

---

# **PENENTUAN ISI AWAL MINYAK DI TEMPAT DENGAN METODE VOLUMETRIK DAN MATERIAL BALANCE GARIS LURUS HAVLENA-ODEH DAN PERKIRAAN PRODUKSI ZONA ENH PADA LAPANGAN X**

**Eoremila Ninetu Hartantyo, Lestari Said**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perminyakan – Universitas Trisakti

---

## **ABSTRAK**

*The purpose of this thesis is to calculate the original oil in place of ENH zone in X field. There are two methods to calculate the original oil in place of ENH zone, which is volumetric method and material balance method. From the calculation of original oil in place of ENH zone using volumetric method is 5.860.310 STB.*

*In Havlena - Odeh straight line material balance method needs the number of water influx. The water influx can be determine using Van-Everdingen Hurst method. The constant number of water influx of ENH zone is 311 BBL/psia. The original oil in place calculation of ENH zone using material balance method is 6.000.000 STB.*

*Decline curve analysis is a method to determine the production performance and estimate ultimate recovery (EUR). By knowing the economic limit rate of ENH zone at 40 BOPD, it can be searched the oil rate and cumulative oil production of ENH zone. The economic limit rate of ENH is reached in March 2019 with recovery factor at 57,95%.*

*Keywords: original oil in place, volumetric, material balance, decline curve analysis*

## PENDAHULUAN

Reservoir merupakan tempat minyak dan gas terakumulasi didalam bumi pada suatu perangkap struktural maupun stratigrafi. Dengan terperangkapnya hidrokarbon dalam reservoir, maka perlu diketahui berapa jumlah isi awal minyak di tempat yang ada pada lapangan tersebut. Hal ini merupakan pertimbangan ekonomis bagi suatu perusahaan, karena untuk melakukan pengembangan selanjutnya. Oleh karena itu perhitungan isi awal minyak di tempat perlu diketahui sejak awal dan seakurat mungkin.

## RUMUSAN MASALAH

Lapangan X ditemukan pada Januari 2000 dan mulai berproduksi pada Agustus 2000 yang memiliki 6 sumur dengan satu reservoir, yaitu zona ENH. Untuk menghitung besarnya isi awal minyak di tempat zona ENH dilakukan perhitungan menggunakan metode volumetrik dan metode material balance garis lurus Havlena - Odeh. Sedangkan untuk mengetahui performance produksi dan estimate ultimate recovery (EUR) pada zona ENH digunakan metode decline curve analysis. Dengan didapatnya nilai estimate ultimate recovery (EUR) dan isi awal minyak di tempat, maka bisa diperoleh banyaknya minyak yang dapat diambil (recovery factor) serta cadangan minyak yang tersisa (remaining reserve).

## METODE PENELITIAN

Tugas akhir ini membahas mengenai penentuan isi awal minyak di tempat pada zona ENH dengan menggunakan metode volumetrik dan metode material balance garis lurus Havlema – Odeh. Dalam menentukan nilai isi awal minyak di tempat menggunakan metode volumetrik diperlukan data-data seperti *volume bulk*, porositas, saturasi air dan faktor volume formasi minyak. Sedangkan parameter dalam metode material balance garis lurus Havlena – Odeh yaitu nilai jumlah yang diproduksi pada kondisi reservoir (F), konstanta *water influx* (B) dan nilai pengembangan minyak dan gas terlarut mula-mula ( $E_o$ ).

Untuk mengetahui *performance* produksi dan nilai *estimate ultimate recovery* (EUR) digunakan *decline curve analysis*. Dalam menentukan tipe *decline*, digunakan metode Trial Error dan  $X^2$  Chisquare Test. Dari nilai *estimate ultimate recovery* (EUR), maka dapat diketahui besarnya minyak yang bisa diambil (RF) dan sisa cadangan (RR) dalam zona ENH.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Nilai Batuan dan Fluida Reservoir

Data petrofisik diperoleh dari hasil analisa logging. Nilai porositas zona ENH didapat sebesar 20%, dimana porositas ini dikategorikan baik. Untuk harga saturasi air dari zona ENH yaitu sebesar 45%. Nilai  $B_o$ ,  $B_g$  dan  $R_s$  terdapat pada setiap interval penurunan tekanan, kemudian dirata-rata agar dapat mewakili masing-masing parameter tersebut. Nilai rata-rata dari  $B_o$ ,  $B_g$  dan  $R_s$  untuk zona ENH yaitu masing-masing sebesar 1,29 BBL/STB, 0,00056 BBL/SCF dan 326 SCF/STB.

