

**ANALISA *FRACTIONAL FLOW* & CO LOG UNTUK EVALUASI
PERUBAHAN SATURASI SETELAH PRODUKSI PADA SUMUR S-16**

JURNAL TUGAS AKHIR

**Tajudin Nur
124.18.324**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2021**

**ANALISA *FRACTIONAL FLOW* & CO LOG UNTUK EVALUASI
PERUBAHAN SATURASI SETELAH PRODUKSI PADA SUMUR S-16**

JURNAL TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program
Studi Teknik Perminyakan

Tajudin Nur

124.19.324



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA *FRACTIONAL FLOW* & CO LOG UNTUK EVALUASI PERUBAHAN SATURASI SETELAH PRODUKSI PADA SUMUR S-16

JURNAL TUGAS AKHIR

**TAJUDIN NUR
124.18.324**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program
Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui

Kota Deltamas, 23 Juli 2021

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

**Agung Budiarto, S.T, M.T.
NIDN:**

**Falza Izza Wihdany, S.T, M.T.
NIDN: 0428029205**

ANALISA *FRACTIONAL FLOW* & CO LOG UNTUK EVALUASI PERUBAHAN SATURASI SETELAH PRODUKSI PADA SUMUR S-16

Tajudin Nur

Mahasiswa Program Sarjana Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung
Pembimbing: Agung Budiarto, S.T, M.T & Falza Izza Wihdanny, S.T., M.T

Abstrak

Kurva *fractional flow* (F_w vs S_w) digunakan untuk menggambarkan proses pemindahan fluida di dalam media berpori untuk menghitung efisiensi pendesakan dan menggambarkan pendesakan fluida tak tercampur satu dimensi. Dari analisa sampel batuan (*core*) pengukuran *relative permeability* dapat di bentuk kurva *fractional flow* dengan persamaan yang bergantung pada sifat media berpori dan sifat fluida yaitu viskositas, persamaan tersebut menggambarkan fraksi dari air yang mengalir terhadap aliran total fluida dalam reservoir yang linear, *fractional flow* (f_w) juga didenisikan sebagai *water cut* (w_c).

Penelitian ini menerapkan suatu metode yang dikenalkan oleh J. Sitorus dkk (2006), mengenai teknik pengembangan kurva *fractional flow* skala reservoir dari sejarah produksi yang representatif untuk reservoir ketika data fluida dan data *core* terbatas. Pendekatan menggunakan persamaan *fractional flow* diterapkan untuk mengidentifikasi hubungan antara produksi *cumulative oil* dan *water cut* (*fractional flow*). Hasil pendekatan kurva *fractional flow* dari sejarah produksi (*calculated*) akan di cocokan dengan hasil *fractional flow* dari *core analysis* untuk memperkirakan saturasi saat ini (S_w *current*) semasa periode produksi.

Analisa *fractional flow* (*core analysis* dan *calculated*) tersebut digunakan sebagai pembandingan untuk evaluasi hasil prediksi S_w *current* pada sumur yang memiliki pengukuran alat *Carbon Oxygen logging* (C/O Log). Alat C/O Log ini digunakan untuk menentukan saturasi air minyak dan performa reservoir setelah produksi sumur menggunakan *Inelastic mode* (IC) untuk membedakan antara air dan minyak berdasarkan ratio dari *carbon oxygen*.

Kata Kunci: *Core Analysis, Rock Typing, Fractional Flow, CO Log.*

Abstract

Fractional flow curve (F_w vs S_w) is used to describe the fluid transfer process in a porous medium to calculate the pressing efficiency and describe the one-dimensional displacement of the immiscible fluid. From the analysis of rock samples (cores) the relative permeability measurement can be formed fractional flow curve with an equation that depends on the nature of the porous media and the fluid properties, namely viscosity, the equation describes the fraction of water flowing to the total fluid flow in a linear reservoir, fractional flow (f_w) is also defined as the water cut (w_c).

This study applies a method introduced by J. Sitorus (2006), regarding the technique of developing a reservoir scale fractional flow curve from a representative production history for a reservoir when fluid and core data are limited. An approach using fractional flow equation is applied to identify the relationship between cumulative oil production and water cut (*fractional flow*). The results of the fractional flow curve approach from the production history (*calculated*) will be matched with the fractional flow results from the core analysis to estimate the current saturation (S_w *current*) during the production period.

The fractional flow analysis (*core analysis* and *calculated*) is used as a comparison to evaluate the predicted results of S_w *current* in wells that have a *Carbon Oxygen logging* (C/O

Log) measurement tool. This C/O Log tool is used to determine oil, water saturation and reservoir performance after well production using Inelastic mode (IC) to distinguish between water and oil based on the ratio of carbon oxygen.

Keywords: Core Analysis, Rock Typing, Fractional Flow, CO Log.

1. PENDAHULUAN

Sumur S-16 pada lapangan S setelah 7 tahun berproduksi mengalami penurunan produksi minyak dengan *water cut* lebih dari 98%, sedangkan perhitungan *Recovery Factor* sumur dari suatu radius penyerapan 250 ft dan ketebalan bersih 300 ft, diperkirakan terbilang rendah di bandingkan perhitungan *Recovery Factor* dari analisa sampel batuan

Data pengukuran sampel batuan dari lapangan S dianalisa kembali untuk memperkirakan saturasi saat ini setelah kegiatan produksi berlangsung, yang tergambar dalam kurva *fractional flow* yang telah diyakini paling representatif untuk mewakili setiap kelompok batuan sepanjang interval produksi.

Dalam usaha memperkirakan nilai saturasi semasa periode produksi, terdapat 2 kali pengukuran C/O log pada layer B sumur S-16, yaitu pada Juni 2011 dan pengukuran C/O log kedua yaitu pada Juni 2020 dengan *water cut* akhir produksi 99.6%. Data DST (*Drill Stem Test*) yang dilakukan setelah pengukuran CO log terkini juga turut menjadi kunci kesesuaian perkiraan nilai saturasi yang dihitung dari

fractional flow dengan interpretasi hasil pengukuran C/O log.

Pada tugas akhir ini akan menganalisa perolehan cadangan pada sumur S-16. Menganalisa *fractional flow* dari analisa sampel batuan dan rekayasa dari sejarah produksi. Mengevaluasi *Sw current* pengukuran C/O log dengan *Sw current* analisa *fractional flow* pada interval produksi. Mengetahui hasil analisa yang paling sesuai dengan hasil pengujian DST.

