



**Jurnal Ilmu Kebumian**

# **Teknologi Mineral**

---

ISSN 0854 - 2554

Volume 24 Nomor 2, Mei-Agustus 2011

---

**Ilmu Dan Teknologi Kebumian Dalam Kurikulum Pendidikan Tinggi Non  
Kebumian**

**Kajian Perbandingan Sensitivitas Konfigurasi Wenner Dan Wenner-schlumberger.  
Studi Kasus : Pendugaan Lapisan Batubara**

**Penggunaan Metode *Limited Entry Hole Steamflood* Untuk Perbaikan Distribusi  
Uap Pada Reservoir Berlapis**

**Hubungan Antara Harga Salinitas Air Formasi Dengan Lingkungan Pengendapan  
Pada Lapangan Minyak "milan"**

**Evaluasi Properties Rheologi Ltobm (*low Toxid Oil Base Mud*) Pada Sumur Rd-1  
Dan Rd-2 Untuk Menentukan Cost Pada Sumur Rd-x Lapangan Tunu**

**Study Of The Baturaja Formation Well Sw-1, North West Java Basin Based On  
Wireline Log Data And Its Implication For The Petroleum System**

**Pengaruh Barrier Dalam Pengurusan Minyak Berat Dengan Model 2d Sagd**

**Potensi Dan Pemanfaatan Bahan Galian Bentonit  
Di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah**

**Skenario Untuk Meningkatkan Produksi Lapangan Sukowati**

**Pengendalian Erosi Dan Limbah Di Pertambangan Dengan Sistem Vetiver**

**Analisis Ekonomi Pengusahaan Komoditas Tambang Prospektif Batu Andesit Di  
Daerah Gerbosari, Kecamatan Samigaluh , Kabupaten Kulonprogo**

---



Jurnal Ilmu Kebumihan  
**Teknologi Mineral**

**PENANGGUNG JAWAB**

Dr. Ir. S. Koesnaryo, M.Sc., IPM  
Dekan Fakultas Teknologi Mineral  
UPN "Veteran" Yogyakarta

**PENGARAH**

Dr. Ir. Dyah Rini Ratnaningsih, MT.

**KETUA REDAKSI**

Dr. Ir. Jatmika Setiawan, MT.

**WAKIL REDAKSI**

Mth. Kristiati EA., ST., MT.

**REVIEWER/PENYUNTING AHLI**

Prof. Dr. Ir. Sutanto, DEA (T. Geologi), Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. (T. Geologi)  
Dr. Ir. Barlian Dwi Nagara, MT (T. Pertambangan), Dr. Ir. Singgih Saptono, MT (T. Pertambangan)  
Dr. Ir. Dyah Rini Ratnaningsih, MT (T. Perminyakan), Ir. Anas Puji Santoso, MT (T. Perminyakan)  
Ir. Andi Sungkowo, M.Si (T. Lingkungan), Dr. Ir. Suharsono, MT (T. Geofisika)

**EDITOR PELAKSANA**

Dr. Ir. Eddy Winarno, MT., S.Si.  
Johan Danu Prasetya, S.Kel., M.Si.

**SEKRETARIS**

Teddy Agung Cahyadi, ST., MT.  
Jaka Purwanto, ST., M.Si.

**BENDAHARA**

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, MT.  
Margono, SE.

**PELAKSANA (BAG. DESAIN)**

Ika Wahyuning Widiarti, S.Si., M.Eng.  
Dewi Asmorowati, ST.

**PELAKSANA (TEKNIS)**

Rusdiyono, Eko Widiyarto, Budi Iriyanti, Ferry Setiawan, ST

**PENERBIT**

Fakultas Teknologi Mineral - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
*JIK Tek Min* terbit secara berkala setiap caturwulan

**ALAMAT REDAKSI / TATA USAHA**

Fakultas Teknologi Mineral, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta 55283  
Telp. (0274) 487813, 487814 Fax. (0274) 487813,  
E-mail : jiktm@gmail.com

**DICETAK OLEH**

Percetakan ALBIFA Yogyakarta  
Isi di luar Tanggung Jawab Percetakan

Jurnal Ilmu Kebumian  
**Teknologi Mineral**

DAFTAR ISI

<b>Ilmu Dan Teknologi Kebumian Dalam Kurikulum Pendidikan Tinggi Non Kebumian</b> S. Koesnaryo .....	1 - 4
<b>Kajian Perbandingan Sensitivitas Konfigurasi Wenner Dan Wenner-schlumberger.</b> <b>Studi Kasus : Pendugaan Lapisan Batubara</b> Suharsono .....	5 - 10
<b>Penggunaan Metode <i>Limited Entry Hole Steamflood</i> Untuk Perbaikan Distribusi Uap Pada Reservoir Berlapis</b> Harry Budiharjo S. ....	11- 18
<b>Hubungan Antara Harga Salinitas Air Formasi Dengan Lingkungan Pengendapan Pada Lapangan Minyak "milan"</b> Sugeng Widada dan Bambang Triwibowo .....	19 - 28
<b>Evaluasi Properties Rheologi Ltobm (<i>low Toxid Oil Base Mud</i>) Pada Sumur Rd-1 Dan Rd-2 Untuk Menentukan Cost Pada Sumur Rd-x Lapangan Tunu</b> P. Subiatmono ; AX. Iwan Nugroho ; LD. Reza Humardhani .....	29 - 34
<b>Study Of The Baturaja Formation Well Sw-1, North West Java Basin Based On Wireline Log Data And Its Implication For The Petroleum System</b> Sugeng Widada .....	35 - 52
<b>Pengaruh Barrier Dalam Pengurusan Minyak Berat Dengan Model 2d Sagd</b> Suranto .....	53 - 64
<b>Potensi Dan Pemanfaatan Bahan Galian Bentonit Di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah</b> Sutarto, Bambang Mandala Putra dan Helmy Murwanto .....	65 - 74
<b>Skenario Untuk Meningkatkan Produksi Lapangan Sukowati</b> Suwardi .....	75 - 82
<b>Pengendalian Erosi Dan Limbah Di Pertambangan Dengan Sistem Vetiver</b> Bambang Wisaksono .....	83 - 90
<b>Analisis Ekonomi Pengusahaan Komoditas Tambang Prospektif Batu Andesit Di Daerah Gerbosari, Kecamatan Samigaluh , Kabupaten Kulonprogo</b> Anton Sudyanto, Sudaryanto .....	91 - 104

## PENGARUH BARIER DALAM PENGURASAN MINYAK BERAT DENGAN MODEL 2D SAGD

Suranto

Prodi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

### ABSTRACT

Crude oil is not renewable resources so that its quantity will decrease. Currently, crude oil exploitation has led to reserve oil which is difficult to be done naturally because the condition is impossible, for example heavy oil. Heavy oil has high viscosity, more than 500.000 cp at 60°F, so that using of the primary recovery method is not possible. One of the methods to produce this oil type is to use steam injection with SAGD method (steam assisted gravity drainage).

