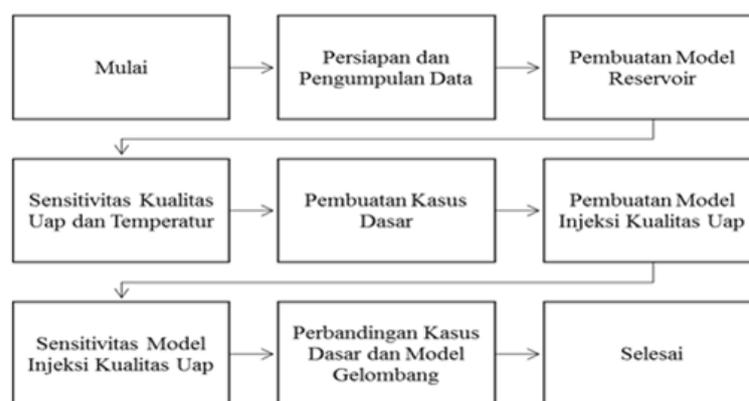
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan software CMG STARS buatan Kanada sebagai alat untuk membuat model dan simulasinya. Simulator STARS digunakan karena khusus untuk mensimulasikan tentang pengaruh temperatur terhadap reservoir. Asumsi yang digunakan dalam simulasi ini yaitu metode pendesakannya menggunakan *Frontal Advance Displacement*, yang artinya uap medesak minyak dari setiap ketebalan antar muka minyak dan uap, serta properti reservoir

diasumsikan seragam. Adapun langkah-langka yang dilakukan dalam mengerjakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan dan pengumpulan data: melakukan pengumpulan seluruh informasi yang dibutuhkan untuk membuat model reservoir sehingga menyerupai lapangan steamflood chevron Riau, baik dari jurnal, tesis dan buku-buku.
2. Pembuatan model reservoir: model reservoir dibuat menggunakan software CMG STARS berdasarkan data yang telah diperoleh dengan menginputkannya ke simulator.
3. Sensitivitas kualitas uap dan temperatur: Sensitivitas dilakukan untuk mengetahui faktor apa saja yang paling mempengaruhi perolehan dari operasi steamflood tersebut.
4. Pembuatan kasus dasar: Kasus dasar/ *Base Case* dibuat berdasarkan nilai temperatur dan kualitas uap yang diperoleh dari hasil sensitivitas, ini berfungsi sebagai pembandingan hasil optimasi nantinya.
5. Pembuatan model injeksi uap: Model injeksi uap dibuat berdasarkan bentuk gelombang pada umumnya yang mempunyai puncak dan lembah.
6. Sensitivitas model injeksi uap: Sensitivitas dilakukan berdasarkan beberapa model injeksi uap yang telah di buat untuk menentukan model mana yang menghasilkan perolehan paling besar.
7. Perbandingan kasus dasar dan model gelombang: Perbandingan ini dilakukan untuk melihat bagaimana performa injeksi uap model gelombang terhadap kasus dasar sehingga didapatkan kesimpulan.

Agar lebih mudah memahami metode tersebut maka penulis menyajikan dalam bentuk diagram alir seperti gambar 1 berikut:



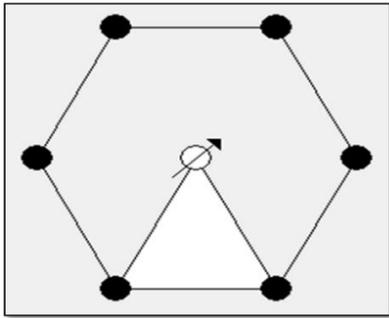
Gambar 1. Bagan alir penelitian

Hasil dan Pembahasan

Model Reservoir

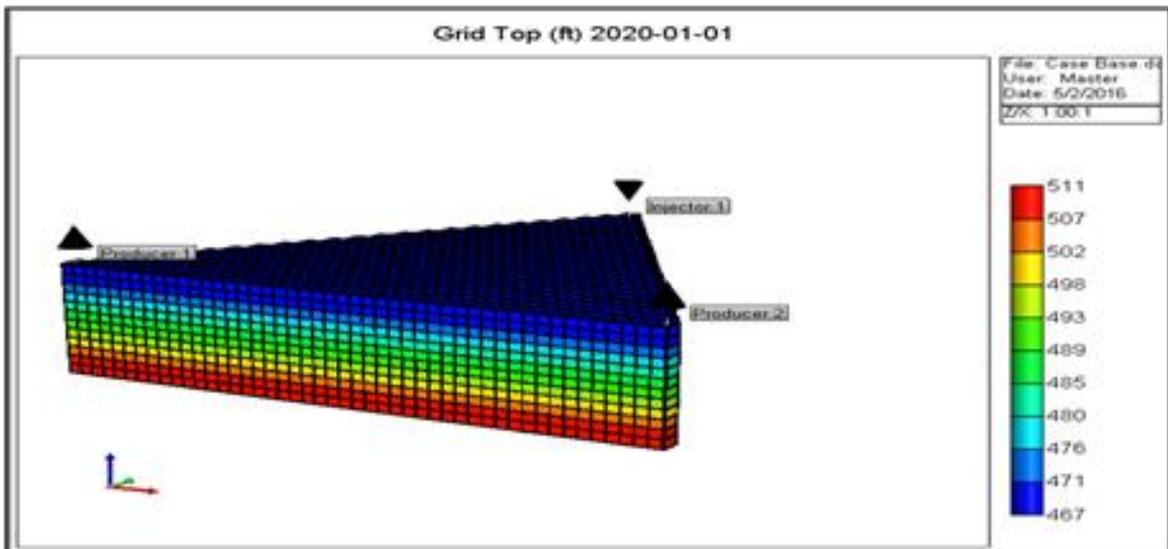
Penulis membuat model sintesis dengan asumsi bahwa setiap properti reservoir adalah homogen yang luas daerahnya 1,94 acres dan ketebalannya 48 feet. Jarak antara injektor dan produser dihitung otomatis sehingga didapatkan 180,3 feet. Tipe grid yang digunakan pada model reservoir ini adalah kartesian

dengan pola injeksi Steamflood Inverted 7-spot seperti yang terlihat pada gambar 2. Karena terbatasnya kemampuan komputer maka penulis menggunakan pola 1/6 inverted 7-spot yang terdiri dari satu sumur injeksi dan dua sumur produksi. Grid model reservoir ini adalah 47 x 24 x 12 yang terdiri dari 13.536 blok dan berbentuk segitiga.



Gambar 2. Pola Injeksi 1/6 Inverted 7-Spot

Puncak tertinggi model reservoir ada pada kedalaman 467 feet dari permukaan tanah. Model ini diasumsikan tidak mempunyai akuifer dan zona gas baik di bawah maupun di atas zona minyak. Gas tidak terdapat dalam sistem reservoir ini karena tekanan reservoir berada diatas tekanan delembung minyak. Ketebalan lapisan minyak pada model reservoir ini sebesar 4 feet yang terdiri dari 12 lapisan. Setiap lapisan mempunyai porositas dan permeabilitas seragam. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut:

