

PENGGUNAAN METODE MATERIAL BALANCE DALAM PENENTUAN ISI AWAL GAS DI TEMPAT PADA RESERVOIR ZX

FX. Krisna Putra Tapangan¹, Lestari Said¹, Aqlyna Fattahanisa¹

¹Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti, Jalan Kiyai Tapa No 1 Grogol, Jakarta Barat, Indonesia

Email of Corresponding Author : aqlyna@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Reservoir ZX merupakan reservoir gas basah (wet gas reservoir) yang diketahui jenis reservoirnya melalui metode kualitatif dengan analisa komposisi hidrokarbon reservoir, karakteristik fluida reservoir dan data PVT. Pada penelitian yang dilakukan, analisa komposisi hidrokarbon dilakukan analisa mulai dari karbon C1 hingga C7+, data karakteristik fluida reservoir yang dianalisa yaitu GLR, API, dan SG gas. Karena reservoir ZX adalah reservoir gas basah (wet gas reservoir), dilakukan pengoreksian kumulatif dari gas yang diproduksi dari Gpdry menjadi Gpwet dengan metode vapor equivalent dengan nilai Veq didapatkan sebesar 1690.

Dalam penelitian, penentuan jenis tenaga dorong dari reservoir ZX menggunakan metode energy plot dan P/Z Vs Gp. Hasil metode energy plot tidak terdapat water influx yang menandakan jenis tenaga dorong pada reservoir gas adalah depletion gas drive and sesuai dengan analisa pada garis plot metode P/Z Vs Gp yang menandakan jenis tenaga dorong depletion gas drive. Perhitungan isi awal gas di tempat pada penelitian digunakan metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp dengan hasil IGIP berturut-turut adalah 2967,784 BSCF, 3113,135 BSCF, dan 2968,77 BSCF dengan perbedaan GIIP metode volumetrik dengan Material Balance sebesar 4,67%. Reservoir ZX memiliki nilai recovery factor dari metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp berturut – turut adalah 84,467%, 80,523%, dan 84,438%.

Kata kunci: Reservoir, tenaga dorong, GIIP, recovery factor

ABSTRACT

The ZX reservoir is a wet gas reservoir whose reservoir type is known through qualitative methods by analyzing the reservoir hydrocarbon composition, reservoir fluid characteristics and PVP data. In the research conducted, analysis of hydrocarbon composition was carried out from carbon C1 to C7 +, the reservoir fluid characteristic data analyzed were GLR, API, and SG gas. Since the ZX reservoir is a wet gas reservoir, cumulative correction of the gas produced from Gpdry to Gpwet is carried out using the vapor equivalent method with a Veq value of 1690.

In the research, determining the type of thrust from the ZX reservoir using the energy plot method and P / Z Vs Gp. The results of the energy plot method, there is no water influx, which indicates that the type of thrust in the gas reservoir is depletion gas drive and according to the analysis on the plot line of the P / Z Vs Gp method which indicates the type of thrust of the depletion gas drive. The calculation of the initial gas in place in the study used the volumetric method, Material Balance, and P / Z Vs Gp with IGIP results respectively 2967,784 BSCF, 3113,135 BSCF, and 2968.77 BSCF with differences in the GIIP method of the volumetric method. Material Balance of 4.67%. Reservoir ZX has a recovery factor value from the volumetric method, Material Balance, and P / Z Vs Gp, respectively, 84.467%, 80.523%, and 84.438%.

Keywords: Reservoir, drive mechanism, GIIP, recovery factor

PENDAHULUAN

Reservoir merupakan tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi yang telah melalui proses migrasi dari batuan induk. Reservoir dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis bergantung pada komposisi hidrokarbon yang terdapat di dalam reservoir. Reservoir minyak memiliki fraksi karbon berat jauh lebih banyak dibandingkan reservoir gas yang berkomposisi hidrokarbon ringan dalam jumlah besar. Reservoir gas sendiri dapat digolongkan kembali menjadi tiga jenis yaitu reservoir gas kering, reservoir gas basah, dan reservoir gas kondensat yang memiliki komposisi hidrokarbon dan ciri – ciri fluida terproduksi yang berbeda-beda.