2. METODE PENELITIAN

Proses antara data, pengerjaan dan hasil dalam tugas akhir ini dapat dijelaskan secara ringkas untuk memberikan gambaran dalam pengerjaan tugas akhir ini. Alur pengerjaan dalam mengolah data dapat dilihat sebagai berikut (Gambar 1)

2.1 Data Penelitian

Data penelitian ini yaitu sebagai berikut

Sumur S-20	Sumur S-16
Data Core ▪ RCAL ▪ SCAL	-
Log Interpretasi ▪ Porosity Log ▪ Sw Log	Log Interpretasi ▪ Porosity Log ▪ Sw Log
-	History Produksi
-	C/O Log

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data pengukuran sampel batuan yang tersedia pada lapangan S yang dimiliki oleh well S-20 akan dilakukan penentuan *Rock typing* dan kemudian dibentuk *fractional flow* dari pengukuran relative permeability yang mewakili setiap *rock type*-nya dan di validasi oleh *fractional flow* yang dibentuk menggunakan parameter sejarah produksi (*Calculated*) merujuk sebuah paper dari J. Sitorus 2006. Analisa tersebut kemudian akan digunakan untuk evaluasi hasil prediksi *Sw current* pada well S-16 yang memiliki pengukuran C/O log sebagai pembandingan.

3.1 Analisa Data Sampel Batuan (Core)

3.1.1 Hubungan Porositas Core terhadap Permeabilitas Core

Sampel *conventional core* sebanyak 608 sampel pada Lapangan S (diwakili Sumur S-20). Dari korelasi power menunjukkan hubungan yang tidak linear (Gambar 2). Dapat diamati pada gambar tersebut setiap nilai porositas memiliki rentang nilai permeabilitas yang lebar, maka perlu untuk mengklasifikasikan batuan menggunakan metode *rock typing*.

3.1.2 Rock Typing

Pada penelitian ini penentuan *rock type* menggunakan metode PGS, dalam penentuan *rock type* jumlah

pengelompokkannya didasarkan atas penggunaan PGS *rock type curves* (Wibowo & Permadi, 2013). hasil plot dari parameter *pore geometry* dan *pore structure* pada *rock type curve* tersebut diperoleh bahwa terbentuk sebanyak 12 (dua belas) *rock type* yaitu RT-4 sampai RT-15 (Gambar 3) menunjukkan suatu kelompok batuan yang memiliki karakter kemiripan baik dari geometri pori maupun struktur pori batuan.

Dengan mensubstitusikan persamaan *Swc* untuk perhitungan *Swc* pada data *routine core*, maka persamaan *Pore Geometri-Structure* setiap *rock type*, permeabilitas dapat dinyatakan sebagai fungsi porositas dan *Swi*.

Kurva *J-function* disusun untuk membantu identifikasi jumlah *rock type* dan bagaimana *rock type* ditentukan. *J-function* akan menormalisasi tekanan kapiler dan mengubahnya menjadi unit universal (*dimensionless unit*) sebagai fungsi saturasi air. Menurut teori *pore geometry-structure*, kurva *J-function* yang serupa telah mewakili sebuah *flow unit* (Gambar 5).

3.1.3 Relative Permeability Oil-Water (Krow) & Fractional Flow

Relative Permeability Oil-water telah dilakukan normalisasi untuk mengevaluasi kelakuan batuan reservoir untuk mewakili semua Sample batuan yang sebelumnya di

kelompokkan menggunakan metode PGS yaitu 12 *Rock type* (Gambar 6 a). Pembentukan kurva *fractional flow* dari pengukuran relative permeability untuk penentuan kenaikan nilai saturasi setiap *rock type*-nya (Gambar 6 b),

3.2 Well Log plot & Propagasi *Rock type*

Pendefinisian *rock type* skala log pada metode PGS menggunakan dua parameter berupa log porositas dan log Swirr. Apabila pendefinisian *rock type* telah dilakukan, maka persamaan prediksi permeabilitas yang dihasilkan pada analisa data core dapat diimplementasikan pada skala log sumur S-20 (Gambar 7) setelah dinyatakan hubungan yang bagus maka persamaan digunakan untuk klasifikasi *rock type* dan prediksi permeabilitas pada sumur S-16.

3.3 Analisa data produksi Sumur S-16

Layer A dan B di produksi kan pada waktu yang berbeda (Gambar 8). Sumur ini merupakan sumur terpilih untuk dilakukan pengukuran saturasi menggunakan pengukuran CO log setelah layer B mengalami *low production Oil/ low influx*. Karena secara perhitungan metode volumetris *Recovery factor* (RF) sumur S-16 baru mencapai 29% dengan water cut sudah lebih dari 98% (Tabel 1), RF ini terbilang rendah dibandingkan RF dari analisa batuan yang mencapai 50%.

Analisa *problem* sumur dengan *Water Control Diagnostic Plots* (K.S Chan 1995) mengindikasikan *trend Multilayer channeling* (Gambar 9), di prediksi kondisi layer A belum tertutup sempurna pada saat diproduksi nya layer B, water yang berasal dari layer A ikut terproduksi kepermukaan dan menghambat produksi oil yang berasal dari layer B.

3.4 Analisa *Fractional Flow* (Fw)

Metode sebuah paper dari J. Sitorus 2006, menunjukan teknik pengembangan kurva *fractional flow* skala reservoir dari sejarah produksi. *oil production rate* (qo) dan *water production rate* (qw) adalah parameter yang harus di matching-kan untuk mengidentifikasi kinerja sumur menggunakan persamaan *fractional flow* yang dihasilkan dari data sejarah produksi (Gambar 11 &12).

Hasil pendekatan kurva *fractional flow* sejarah produksi (*calculated*) menunjukan kemiripan pada kurva *fractional flow core analysis* (Gambar 10). Hasil analisa Sw *current* menggunakan sejarah produksi pada kurva *fractional flow calculated* yaitu dengan *water cut* 99.6% (produksi terakhir terukur) Sw *current* berkisar 75%.