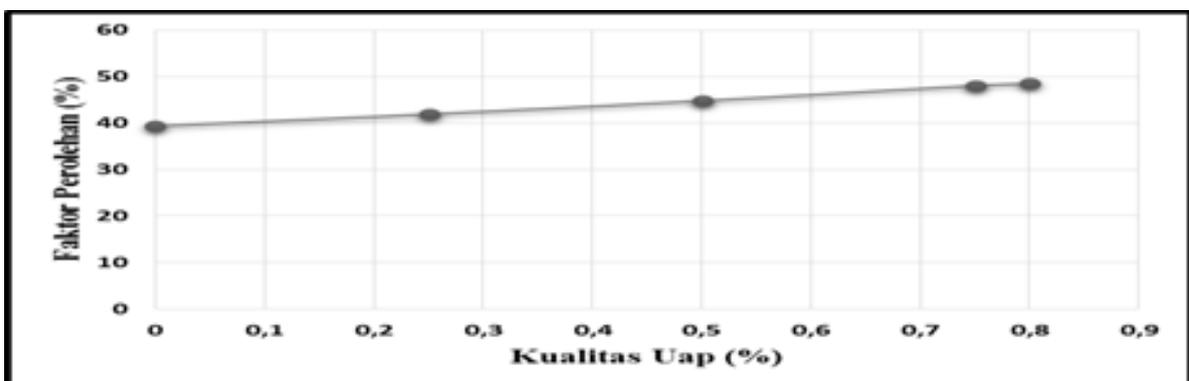


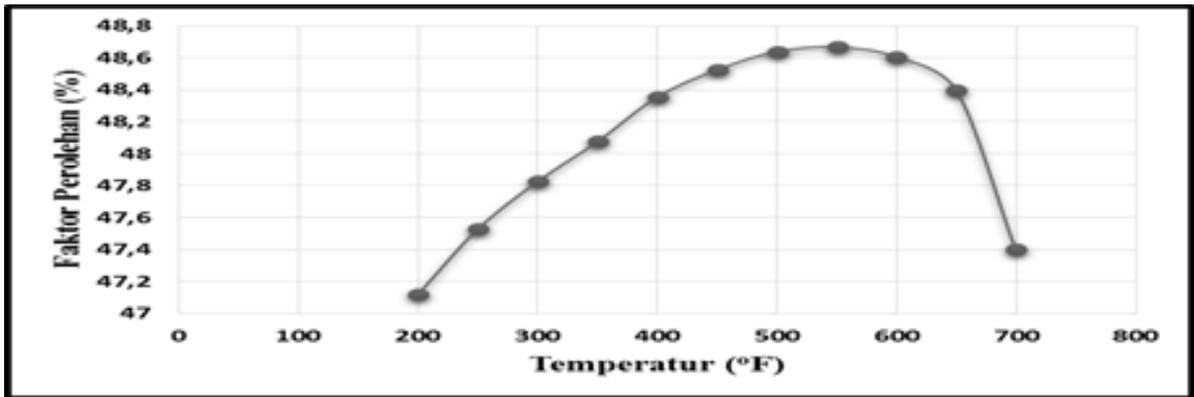
Gambar 3. Pola injeksi 1/6 Inverted 7-spot dalam bentuk tiga dimensi

Sensitivitas Kualitas Uap dan Temperatur

Setelah dilakukan sensitivitas temperatur dan kualitas uap maka diperoleh nilai kasus dasar yaitu 550 °F untuk temperatur injeksi dan 80% untuk kualitas uapnya. Tekanan dan laju injeksi dijaga konstan yaitu pada 400 Psi dan 50 bbl/day.

Hasil sensitivitas tersebut lebih rinci disajikan pada gambar 4, perolehan minyak akan semakin besar seiring meningkatnya nilai kualitas uap injeksi. Namun pada sensitivitas temperatur terlihat bahwa perolehan meningkat seiring naiknya temperatur uap dan turun kembali setelah temperatur melebihi 500 °F.



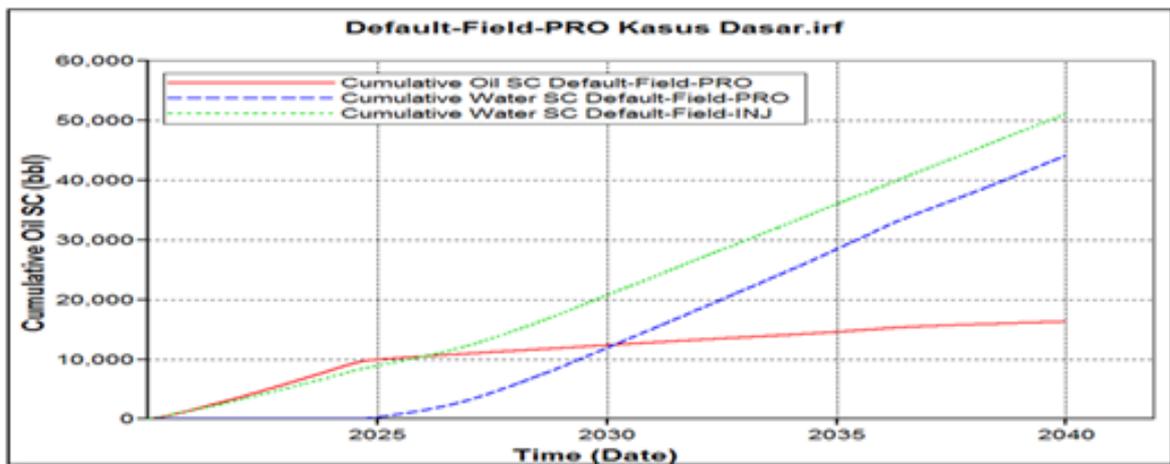


Gambar 4. Hasil sensitivitas kualitas dan temperatur

Kasus Dasar

Kasus dasar dibuat dengan memasukkan nilai maksimum hasil sensitivitas pada model reservoir yang ditetapkan. Properti reservoir dan fluidanya dijaga tetap, karena yang dioptimasi adalah kualitas injeksi dan waktu

injeksi. Berdasarkan hasil sensitivitas yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Hasil simulasi untuk kasus dasar tersebut setelah dijalankan selama 20 tahun adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Tampilan CMG kasus dasar