SAGD method needed one well injection and one well production. The gravity force would make the steam going to up and the oil going to down therefore this process can run due to difference density. This research used CMG simulator, especially STARS module. The first step was to build base case model and the second step was to make sensitivity base case with simple barrier and complex barrier.

Result of this research showed that the simple barrier and complex barrier had the same effect, i.e. the recovery factor would be 65%. The other hand, the barrier with long distance which was covering the growth of vertical steam would increase recovery factor in the first production period because the steam would grow up to sideway. But at the end of production period, the recovery factor had only 1% of difference so the effectiveness is the same. The recovery factor would have difference about 10% between the model with existing barrier and no barrier.

### SARI

Minyak bumi adalah sumber daya alam yang tidak terbaharukan sehingga secara kuantitas akan mengalami penurunan. Eksploitasi minyak bumi pada saat ini sudah mengarah pada cadangan minyak yang secara alamiah susah dilakukan produksi karena kondisinya yang tidak memungkinkan, misalnya minyak berat. Minyak berat mempunyai viskositas tinggi, yaitu viskositas lebih dari 500,000 cp pada suhu 60°F, sehingga dengan metoda *primary recovery* tidak mungkin dilakukan. Salah satu cara untuk memproduksi minyak jenis ini adalah dengan injeksi uap dengan metode *Steam Assisted Gravity Drainage* (SAGD).

Metode SAGD memerlukan satu sumur injeksi dan satu sumur produksi. Gaya gravitasi dimanfaatkan ketika menginjeksikan uap, dimana uap cenderung naik keatas dan minyak turun kebawah yang disebabkan perbedaan densitas. Dalam penelitian ini menggunakan simulator CMG jenis modul STARS. Tahapan penelitian dengan Langkah pertama adalah membuat model base case dan selanjutnya membuat sensitivitas terhadap barrier sederhana dan barrier kompleks.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa barrier sederhana dan barrier kompleks akan mempunyai dampak yang sama, yaitu akan mempunyai *recovery factor* sebesar 65%. Di sisi lain, barrier yang memanjang sehingga menutupi daerah perkembangan uap secara vertical akan berdampak pada *recovery factor* diawal lebih tinggi karena uap berkembang menyamping. Tetapi diakhir produksi *recovery factor* hanya berbeda sebesar 1% saja, sehingga secara efektif mempunyai dampak yang sama. Ada perbedaan *recovery factor* sebesar 10% antara model ada barriernya dengan model yang tidak ada barriernya.

Kata kunci : uap, SAGD, barrier dan *recovery factor*

### 1.PENDAHULUAN

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia, maka eksplorasi minyak bumi sudah merambah pada minyak berat. Minyak berat yang dimaksud adalah termasuk Oil sand,

bitumen dan minyak berat lain yang secara alamiah tidak bisa diproduksi karena mempunyai viskositas yang sangat tinggi (lebih dari 500,000 cp). Menurut diagram *Resource Triangles* dari Holdith<sup>1)</sup> seperti yang terlihat

pada Gambar 1, maka dapat dilihat bahwa minyak berat termasuk dalam kategori medium dalam skala kemudahan, sehingga untuk mengeksploitasi minyak jenis ini diperlukan modal dan keahlian yang cukup tinggi.

Studi tentang minyak berat ini (heavy oil) sudah banyak dilakukan baik dalam skala laboratorium, pemodelan reservoir (numerik) atau skala lapangan. Adapun penelitian ini dimaksudkan untuk menambah perbendaharaan pengetahuan dan wawasan yang berkenaan dengan minyak berat dan kondisi barrier.

## 2. LANDASAN TEORI

Pengurusan minyak berat dengan proses “Steam Assisted Gravity Drainage” atau sering disingkat dengan SAGD merupakan metode pengurusan yang memanfaatkan gaya berat minyak itu sendiri. Minyak dengan densitas 10 API, maka akan mempunyai densitas yang sama dengan air. Reservoir minyak dengan kondisi seperti itu dan diinjeksi dengan steam yang mempunyai densitas jauh lebih ringan dibandingkan dengan air, maka kecenderungan steam akan naik ke atas dan minyak akan turun kebawah. Proses inilah yang kemudian disebut sebagai *Gravity Drainage*. Gambar 2 merupakan konsep dari fenomena tersebut.

Metode SAGD pertama kali diteliti oleh Butler pada tahun 1981<sup>4)</sup>. Percobaan menggunakan skala laboratorium, yaitu berupa lempeng kaca dengan ukuran panjang 29 cm dan tinggi 12 dan tebal 2.5 cm dan diisi oleh butiran-butiran kaca. Butiran-butiran kaca dianggap sebagai batuan reservoir dan kemudian diisi oleh minyak berat dengan densitas 10 API. Model dibuat dua sumur horizontal, yang terdiri dari sumur injeksi (dibagian atas) dan sumur produksi dibagian bawah. Sumur injeksi digunakan untuk menginjeksikan uap dengan harapan, uap akan naik keatas sehingga bisa memanasi reservoir bagian atas. Pemanasan reservoir pada bagian atas, dimana minyak dengan densitas yang lebih berat dari uap akan cenderung untuk turun kebawah menuju sumur produksi. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan dari penelitian tersebut, maka perkembangan pendesakan uap terhadap minyak dapat dikelompokkan menjadi dua tahapan. Tahapan pertama adalah pendesakan secara

vertikal. Pendesakan ini di mulai dari awal injeksi hingga steam menyebar ke seluruh reservoir. Pada tahapan ini laju produksi cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Sedangkan tahapan kedua adalah pendesakan lateral. Tahapan ini dimulai setelah uap telah menjenuhi seluruh reservoir. Pendesakan yang terjadi hanya pada arah lateral karena minyak yang berada di tengah-tengah chamber uap sudah terproduksi. Oleh sebab itu trend produksi pada tahapan ini mengalami penurunan (decline). Karakteristik produksi minyak pada tahapan pertama dan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.