Persamaan *rock type* metode PGS digunakan untuk penentuan *rock type* menggunakan log porositas dengan *water saturation* (Swirr) pada skala log sumur S-16. Selanjutnya digunakan untuk penerapan

persamaan prediksi permeabilitas dan penerapan *fractional flow* yang telah dibuat untuk evaluasi *Sw current* pada sumur-16 (Gambar 13).

Hasil perkiraan *Sw current* dari analisa *fractional flow core analysis* yaitu *Sw current* rata-rata 75%, ini di perkirakan sudah mencapai Sor 25% artinya tidak ada minyak yang dapat di produksikan.

3.5 Analisa Pengukuran C/O Log

Dalam usaha memperkirakan nilai saturasi semasa periode produksi, sumur S-16 telah dilakukan 2 kali pengukuran CO log pada interval B, yaitu pada juni 2011 dengan hasil pengukuran menunjukkan *Sw* 100%. Pada juni 2020 dilakukan pengukuran C/O log kedua dan hasil pengukuran tersebut akan dilakukan evaluasi pada penelitian ini.

Hasil pengukuran C/O Log kedua memberikan informasi di beberapa interval menunjukkan saturasi minyak lebih banyak atau interval yang masih dapat berproduksi minyak, yaitu pada interval-1 ketebalan 26 ft, *Sw* 50-75 %, Porositas 10-15 % Permeabilitas 3-20 mD. Pada interval-2 ketebalan 6 ft, *Sw* 52-75 %, Porositas 10-14 %, Permeabilitas 1-13 mD (Gambar 14).

Tabel dibawah merupakan perkiraan kenaikan saturasi air (*Sw*) terhadap peningkatan *water cut* (*wc*) pada interval tersebut menggunakan kurva *fractional flow* dari sejarah produksi (calculated).

Sw %	Fw %
50	7
55	32
60	63
65	86
70	98
75	100

Setelah dilakukan perforasi ulang pada interval yang dipercaya menurut pengukuran C/O log masih memberikan potensi minyak yang dapat diproduksikan ke permukaan (*Oil recoverable*), setelah dilakukan pengujian DST (*Drill Stem Test*) menyatakan dan berproduksi 100% air ke permukaan, sehingga analisa pengukuran C/O Log tidak akurat. Pada kondisi ini hasil analisa menggunakan *fractional flow* mampu mengkonfirmasi dan memberikan hasil yang paling sesuai dengan hasil pengujian setelah interval tersebut dibuka.

4. KESIMPULAN & SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perolehan cadangan pada sumur S-16 secara perhitungan metode volumetris, *Recovery Factor* (RF) pada sumur ini diperkirakan baru mencapai 29% dengan produksi *water cut* lebih dari 98%. Nilai *Recovery Factor* (RF) ini terbilang rendah dibandingkan

perkiraan *Recovery Factor* (RF) analisa sampel batuan (*core*) mencapai 50%.

2. Hasil analisa sampel batuan (*Core analysis*) terbentuk 12 *rock type* menggunakan metode PGS (*Pore Geometry Structure*), Selanjutnya pembentukan kurva *fractional flow* untuk penentuan nilai saturasi saat ini (*Sw current*) yang tergambarkan dalam kurva tersebut dan mewakili setiap *rock type*-nya. Hasil pendekatan kurva *fractional flow* dari sejarah produksi (*calculated*) menunjukkan kemiripan terhadap kurva *fractional flow* dari *core analysis* (RT-7).
3. Hasil analisa *Sw current* menggunakan *fractional flow* (*Core analysis & Calculated*) pada produksi terakhir sumur yaitu *Sw* rata-rata berkisar 75%, ini sudah mencapai Sor 25%.
4. Hasil analisa pengukuran C/O Log memberikan informasi di beberapa interval menunjukan saturasi minyak lebih banyak atau interval yang masih dapat berproduksi minyak (*oil recoverable*).
5. Data pengujian DST (*Drill Stem Test*) menyatakan interval tersebut berproduksi 100% air ke permukaan, sehingga analisa pengukuran C/O Log tidak akurat. Pada kondisi ini hasil analisa *fractional flow* mampu mengkonfirmasi dan memberikan hasil

yang paling sesuai dengan hasil pengujian DST.

4.2 Saran

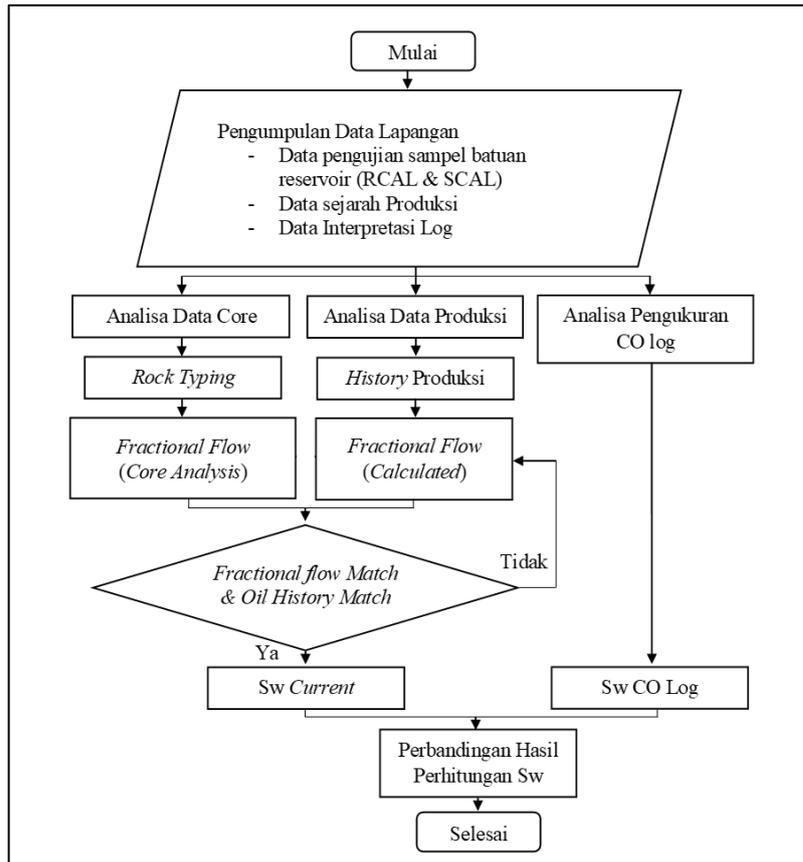
1. Untuk analisa perolehan cadangan perlu diperkirakan dengan metode lain yang lebih dapat dipercaya dan akurat pada kondisi sebenarnya, misalnya dengan menggunakan metode *Decline Curve Analysis* (DCA).
2. Hasil pengukuran dari C/O Log perlu di interpretasi ulang untuk mendapatkan hasil pembacaan saturasi actual yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