Dalam penelitian ini, penentuan jenis reservoir dilakukan dengan menganalisa data – data reservoir seperti data komposisi hidrokarbon, GLR, °API, dan SGgas. Ketepatan penentuan jenis reservoir sangatlah penting. Jenis tenaga dorong pada reservoir gas pada umumnya digolongkan menjadi dua yaitu depletion gas drive dan water drive. Depletion gas drive memiliki ciri produksi gas sangat banyak dengan produksi air sangat kecil dan dapat diabaikan, dan tidak terdapatnya water influx. Tenaga dorong water drive pada reservoir gas memiliki ciri memproduksi air yang cukup besar dan tidak dapat diabaikan, dan terdapat water influx. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap keberadaan dari water influx yang dapat menentukan jenis tenaga dorong yang bekerja.

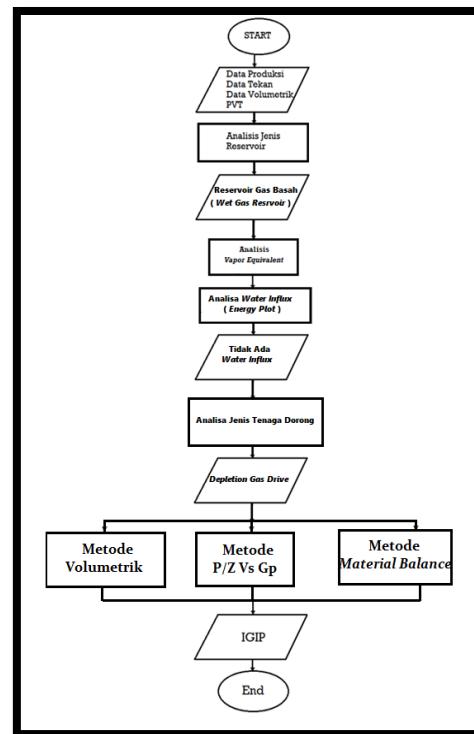
Pada penelitian ini, perhitungan isi awal gas di tempat digunakan 3 metode yaitu metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp. Pada penelitian ini juga dicari beda persentase nilai GIIP antara metode volumetrik dan Material Balance, dan nilai recovery factor.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Penggunaan metode kualitatif dilakukan dalam menganalisa jenis reservoir dan metode kuantitatif dilakukan dalam perhitungan vapor equivalent dari history production data, sifat fisik gas, *energy plot*, metode P/Z Vs Gp dalam penentuan jenis tenaga dorong, hingga perhitungan volume gas awal di tempat yaitu metode volumetrik, *Material Balance*, dan P/Z Vs Gp.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data produksi, data tekanan, data volumetrik, dan PVT

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang ditampilkan dalam bentuk symbol dan grafis secara urut dan teratur sesuai urutannya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Analisa dan perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui jenis reservoir yang dilakukan penelitian, mengidentifikasi adanya water influx, menganalisa jenis tenaga dorong yang bekerja pada reservoir, dan mencari besar nilai volume awal gas di tempat dengan menggunakan metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp. Persamaan volumetrik, dan Material Balance berturut – turut yang digunakan dapat diamati sebagai berikut.

$$G = \frac{43560 \times V_b \times \phi \times (1 - S_{wi})}{B_{gi}}$$

$$G = \frac{G_p}{(1 - \frac{B_{gi}}{B_g})}$$

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data – data yang dibutuhkan

dalam penelitian yang diperoleh dari data perusahaan dimana penelitian dilakukan. Data – data yang didapatkan kemudian dianalisa dan dihitung hingga didapatkan hasil yang dapat ditarik menjadi kesimpulan. Adapun prosedur kerja dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data – data yang dibutuhkan dalam penelitian seperti data produksi lapangan, data komposisi hidrokarbon, data tekanan, data PVT, dan data volumetrik, dan data penunjang lainnya.
2. Dari data komposisi hidrokarbon, data PVT, dan data penunjang digunakan dalam identifikasi jenis reservoir yang dilakukan penelitian.
3. Dari hasil identifikasi jenis reservoir, dilakukan metode *vapor equivalent* untuk mengkoreksi data produksi gas sesuai jenis reservoir.
4. Analisa keberadaan *water influx* dengan metode *energy plot*.
5. Analisa jenis tenaga dorong.
6. Perhitungan volume awal gas di tempat dengan metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp.
7. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penentuan jenis reservoir ZX digunakan beberapa data seperti data karakteristik batuan dan fluida reservoir, GOR, komposisi hidrokarbon gas, °API, specific gravity gas, dan analisis volume liquid saat kondensasi pada penurunan tekanan. Berikut merupakan data dari tekanan reservoir ZX yang disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Data Tekanan Reservoir