## 3. METODOLOGI

Pemodelan 2-D SAGD dibuat dengan menggunakan software CMG – STARS. Data yang digunakan dalam pemodelan ini diambil dari modelnya K. Aziz<sup>8)</sup>. Kelengkapan data yang lain menggunakan data hipotetik dengan memperhatikan harga yang masuk akal.

Langkah yang pertama dilakukan adalah membuat model dasar (base case model). Kemudian model dijalankan dengan mengoptimalkan laju injeksi uap, posisi sumur dan data teknik sumur, seperti Pwf, Qi, Qinj, Pinj dan batasan SOR. Setelah model base case sudah optimum maka dilakukan sensitivitas terhadap barrier. Sensitivitas tersebut dibuat dengan kasus yang ringan dan kasus yang kompleks. Hasil dari masing-masing skenario kemudian dilakukan analisa.

## 4. Pemodelan 2-D SAGD

Pemodelan 2-D SAGD ini digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap penampang vertical, yaitu sumbu x dan z. Sedangkan penampang horizontal (sumbu y) dianggap seragam. Alasan dilakukannya pengamatan secara vertical adalah bahwa pada proses pendesakan dengan metode SAGD pendesakan berlaku adalah atas-bawah, sehingga bagian horizontal dianggap konstan.

Tabel 1. adalah serangkaian data yang digunakan dalam model ini. Model terdiri dari 760 grid, dimana 20 grid vertical, 19 grid horizontal dan 2 grid ketebalan horizontal. Gambar 5 adalah permeabilitas relative minyak-air dan minyak gas. Meskipun minyak

diasumsikan sebagai “*dead oil*” tetapi untuk keperluan perhitungan tetap harus menggunakan permeabilitas relatif minyak-gas karena simulator yang digunakan adalah tiga fase.

Sumur injeksi berada di layer ke-3 dan sumur produksi berada pada layer ke-5 dan jarak antar sumur sebesar 20 ft (Gambar 6). Tekanan injeksi uap maksimum sebesar 1000 psi dan tekanan alir dasar sumur (Pwf) minimum sebesar 200 psi. Dengan tekanan sebesar itu, sumur dianggap mampu untuk diproduksi dengan pompa.

## 5. DISKUSI

Hasil inisialisasi model didapatkan cadangan minyak awal = 25.6 MSTB dan cadangan air awal = 11 MSTB. Model base case di *run* selama 7 tahun sesuai dengan standard hasil studi Butler<sup>4)</sup>. *Recovery factor* didapat sebesar 76% sehingga model dianggap telah benar karena pengurasan minyak dengan cara seperti ini umumnya *recovery factor* mencapai lebih dari 60% hingga akhir dari penginjeksian<sup>4)</sup>. Selain itu pengurasan jenis ini akan membentuk chamber uap yang menyerupai segitiga terbalik dengan sudut bawah merupakan sumur produksi. Gambar 7 adalah distribusi temperatur dari masing-masing periode waktu injeksi. Gambar 7b. merupakan distribusi temperatur ideal dalam sistem pengurasan dengan SAGD dimana dalam kondisi ini laju produksi yang diperoleh maksimum. Efek dari temperatur tersebut akan diikuti dengan perubahan distribusi saturasi minyak, dimana bagian yang bertemperatur tinggi, minyak akan terkuras lebih banyak (Gambar 8).

Setelah model base case dianggap benar maka dilakukan sensitivitas terhadap barrier. Tujuan dari sensitivitas ini adalah untuk melihat seberapa jauh pengaruh dari barrier tersebut. Gambar 9. menunjukkan kondisi barrier dari masing-masing skenario. Barrier pada skenario satu dibuat dengan selang-seling antar grid. Tujuan dari pembuatan barrier jenis ini adalah bahwa seolah-olah reservoir diselingi dengan shale secara merata, tetapi shale tersebut tidak menerus. Hal yang sama dilakukan pada skenario dua dan tiga. Perbedaan dari ketiga skenario tersebut terletak pada panjang barrier. Tetapi secara kumulatif jumlah barrier didalam model tetap sama. Demikian juga terhadap skenario

empat. Skenario empat mempunyai barrier yang paling panjang sehingga keberadaannya menutupi hingga diatas sumur injeksi dan produksi. Tujuan dari skenario ini adalah bahwa reservoir telah didapati shale yang panjang sehingga sebagian akan menutupi jalannya uap untuk membentuk sistem uap yang ideal dalam pengurasan dengan SAGD.

Dari empat skenario barrier yang telah dibuat dapat dilihat bahwa barrier 1 hingga 3 mempunyai kemiripan terhadap distribusi temperatur. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10, 12 dan 14. Demikian juga terhadap distribusi saturasi minyak. Gambar 11, 13 dan 15 terlihat bahwa hanya bagian barrier saja minyak tidak dapat terkuras, tetapi bagian yang mempunyai permeabilitas tinggi tidak terpengaruh dengan adanya barrier tersebut. Secara umum bisa dikatakan bahwa perlapisan barrier yang tidak ekstrim, tidak begitu berpengaruh terhadap perkembangan uap, baik secara vertikal maupun secara horizontal. Sedangkan untuk skenario barrier 4 (gambar 16 dan 17) dapat dilihat bahwa perjalanan uap akan mengikuti alur dari celah antar barrier. Perkembangan uap selain tumbuh kearah vertikal, juga tumbuh kearah horizontal. Perbedaan kearah horizontal inilah yang menyebabkan di awal produksi (Gambar 18) mempunyai laju produksi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ketiga skenario sebelumnya (scenario barrier 1, 2 dan 3). Tetapi pada akhir masa produksi, barrier 4 mempunyai laju produksi yang lebih rendah bila dibandingkan tiga barrier sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh terhalangnya aliran minyak secara vertikal yang diakibatkan oleh barrier yang ekstrim tadi. Sehingga dapat dikatakan bahwa barrier yang ekstrim akan memberikan perkembangan uap lebih mudah kearah horizontal dibandingkan kearah vertikal. Perkembangan uap secara horizontal akan berefek kepada laju produksi awal akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan efek perkembangan uap secara vertical.

Dari hasil perbandingan produksi uap dan minyak (SOR) ternyata ketiga skenario barrier di awal mempunyai kecenderungan yang sama. Sedangkan scenario barrier 4 diawal produksi relatif lebih rendah, tetapi diakhir produksi relatif lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh

perbandingan perkembangan uap secara vertikal dan horizontal yang berbeda.