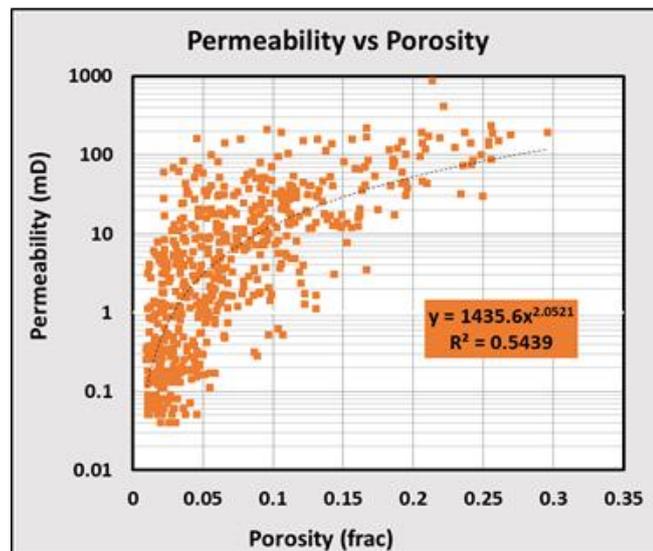
- [1] Ahmed, T. (2006). Reservoir Engineering Handbook 3rd Edition. Oxford, UK: Elsevier Inc.
- [2] Wibowo, A., & Permadi, P. (2013). A Type Curve for Carbonates Rock Typing. The International Petroleum Technology Conference. Beijing: IPTC
- [3] Yuliani, A, dkk. (2020). Prediksi Permeabilitas menggunakan Metode Pore Geometry Structure (PGS) Pada Daerah Cekungan Jawa Barat Utara. Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- [4] Geoscience & Reservoir Engineering for Field Development. Bandung: PT. Gada Energi.
- [5] Hutomo, Priyono & Yatini. (2018). Aplikasi Reservoir Saturation Tool

(RST) Log Pada Cased Hole Well Untuk Evaluasi Kandungan Hidrokarbon di Cekungan Kutai Kalimantan Timur. Yogyakarta: UPN Veteran

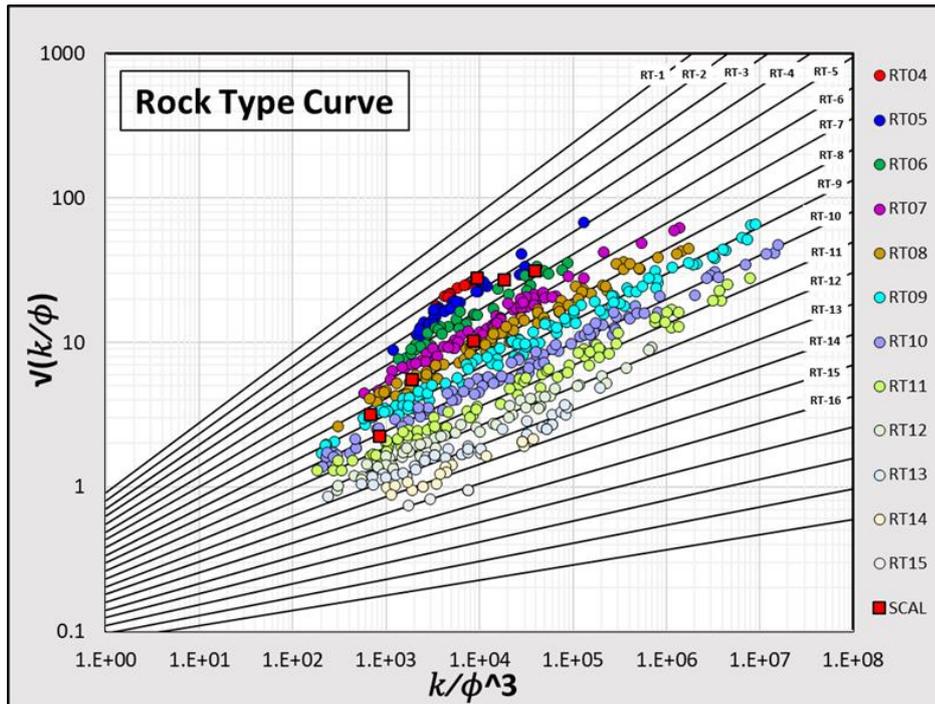
- [6] Stoller Bob, AC, et al. (1994). Saturation Monitoring With the RST (Reservoir Saturation Tool). Houston Texas USA
- [7] Alameedy, Usama S. (2014) Evaluation of Hydrocarbon Saturation Using Carbon Oxygen (CO) Ratio and Sigma Tool, Baghdad: Petroleum Engineering Department, College of Engineering, University of Baghdad
- [8] Sitorus, J, dkk. (2006). Developing a Fractional Flow Curve from Historic Production to Predict Performance of New Horizontal Wells, Bekasap Field, Indonesia. SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition held in Adelaide.