Tanggal	Tekanan (Psia)
21 Agustus 2015	2887,55
14 Oktober 2015	2871,30
16 Desember 2015	2849,89
22 April 2016	2803,37
05 Desember 2016	2739,60

Analisa dari jenis reservoir ZX dimulai dengan dilakukan analisa terhadap data karakteristik fluida reservoir dan komposisi hidrokarbon dari reservoir itu sendiri. Data

karakteristik fluida reservoir dan komposisi hidrokarbon dapat diamati pada tabel 2 dan tabel 3 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Fluida Reservoir

Komponen	Nilai	Keterangan
GLR	43411,5	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
API	54,5	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
SG Gas	0,77	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>

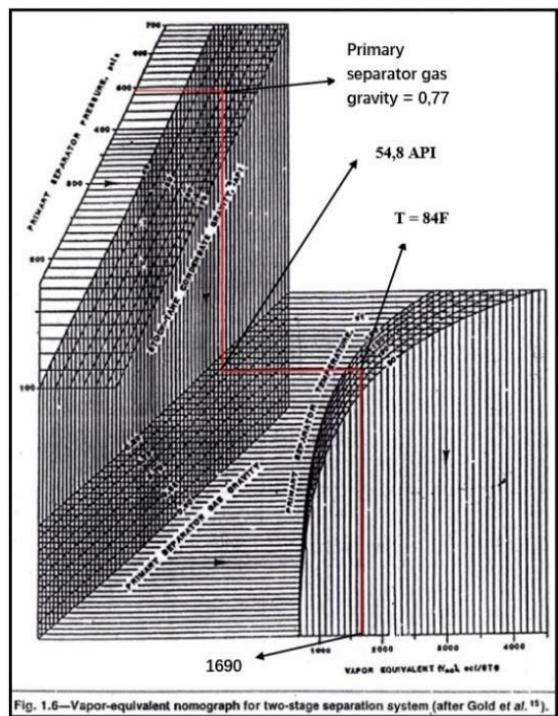
Tabel 3. Komposisi Hidrokarbon

Senyawa	Percentase	Keterangan
C ₁	87,5936 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
C ₂	4,1441 %	<i>Dry Gas</i>
C ₃	2,0014 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
C ₄	1,2174 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
C ₅	0,5584 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
C ₆	0,3035 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>
C ₇₊	1,2873 %	<u>Wet Gas / Gas Basah</u>

Berdasarkan analisa data karakteristik fluida reservoir dan komposisi hidrokarbon, jenis reservoir dari reservoir ZX adalah reservoir gas basah atau wet gas reservoir. Dalam perhitungan volume awal gas di tempat pada reservoir berjenis reservoir gas basah, wajib dilakukan pengkoreksian dari data kumulatif produksi gas karena terdapat cairan kondensat yang

ikut terproduksi. Pengkoreksian data kumulatif gas dari Gpdry menjadi Gpwet dengan metode vapor equivalent yang membutuhkan data tekanan dan temperature separator, condensate gravity, dan gas gravity dimana nilai dari tekanan separator, temperature separator, condensate gravity, dan gas gravity berturut-turut adalah 494,7 Psia, 84 °F, 54,8 °API, dan 0,77. Dikarenakan reservoir

ZX menggunakan two stage separation system, data-data pengkoreksian Gp di atas diplot dengan grafik vapor equivalent nomograph for two stage separation system yang dapat dilihat pada gambar 2 dan didapatkan hasil nilai vapor equivalent (Veq) adalah 1690.



Gambar 2. Hasil Plot Grafik Analisis Vapor Equivalent Two Stage Separation System

Berikut adalah hasil kumulatif produksi yang telah dilakukan pengkoreksian dari data Gpdry menjadi Gpwet ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Kumulatif Produksi Reservoir ZX

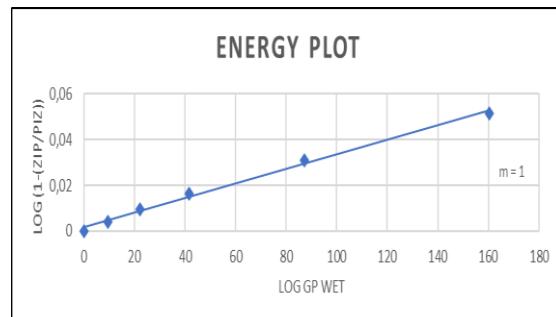
Tekanan (Psia)	Np (MMSTB)	Gp dry (BSCF)	Gp wet (BSCF)
2887,55	224,2657	8,94	9,504
2871,30	579,8524	20,73	22,130
2849,89	1076,71	39,88	41,496
2803,37	2229,559	81,67	87,102
2739,60	4056,501	150,54	160,467