Pada akhir periode produksi ternyata dari keempat skenario barrier mempunyai *recovery factor* yang tidak jauh berbeda. Barrier 1 hingga 3 mempunyai nilai yang hampir sama yaitu sebesar 65%, sedangkan barrier 4 lebih rendah sedikit, yaitu sebesar 64%. Secara rata-rata barrier sangat berpengaruh terhadap *recovery factor* dalam pengurusan minyak berat, untuk kasus ini akan mengurangi *recovery factor* sebesar 10%.

## 6. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Keberadaan barrier yang tidak ekstrim tidak mempengaruhi pertumbuhan uap secara vertikal atau horizontal.
2. Barrier yang ekstrim akan membuat pertumbuhan uap kearah horizontal lebih mudah bila dibandingkan secara vertikal.
3. Keberadaan barrier yang ekstrim atau tidak ekstrim susunannya, akan mengurangi sekitar 10% dari *recovery factor* minyak.

## DAFTAR SIMBOL

SAGD : Steam assisted gravity drainage

2-D : 2-Dimensi

API : American Petroleum Instituts

Pwf : Tekanan alir dasar sumur

SOR : Steam oil ratio

Ql : Laju produksi liquid

Qinj : laju injeksi

Pinj : Tekanan injeksi

## 7. DAFTAR PUSTAKA:

Holditch SA, The Role of 10Cs and NOCs in Developing Unconvensional Oil and Gas Reservoir, Texas A&M University, 2003.

T. Okazawa, “Impacts of Concetration Dependence of Diffusion Coefficient on VAPEX Drainage Rates”,Japan Canada Oil Sands Limited, University of Calgary, SPE : 2007-EA-P.

A.M. Albahlani, et. All. “A Critical Review of the Status of SAGD: Where Are and

What is Next?”, University of Alberta, SPE : 113283, 2008.

R.M. Butler, “Thermal Recovery of Oil and Bitumen”, Department of Chemical and Petroleum Engineering University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada, 2004.

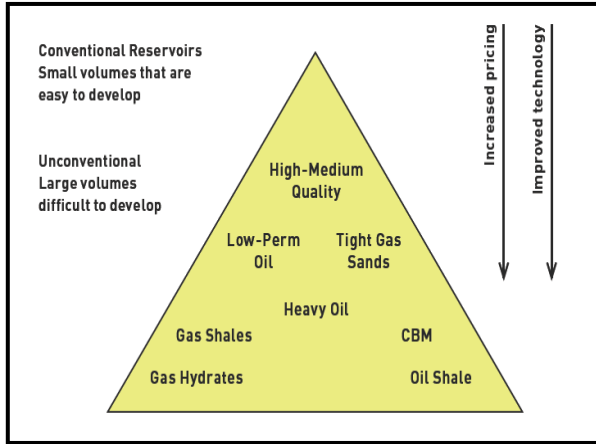
R.M. Betler and D.J. Stephens, “The gravity Drainage of steam-heated heavy oil to parallel horizontal wells, Esso Resources Canada Limited, Calgary, Alberta, The Journal Canadian Petroleum, 1981.

P.E. Llaguno. et. all., “A Reservoir Screening Methodology for SAGD Applications”, SPE : paper 2002-124, 2002.

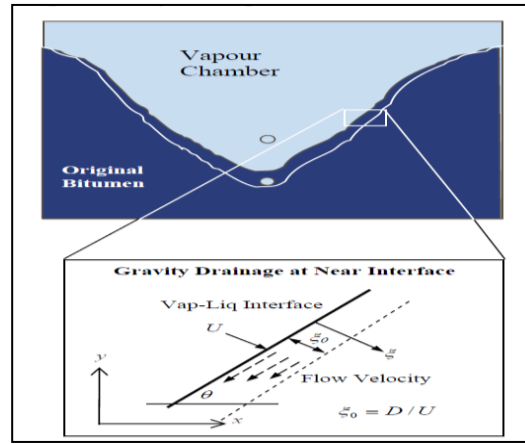
R.O Baker, et. All., “ Key Parameters in Steam Chamber Development, Canadian Society for Unconventional Gas”, SPE:138133, 2010.

K. Aziz, “Fourth SPE Comparative Solution Project : Comparison of steam Injection Simulators, Stanford U, SPE paper, 1987.

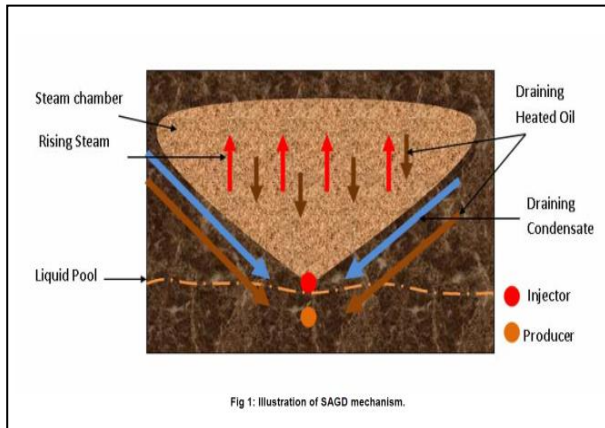
M. Ashrafi et. All. ,”Study of 2-D SAGD Experiment and Sensitivity Analysis of Laboratory parameters”, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SPE : 144582, 2011.



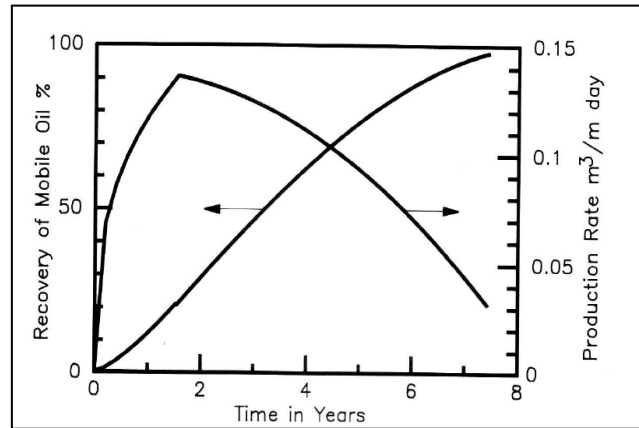
Gambar 1. Resource triangles <sup>1)</sup>