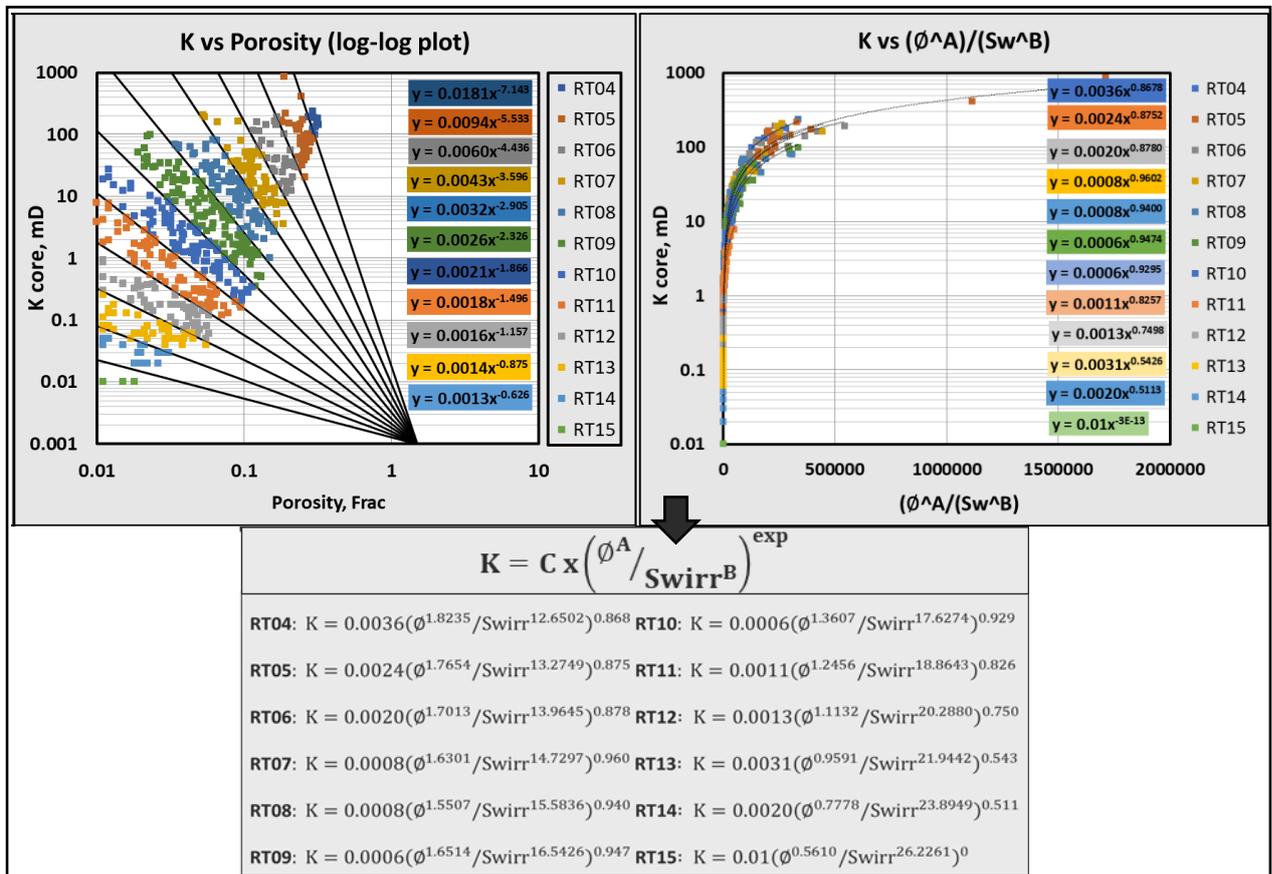
Gambar 1 Alur Pengerjaan



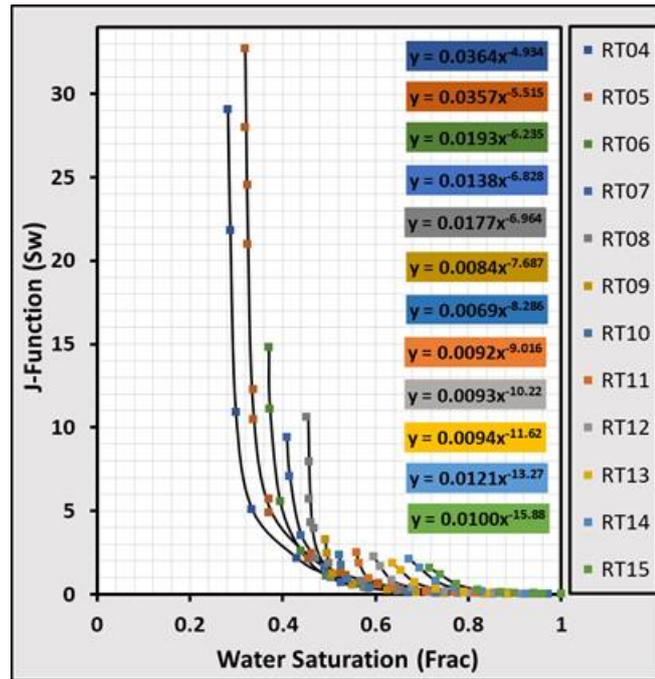
Gambar 2 Cross plot Permeabilitas *Core* terhadap Porositas *Core*



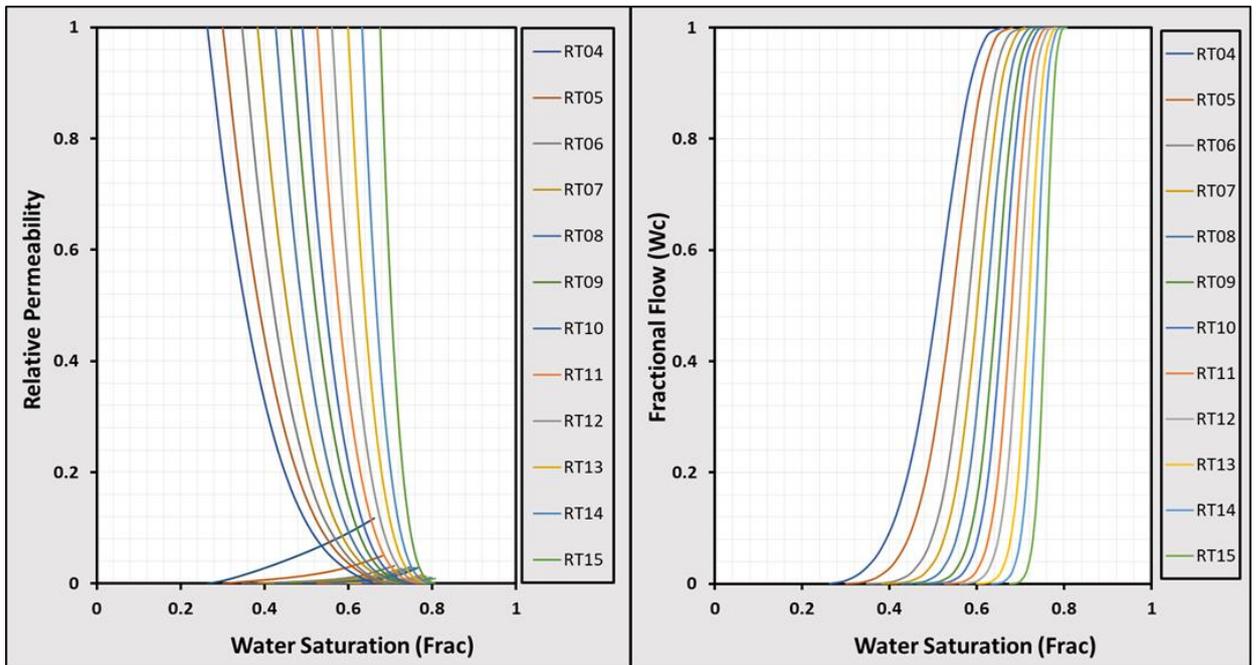
Gambar 3 Pore Geometry terhadap Pore Structure pada PGS Rock Type Curve