### Perhitungan OOIP Metode Volumetrik

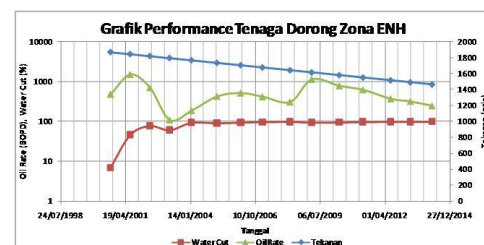
Berikut merupakan perhitungan isi awal minyak di tempat zona ENH menggunakan persamaan metode volumetrik.

$$OOIP = 7758 \times V_b \times \phi \times (1 - S_w) B_{oi}$$

$$OOIP = 7758 \times 8996 \times 0,20 \times (1 - 0,45) 1,31$$
$$OOIP = 5.860.310 \text{ STB}$$

### Penentuan Jenis Tenaga Dorong

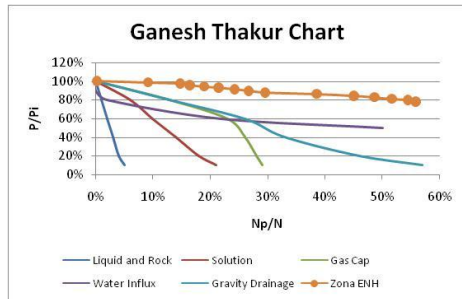
Dalam menentukan jenis tenaga dorong zona ENH dilakukan dengan analisa perilaku reservoir, metode Ganesh Thakur dan metode *drive index*. Berdasarkan analisa perilaku reservoir, parameter yang dianalisa adalah tekanan, laju alir minyak dan *water cut* terhadap waktu. Pada analisa tekanan, tekanan turun secara konstan. Dilihat dari nilai laju alir minyak, mula-mula naik lalu pada tahun tertentu turun kemudian naik lagi secara perlahan. Pada analisa *water cut*, mula-mula nilai *water cut* naik secara drastis lalu konstan dengan diproduksikannya minyak. Gambar 1 menunjukkan grafik data *performance* untuk penentuan tenaga dorong dari zona ENH.



Gambar 1  
Grafik *Performance Drive Mechanism* Zona ENH

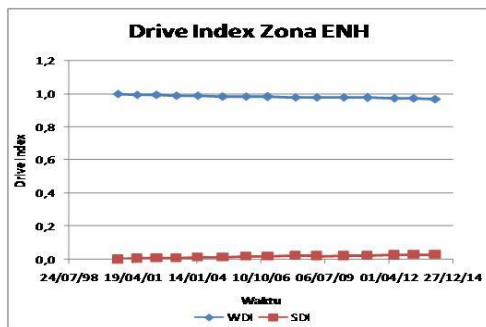
Metode Ganesh Thakur dilakukan dengan memplot antara tekanan produksi dengan tekanan awal ( $P/P_i$ ) terhadap kumulatif produksi dengan isi awal minyak di tempat ( $N_p/N$ ). Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode Ganesh Thakur,

didapat hasil  $P/P_i$  dan  $N_p/N$  untuk setiap penurunan tekanan. Berdasarkan hasil plot yang di overlay dengan grafik Ganesh Thakur yang ditunjukkan pada Gambar 2, maka dapat dilihat bahwa garis zona ENH sejajar dengan garis water influx.



Gambar 2  
 Grafik  $P/P_i$  versus  $N_p/N$  Zona ENH

Dari hasil perhitungan drive index setiap interval tekanan pada zona ENH, maka dibuat grafik antara waktu dengan masing-masing nilai drive index yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3  
 Grafik Drive Index Zona ENH

**Penentuan Perembesan Air (Water Influx)**

Nilai perembesan air dicari menggunakan metode Van Everdingen-Hurst dengan menghitung nilai waktu tanpa dimensi (tD), nilai laju perembesan air tanpa dimensi (Q(tD)), nilai  $\sum \Delta P Q(tD)$  infinite model dan nilai konstanta water influx (B). Dari perhitungan, didapat nilai konstanta water influx (B) sebesar 311 BBL/psia.