Gambar 2. Konsep dari Proses Gravity Drainage <sup>2)</sup>



Gambar 3. Ilustrasi dari mekanisme SAGD <sup>3)</sup>

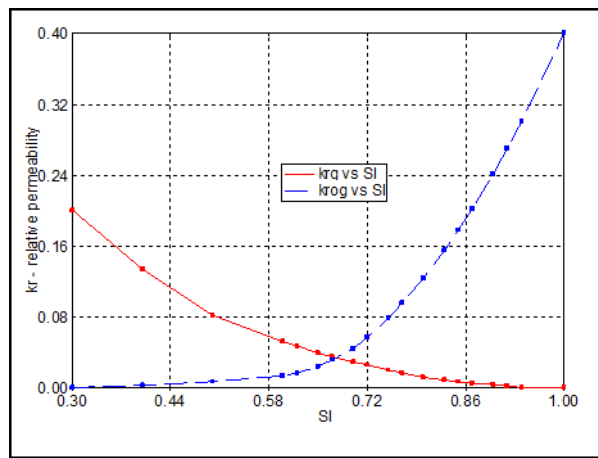
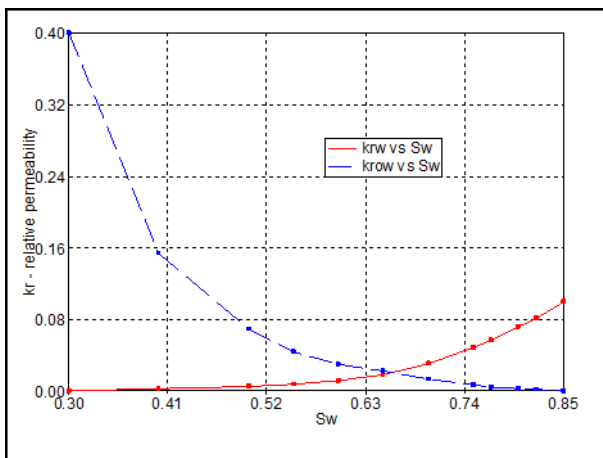


Gambar 4. Karakteristik produksi pada saat pendesakan vertical dan horizontal <sup>4)</sup>

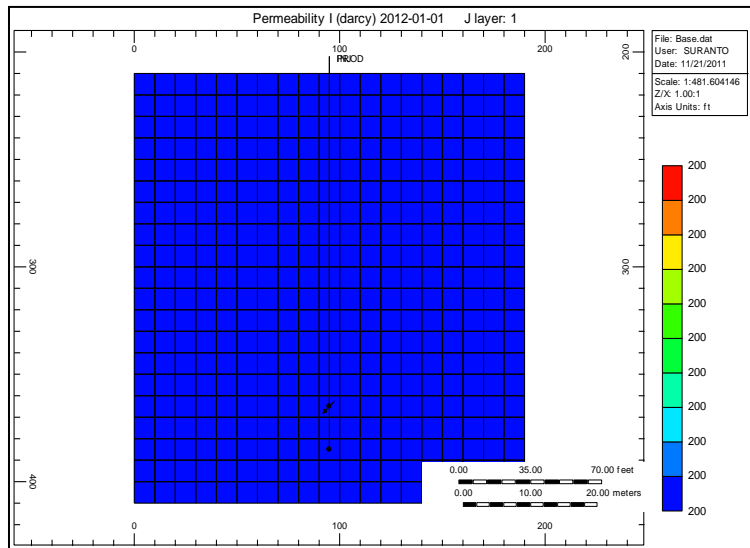


Tabel 1.  
Data yang dibutuhkan untuk pemodelan 2-D SAGD

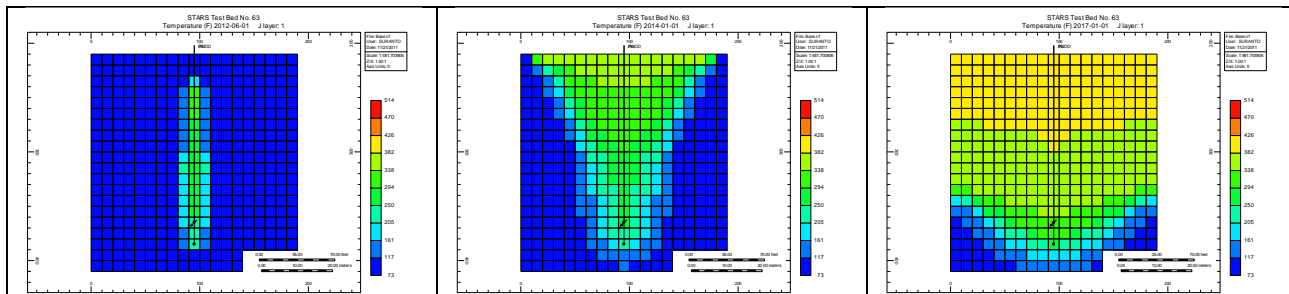
Parameter	Nilai
Porosity (fraksi)	0,25
Permeability (mD)	200
Saturasi air (fraksi)	0,30
Ketebalan reservoir (ft)	200
Temperatur reservoir (°F)	75
Tekanan reservoir (psi)	350
Densitas minyak (°API)	13
Lebar reservoir (ft)	190
Panjang reservoir (ft)	20
Diameter sumur , in	3.5
<i>Thermal conductivity Overburden and underburden (BTU/ft/day/°F)</i>	24,6
<i>Thermal Diffusivity (ft<sup>2</sup>/day)</i>	0.6566
Laju injeksi uap (bbl/day)	15
Temperatur uap (°F)	450