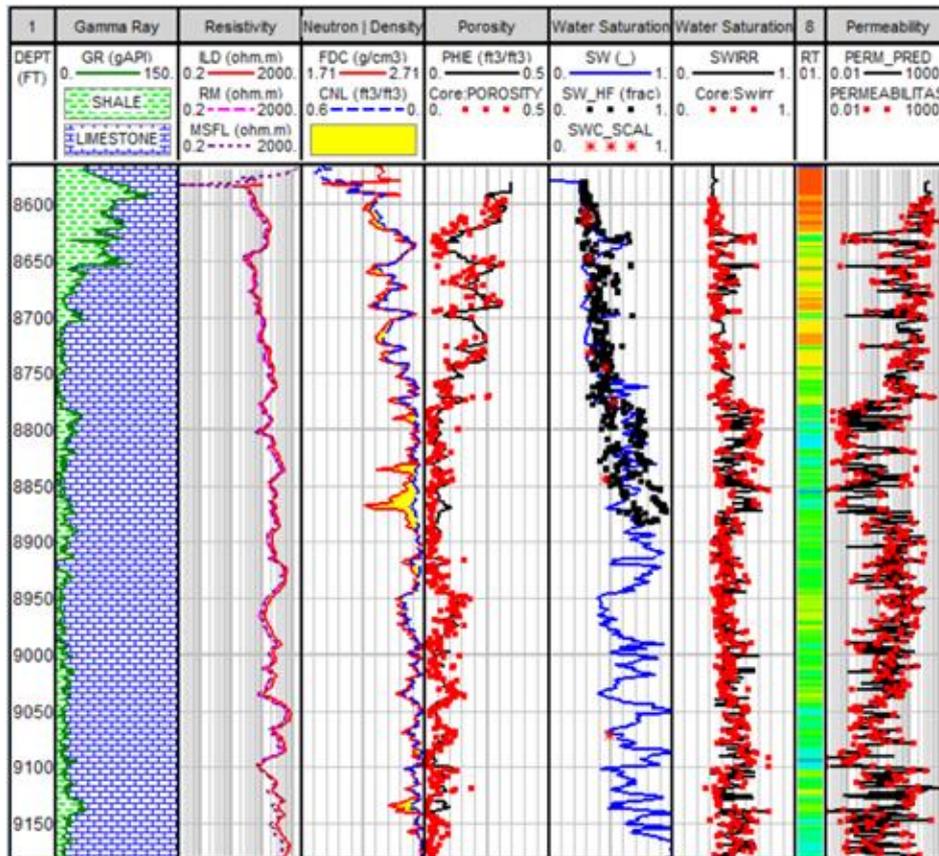
Gambar 4 Persamaan Prediksi Permeabilitas Metode PGS



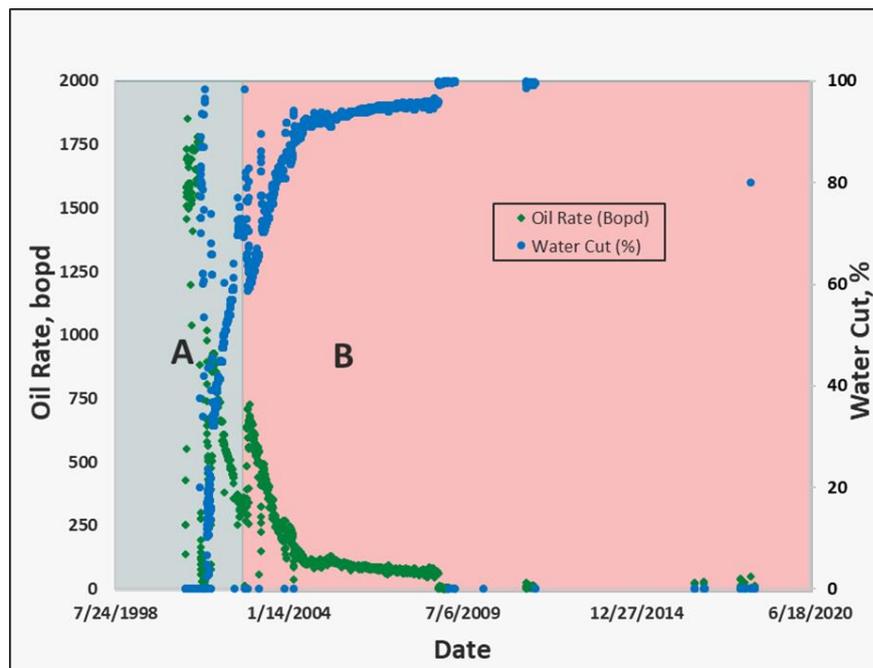
Gambar 5 Kurva J-Function semua Rock type



Gambar 6 a) Kurva *Relative Permeability* Semua Rock Type. b) Kurva *Fractional Flow* semua Rock Type



Gambar 7 Well Log Plot, Klasifikasi *Rock type* dan permeabilitas prediksi skala Log Well S-20



Gambar 8 Sejarah produksi Well S-16\

Tabel 1 Perhitungan *Recovery Factor* Well S-16

Layer	Avg. Porosity (Frac)	Avg. Sw (Frac)	H (feet)	Vb (Acre/ft)	OOIP_Layer (MMSTB)	NP (MMSTB)	RF (%)
B3	0.12	0.54	30	1454	0.47	0.34	21
B2	0.11	0.59	80	3878	0.99		
B1	0.09	0.64	18	872	0.18		
A	0.11	0.63	105	5089	1.27	0.49	39
Well					2.91	0.84	29