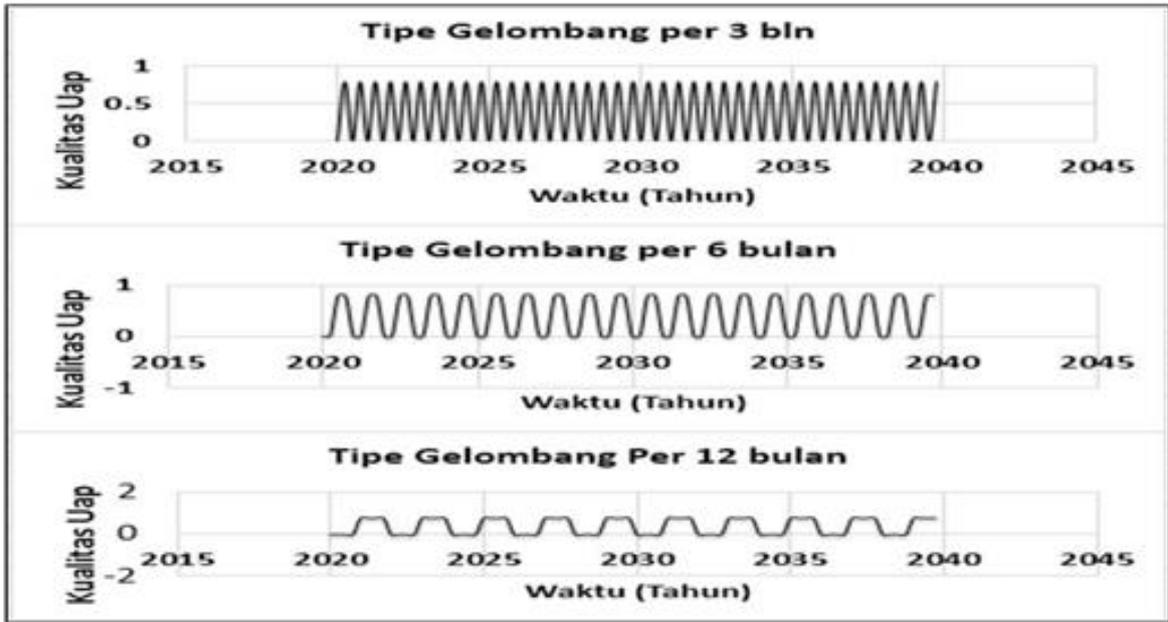
Tabel 1. Hasil Simulasi Kasus Dasar

Produksi Minyak Kumulatif (Mbbbl)	Produksi Air Kumulatif (Mbbbl)	Injeksi Air Kumulatif (Mbbbl)
16,32	44,16	51,15

Model Injeksi Kualitas Uap

Injeksi kualitas uap dibuat seperti gelombang, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh model gelombang terhadap efektifitas penyapuan. Selain itu dengan membuat siklus gelombang seperti ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan uap lebih besar.

Model gelombang yang telah dibuat dibedakan oleh durasi antar injeksi yang satu dengan yang berikutnya. Model gelombang tipe satu dibuat dengan durasi injeksinya per tiga bulan, tipe ke dua menggunakan durasi injeksi 6 bulan dan tipe ke tiga menggunakan durasi antar injeksinya selama 12 bulan atau satu tahun. Model gelombang ini dibuat dengan mempertimbangan bahwa reservoir tidak membutuhkan panas atau injeksi yang terus menerus karena kelebihan panas akibat injeksi akan dilepaskan ke lingkungan sehingga tidak efektif. Model injeksi kualitas uap tersebut dapat dilihat pada gambar 6 berikut:

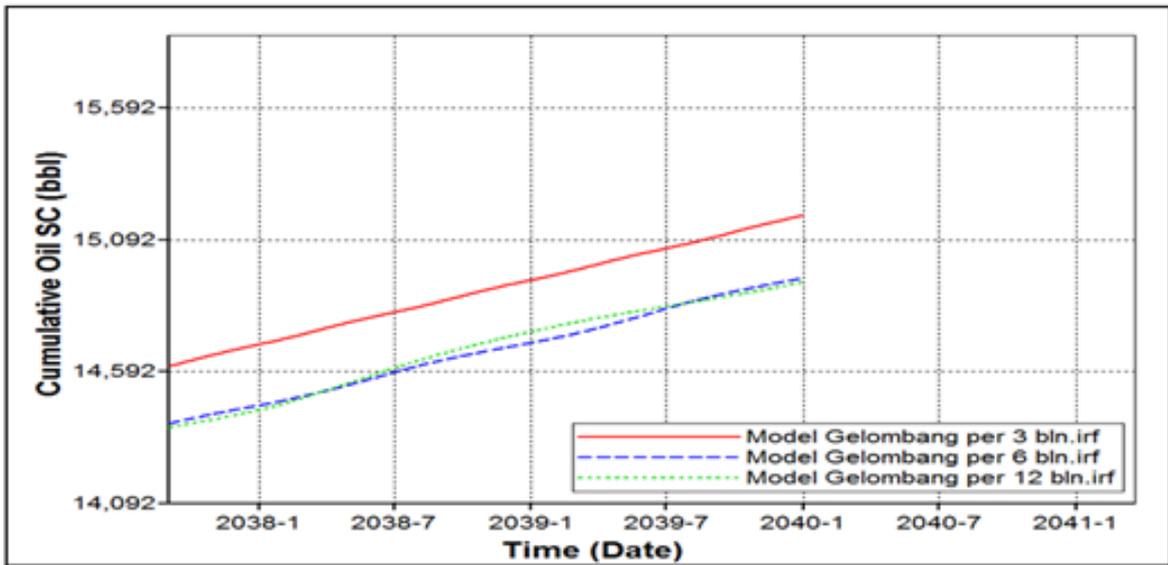


Gambar 6. Injeksi kualitas uap model gelombang

Hasil Optimasi Model Injeksi Uap

Sensitivitas model gelombang digunakan untuk melihat pengaruh injeksi kualitas uap jika dibuat gelombang terhadap perolehan. Selain itu digunakan juga

untuk melihat pengaruh interval waktu gelombang atau frekuensi terhadap perolehan minyak, hasilnya dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Tampilan CMG untuk Optimasi model gelombang

Tabel 2. Hasil sensitivitas model gelombang

Model Gelombang	Produksi Minyak Komulatif (Mbbl)
Per 3 bulan	15,18
Per 6 bulan	14,94
Per 12 Bulan	14,93

Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa injeksi dengan interval waktu yang kecil menghasilkan

perolehan yang besar. Hal ini dikarenakan apabila interval terlalu lama maka panas yang hilang ke Overburden dan Underburden akan semakin besar. Semakin sering melakukan injeksi maka perolehan akan semakin meningkat, karena uap yang diinjeksikan hanya kehilangan panas sedikit.

Kesimpulan

Optimasi yang dilakukan pada model gelombang membuktikan bahwa penggunaan uap kualitas tinggi dapat dikurangi hingga setengahnya namun produksi minyak juga ikut mengalami penurunan. Jika penggunaan kualitas uap tinggi ini berkurang maka biaya produksi uap juga akan turun. Uap dengan kualitas rendah mempunyai efisiensi pendesakan yang lebih besar, namun efisiensi penyapuannya lebih kecil. Sebaliknya terjadi pada uap kualitas tinggi yang mempunyai efisiensi penyapuan lebih besar dan efisiensi pendesakan kecil. Kedua sifat kualitas uap ini jika dikolaborasi dapat menghasilkan perolehan yang lebih besar dan penggunaan uap kualitas tinggi yang lebih sedikit.

Daftar Pustaka

- [1] Canas, R.M.M., dan Navarro, M.S.F, New Heat-Management Model for Steamflood Processes, Paper *Society of Petroleum Engineers*, 2014, SPE-171100-MS.
- [2] Damanik, R.A. (2010): Prediksi Kinerja Steamflood dengan Metoda Myhill-Stegemeir dan Goma di Area “RAD” dari Steamflood (DSF), *Tugas Akhir Program Sarjana*, Universitas Islam Riau, 2010, 21-29.
- [3] Makkatutu, B, Studi Komprehensif Terhadap Sistem Pengaturan Panas Pada Injeksi Steam di Lapangan Minyak Berat Studi Kasus Lapangan “X” Area-D, *Tesis Program Master*, Universitas Indonesia, 2009, 5-9.
- [4] Rizkallah, M., Alfy, S.A., Baste, G.S., Ghaleb, A.A., dan Kortam, W.T, Optimized Steam Pulse Injection (SPI) in a Carbonate Reservoir: Issaran Egypt Field Trial, *Society of Petroleum Engineers*, 2014, SPE-172877-MS.