Gambar 5.  
Permeabilitas Minyak-air dan Minyak gas

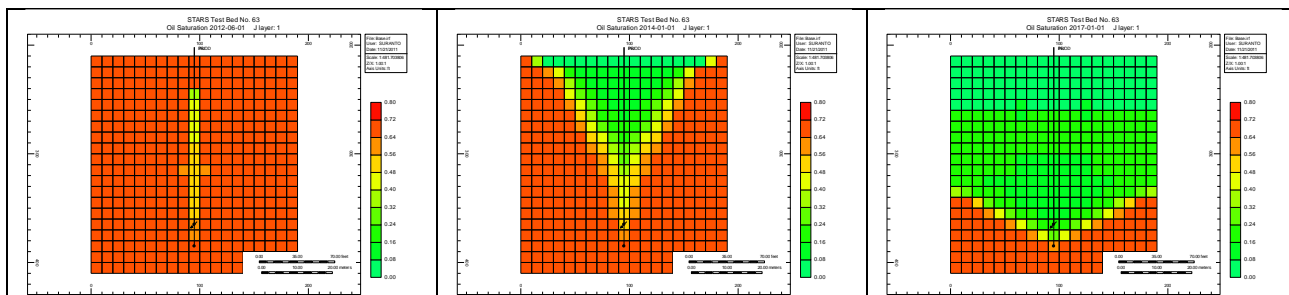


Gambar 6.  
Model *base case*



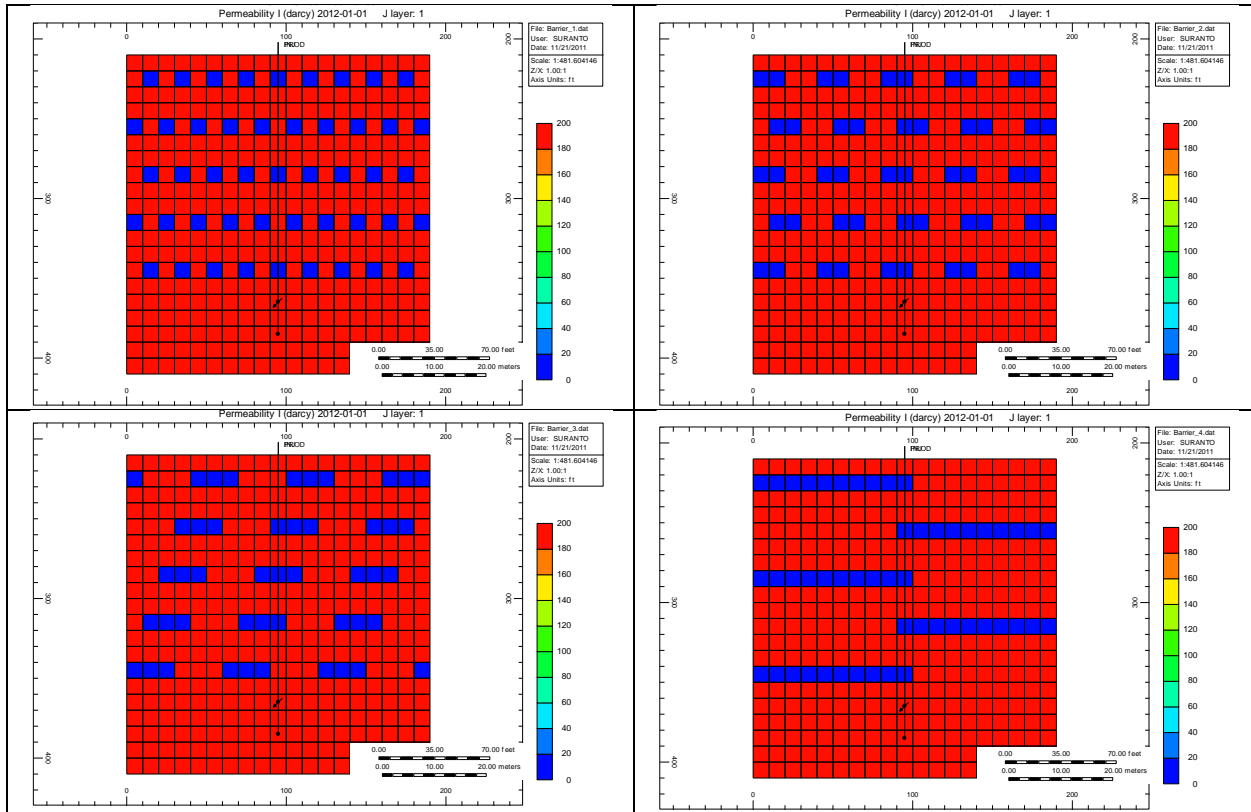
Gambar 7.

Distribusi temperatur pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario *base case*

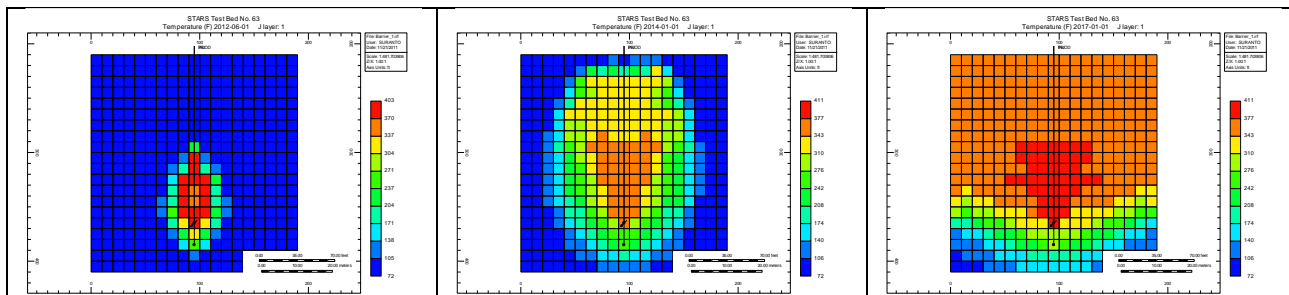


Gambar 8.

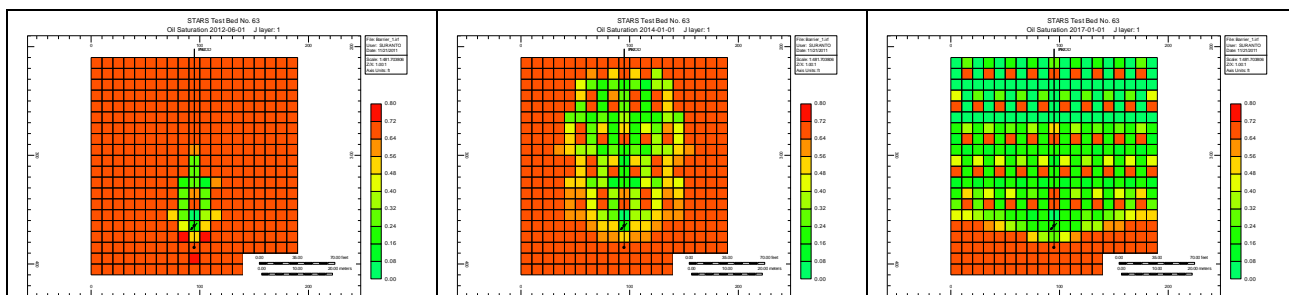
Distribusi saturasi minyak pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario *base case*