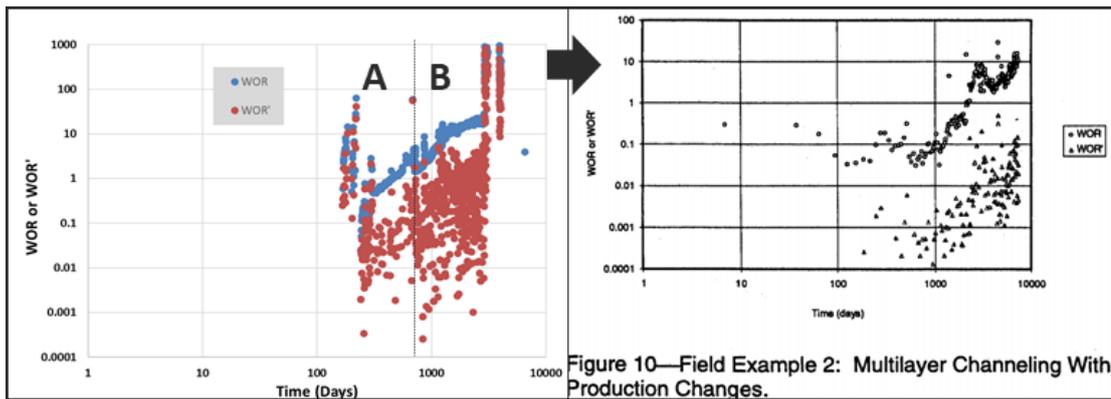
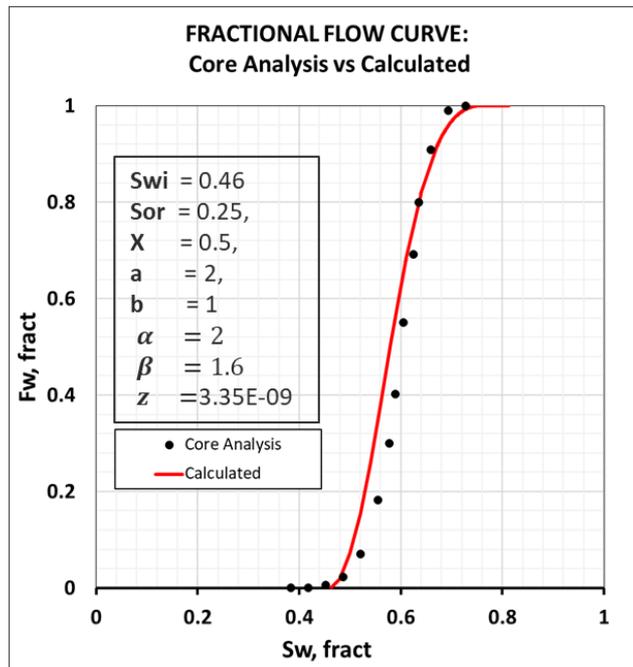
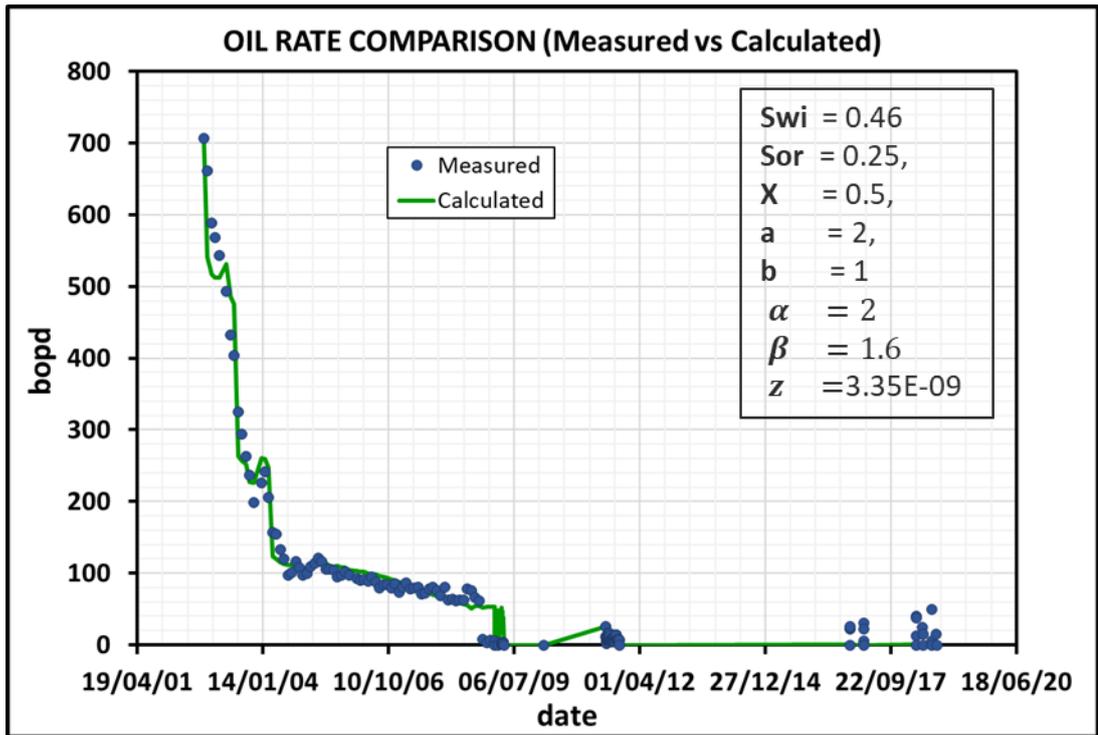


Figure 10—Field Example 2: Multilayer Channeling With Production Changes.