**Perhitungan OOIP Metode Material Balance Garis Lurus**

Parameter yang dicari untuk menggunakan persamaan material balance garis lurus Havlena – Odeh dengan tenaga dorong air yaitu menentukan underground withdrawal (F) dan jumlah ekspansi minyak dan gas mula-mula ( $E_o$ ). Berikut adalah perhitungan nilai F pada April 2002:

$$F = N_p [B_o + (R_p - R_s) B_g] + W_p B_w$$

$$F = 864686 \times [1,306 + (0 - 356,093) \times 0,000514 +$$

$$(921868 \times 1,0575)]$$

$$= 1946385,5 \text{ BBL}$$

Sedangkan perhitungan ekspansi minyak dan gas mula-mula ( $E_o$ ) pada April 2002 dijabarkan sebagai berikut:

$$E_o = (B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s) B_g$$

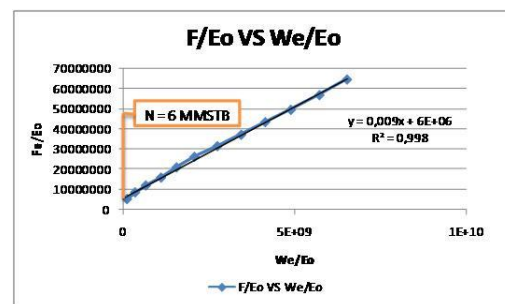
$$E_o = (1,306 - 1,31) + (365,849 - 356,093) \times 0,000514 = 0,00103 \text{ BBL/STB}$$

Tabel 3 menunjukkan nilai F dan  $E_o$  secara lengkap setiap penurunan interval tekanan.

Tabel 3  
 Hasil Perhitungan Parameter Havlena – Odeh

Tanggal	P (psia)	F (BBL)	$E_o$ (BBL/STB)
31/08/2000	1868	17943,98	0
30/06/2001	1843	986888,69	0,00048
30/04/2002	1818	1946385,50	0,00103
28/02/2003	1793	2622443,33	0,00165
31/01/2004	1766	3472032,92	0,00242
28/02/2005	1733	4974019,76	0,00345
28/02/2006	1703	6912520,51	0,00452
31/01/2007	1676	9712063,56	0,00562
31/03/2008	1641	13723090,41	0,00717
28/02/2009	1614	18219757,85	0,00851
30/04/2010	1579	24347182,49	0,01041
30/04/2011	1549	28865707,59	0,01220
30/06/2012	1514	33299404,90	0,01451
30/04/2013	1489	36461161,91	0,01629
31/03/2014	1461	39241315,83	0,01841

Dalam menentukan material balance garis lurus untuk tenaga dorong air, maka dicari nilai F dan  $W_e$ . Setelah mengetahui nilai F dan  $W_e$ , maka dibuat grafik antara  $W_e$  versus F. Hasil plot antara F dan  $W_e$  menunjukkan bahwa isi awal minyak di tempat menggunakan metode material balance garis lurus adalah sebesar 6 MMSTB yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4  
 Grafik F versus  $W_e$

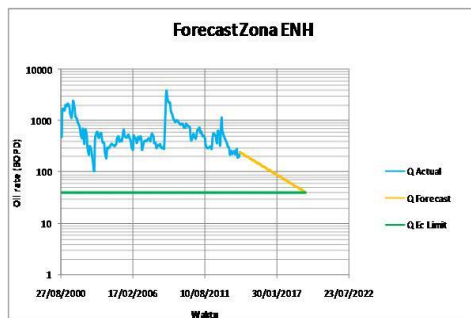
Hasil perhitungan isi awal minyak di tempat menggunakan metode volumetrik dan material balance garis lurus Havlena dan Odeh berbeda.

Dimana persentase perbedaannya yaitu sebesar 2,33 %.

### Penentuan Decline Curve Analysis

Dalam menentukan decline curve analysis, diperlukan parameter waktu, laju alir minyak ( $Q_0$ ) dan kumulatif produksi minyak ( $N_p$ ). Langkah pertama dalam menentukan decline curve analysis adalah menentukan tipe decline pada zona ENH. Penentuan tipe decline menggunakan metode Trial Error dan  $X^2$  Chisquare Test, dimana tipe decline ditentukan dari nilai  $X^2$  paling kecil. Setelah dilakukan perhitungan, maka nilai  $X^2$  paling kecil terdapat pada tipe decline exponential dimana nilai  $b = 0$  dan nilai  $D$  (decline rate) sebesar 0,131/bulan.

Dengan diketahuinya nilai economic limit zona ENH sebesar 40 BOPD, maka dapat dicari forecast laju alir dan kumulatif produksi minyak. Setelah melakukan perhitungan, batas economic limit tercapai pada Maret 2019 dengan kumulatif produksi maksimum ( $N_p$  max) sebesar 3.476.878 STB. Gambar 5 menunjukkan hasil forecast zona ENH dengan exponential decline.