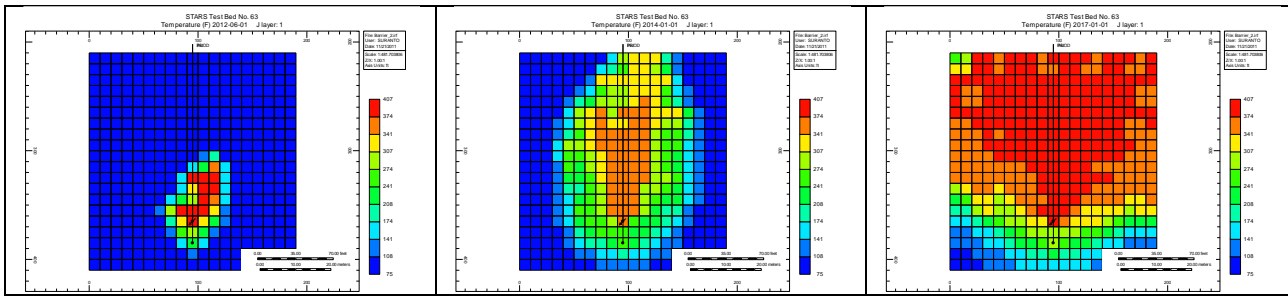
Gambar 9.  
Kondisi Barrier pada masing-masing skenario



Gambar 10.  
Distribusi temperatur pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario barrier 1

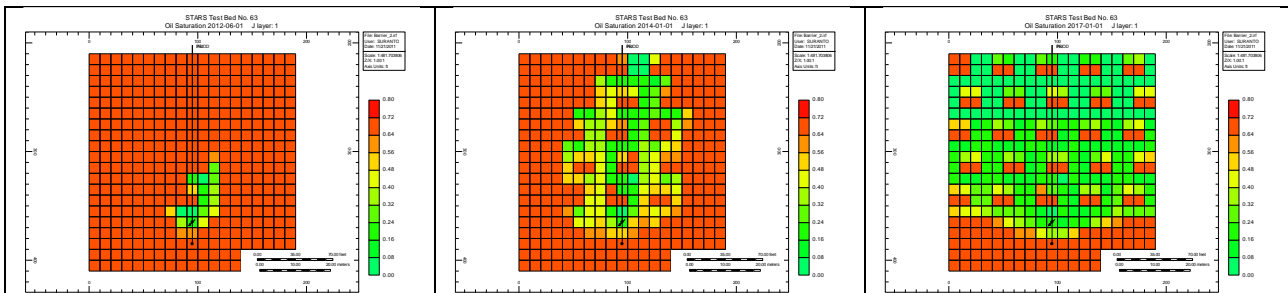


Gambar 11.  
Distribusi saturasi minyak pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario barrier 1



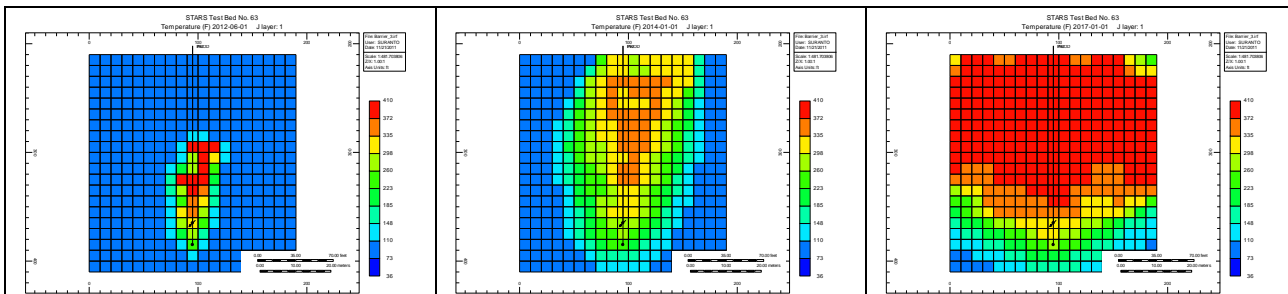
Gambar12.

Distribusi Temperatur pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario Barrier 2



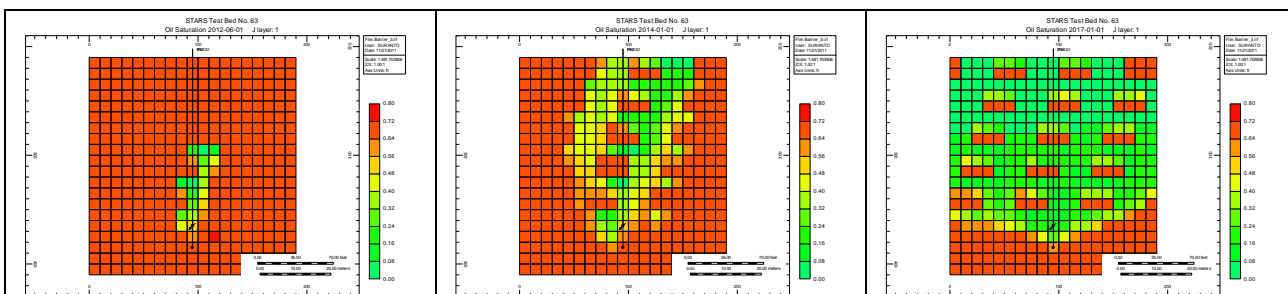
Gambar 13.

Distribusi saturasi minyak pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario Barrier 2



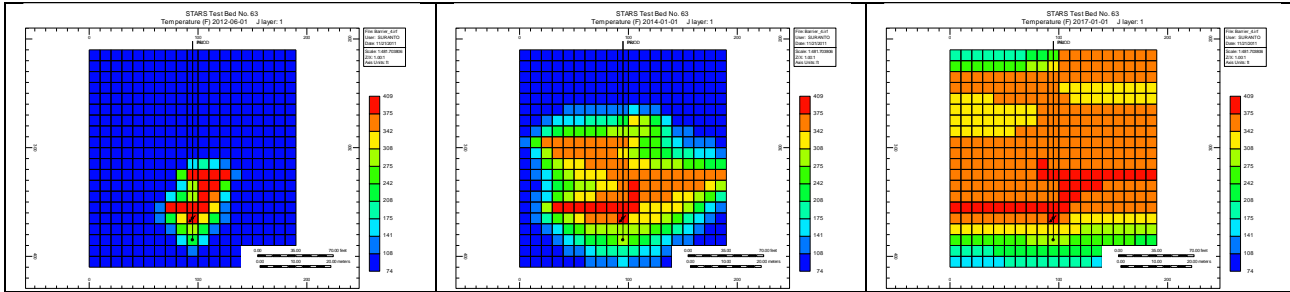
Gambar 14.