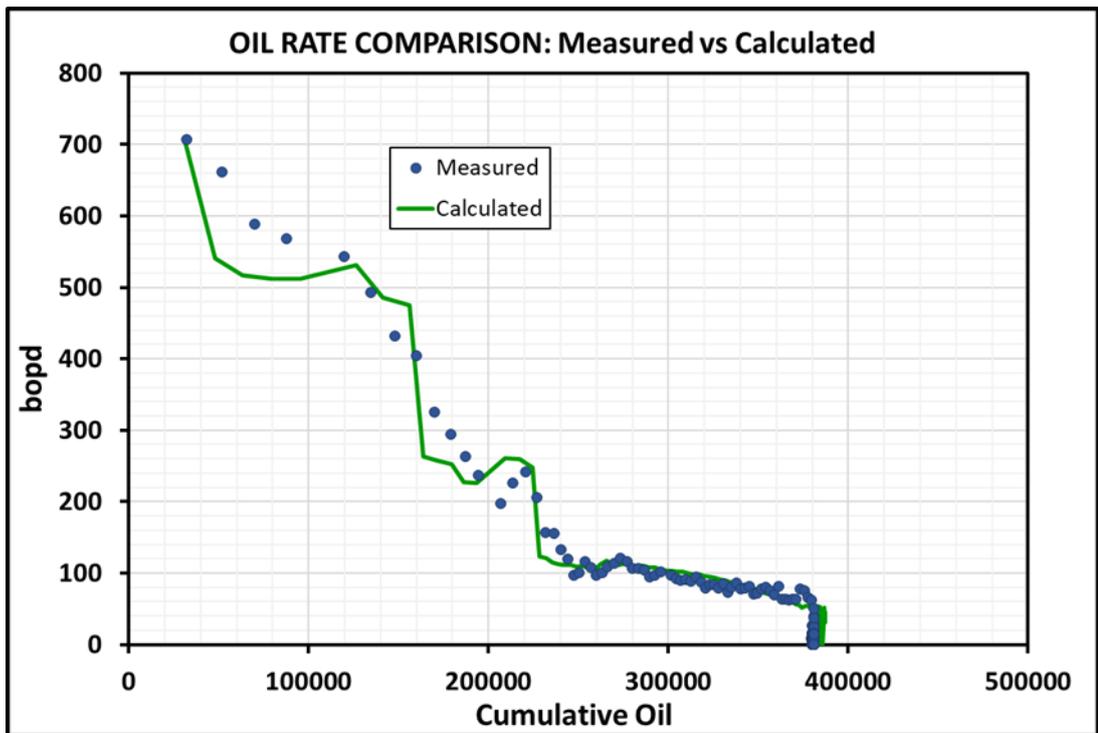
Gambar 9 *Water Control Diagnostic Plot*, Well S-16



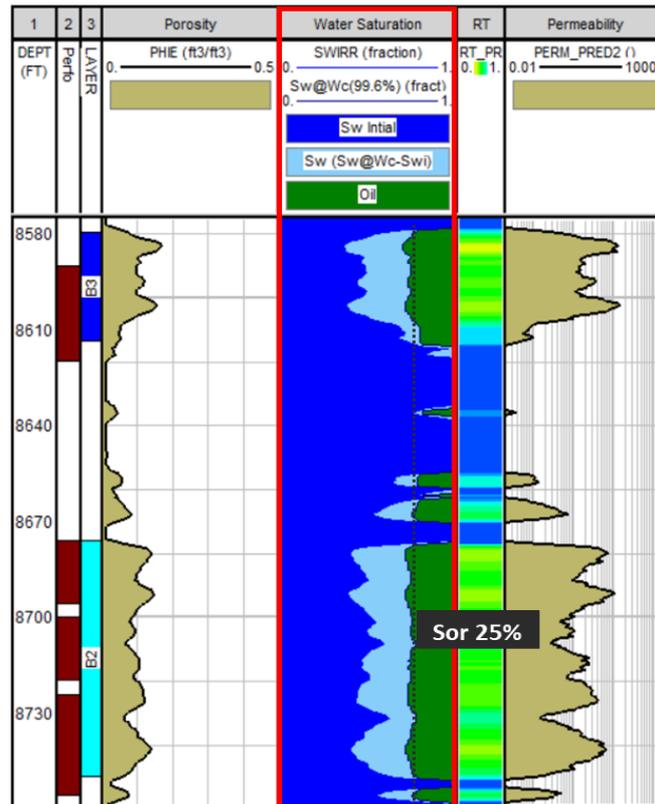
Gambar 10 *Fractional Flow curve*, dari *core analysis vs Calculated*



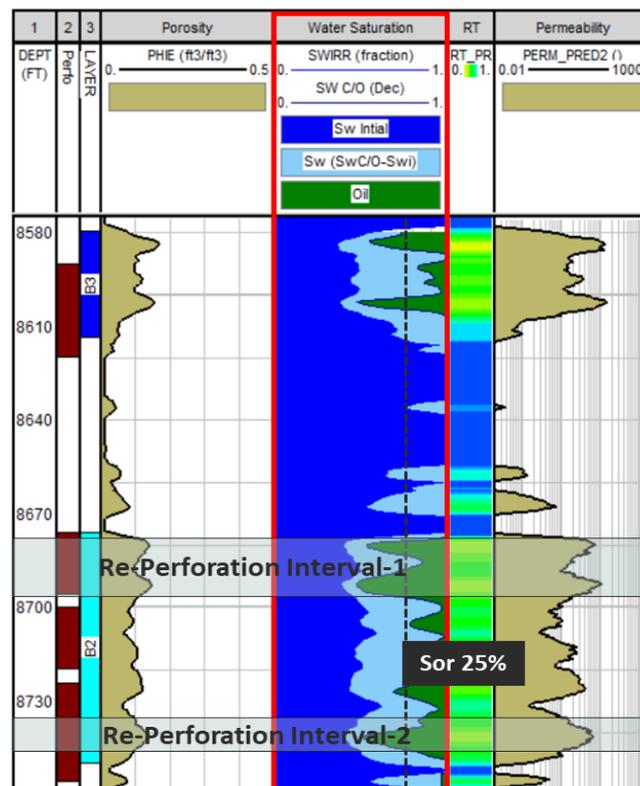
Gambar 11 Oil rate vs Time, Measured vs Calculated, Well S-16



Gambar 12 Oil rate vs Cumulative, Measured vs Calculated, Well S-16



Gambar 13 Well Log Plot & Analisa Sw current dari fractional flow, Well S-16



Gambar 14 Well Log Plot & Analisa Sw current pengukuran CO log Well S-16