Gambar 5

Grafik Forecast Exponential Decline Zona ENH

### Penentuan Recovery Factor dan Remaining Reserve

Setelah menentukan decline curve analysis, maka dapat dicari nilai recovery factor dan remaining reserve. Kedua parameter ini penting untuk dicari agar diketahui seberapa besar minyak yang bisa diambil dan sisa cadangan minyak yang masih terdapat di reservoir.

Besarnya nilai recovery factor dapat dicari dengan membagi jumlah kumulatif produksi maksimum ( $N_p$  max) dengan isi awal minyak di tempat. Sehingga nilai recovery factor forecast hingga Maret 2019 yaitu sebesar 57,95%. Untuk menghitung besarnya cadangan minyak yang masih bisa diambil pada zona ENH didapat dengan mengurangi kumulatif produksi maksimum (EUR)

dengan kumulatif produksi minyak yang didapat sebesar 205.522 STB.

### KESIMPULAN

Setelah melakukan perhitungan isi awal minyak di tempat dan memperkirakan produksi dari zona ENH pada Lapangan X, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Hasil perhitungan isi awal minyak di tempat zona ENH menggunakan metode volumetrik adalah sebesar 5.860.310 STB.
2. Berdasarkan analisa perilaku reservoir yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan metode Ganesh Thakur pada Gambar 4.6, maka jenis tenaga dorong yang terdapat pada zona ENH adalah tenaga dorong air. Sedangkan dengan metode drive index, nilai drive index untuk WDI berkisar antara 0,9699 – 1 dan SDI berkisar antara 0 – 0,0301.
3. Nilai konstanta perembesan air (B) dengan model aquifer infinite (tidak terbatas) yang didapat menggunakan metode Van Everdingen-Hurst yaitu sebesar 311 BBL/psia.
4. Dari perhitungan isi awal minyak di tempat menggunakan metode material balance garis lurus Havlena dan Odeh didapat sebesar 6.000.000 STB. Persentase perbedaan nilai isi awal minyak di tempat dari metode volumetrik dan metode material balance garis lurus Havlena-Odeh yaitu sebesar 2,33%.
5. Dari hasil perhitungan menggunakan metode Trial Error dan  $X^2$  Chisquare Test, maka dapat ditentukan bahwa zona ENH memiliki tipe decline exponential dimana nilai  $b = 0$  dan decline rate sebesar 0,131/bulan.
6. Nilai economic limit untuk zona ENH adalah sebesar 40 BOPD. Dengan diketahuinya bataseconomic limit tersebut, maka hasil forecast laju alir minyak dan kumulatif produksi tercapai pada Maret 2019.
7. Nilai recovery factor forecast hingga Maret 2019 yaitu sebesar 57,95%. Untuk nilai estimate ultimate recovery (EUR) dan remaining reserve zona ENH, hasil yang didapat yaitu sebesar 3.476.878 STB dan 205.522 STB.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini berjalan dibawah bimbingan Ir. Lestari Said, MT yang merupakan dosen untuk Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti. Penulis mengucapkan terima kasih kepada beliau atas segala bimbingan, kritik, dan saran selama pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada Bu Dian Vidyning Kusuma, selaku Pembimbing Tugas Akhir di Chevron Pacific Indonesia atas kesabaran, bimbingan serta saran yang diberikan kepada

penulis selama melakukan penelitian Tugas Akhir.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed, Tarek, "Reservoir Engineering Handbook", Gulf Professional Publishing, Texas, 2000.
2. Cole, F.W., "Reservoir Engineering Manual", Gulf Publishing Company, Texas, 1961.
3. Dake, L.P., "Fundamental of Reservoir Engineering", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York, 1970.
4. Data Chevron, Lokasi Lapangan X, 2000.
5. Data Chevron, Production Data, 2000.
6. Data Chevron, PVT Data, 2000.
7. Havlena, D. and Odeh, A.S., "The Material Balance as an Equation of a Straight Line-Part II, Field Cases", J. Pet. Tech (July 1964): 815-822
8. Pertamina BPPKA, "Petroleum Geology of Indonesia Basins", Pertamina BPPKA, Jakarta, 1996.
9. Rukmana, Dadang, "Teknik Reservoir: Teori dan Aplikasi", Penerbit Pohon Cahaya, Yogyakarta, 2011.