Distribusi temperatur pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario Barrier 3



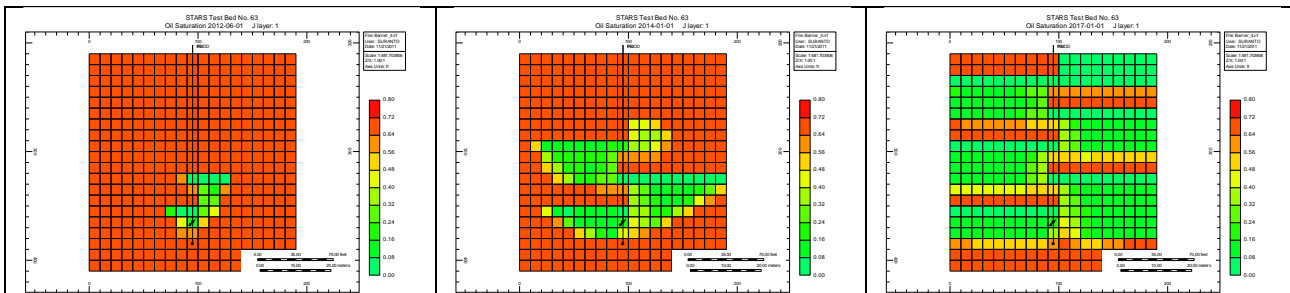
Gambar 15.

Distribusi saturasi minyak pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario Barrier 3



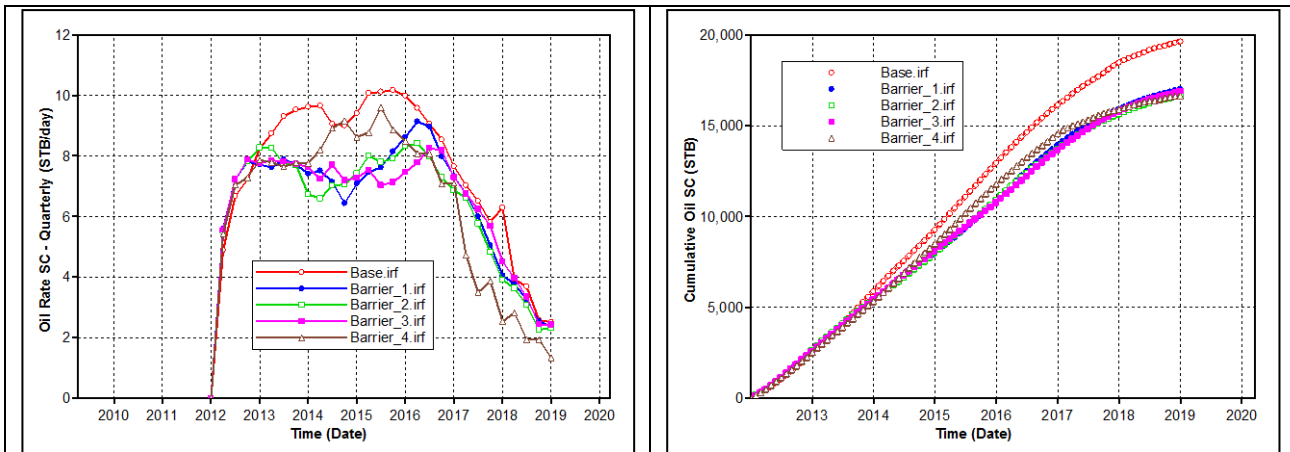
Gambar 16.

Distribusi temperatur pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario barrier 4



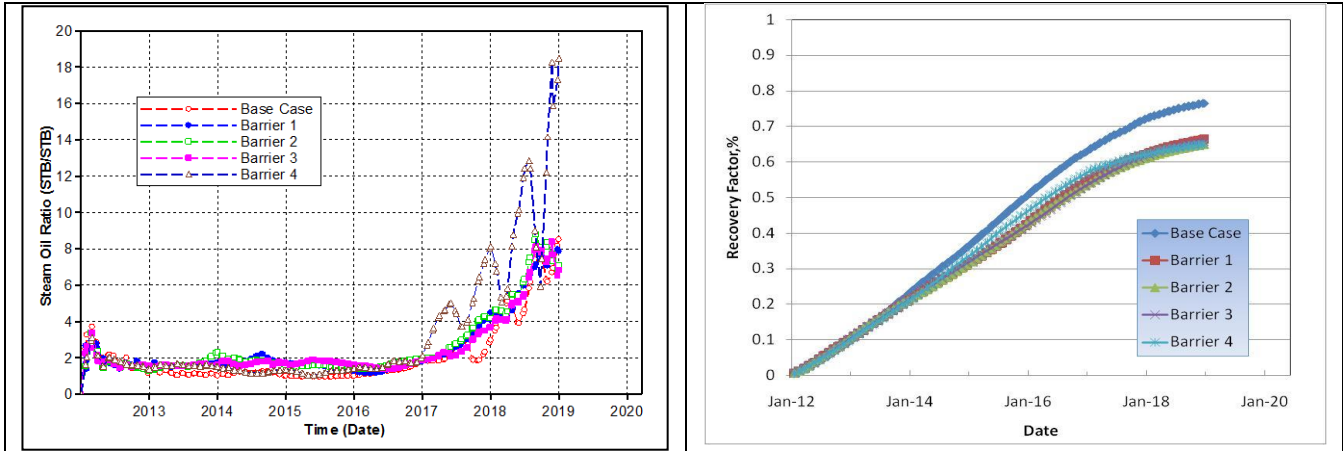
Gambar 17.

Distribusi saturasi minyak pada saat 6 bulan (a), 2 tahun (b) dan lima tahun (c) pada skenario Barrier 4



Gambar 18.

Perbandingan Laju Produksi dan Produksi Kumulatif minyak masing-masing tipe Barrier



Gambar 19.  
Perbandingan uap dan minyak dan *Recovery Factor* dari masing-masing tipe Barrier