Sebelum melakukan analisa identifikasi jenis tenaga dorong yang bekerja di reservoir, dianalisa terlebih dahulu keberadaan dari water influx. Ada tidaknya keberadaan water influx dapat diperoleh dengan metode energy plot dimana pada metode energy plot dilakukan plot antara 1-

(ZiP/PiZ) Vs Gpwet dimana Gpwet berada pada sumbu X. Nilai slope (m) yang terbentuk bernilai 1 yang menandakan tidak terdapatnya water influx pada reservoir. Pada reservoir gas, jenis tenaga dorong yang tidak memiliki water influx adalah depletion gas drive. Dari hasil metode energy plot dapat diperkirakan jenis tenaga dorong yang bekerja pada reservoir ZX adalah depletion gas drive dan dapat diamati pada tabel 5 dan gambar 3 berikut.

Tabel 5. Perhitungan Energy Plot

Tekanan (Psia)	Z	1- (ZiP/PiZ)	Gp wet (BSCF)
2900,73	0,9030	0	0
2887,55	0,9027	0,00416	9,504
2871,30	0,9022	0,0093	22,130
2849,89	0,9017	0,016	41,496
2803,37	0,9	0,031	87,102
2739,60	0,899	0,052	160,467

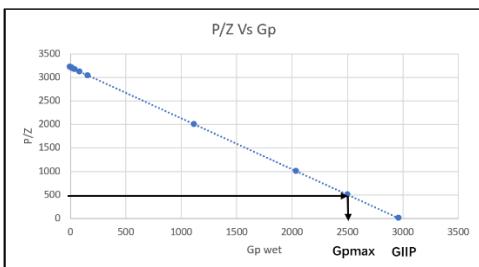


Gambar 3. Energy Plot

Untuk memperjelas dan memperkuat dugaan jenis tenaga dorong reservoir yang didapat dari metode energy plot, dilakukan analisa jenis tenaga dorong reservoir dengan metode P/Z Vs Gp, dimana Gp yang dipakai adalah Gpwet. Data perhitungan dan grafik dari metode P/Z Vs Gp dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 4 berikut.

Tabel 6. Perhitungan Metode P/Z Vs Gp

Tekanan (Psia)	Z	P/Z	Gp wet (BSCF)
2900,73	0,9030	3212,134	0
2887,55	0,9027	3201,846	9,504
2871,30	0,9022	3188,181	22,130
2849,89	0,9017	3167,221	41,496
2803,37	0,9	3117,859	87,102
2739,60	0,899	3038,455	160,467

**Gambar 4.** Metode P/Z Vs Gp

Garis hasil plot pada gambar 3 terbentuk lurus yang menandakan jenis tenaga dorong yang bekerja pada reservoir adalah *depletion gas drive*. Berdasarkan hasil dari metode *energy plot* dan P/Z Vs Gp, maka jenis tenaga dorong yang bekerja pada reservoir ZX adalah *depletion gas drive*.

Penentuan volume isi awal gas di tempat pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu menggunakan metode volumetrik, metode *Material Balance*, dan metode P/Z Vs Gp. Dalam perhitungan isi awal gas di tempat dengan metode volumetrik digunakan data volumetrik lapangan seperti data bulk volume, ketebalan, porositas rata-rata, saturasi air connate rata-rata, dan faktor volume formasi gas awal. Data volumetrik reservoir ZX dapat diamati pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Data Volumetrik

Data	Nilai
Volume Bulk, Acre.ft	1770000
ϕ	0,2479
Swi	0,0493
Bgi, Cuft/SCF	0,0061

Dengan menggunakan data volumetrik dia atas dan rumus volume gas awal volumetrik, didapatkan nilai volume gas awal di tempat dengan menggunakan metode volumetrik sebesar 2967,78398 BSCF.

Metode kedua dalam penentuan isi awal gas di tempat yaitu dengan menggunakan metode *Material Balance*. Penentuan isi awal gas di tempat dengan metode material balance dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan dengan volumetrik. Syarat penggunaan metode *Material Balance* yaitu sumur harus sudah berproduksi, sehingga data yang diterima mendekati kondisi lapangan. Perhitungan isi awal gas dengan *Material*

Balance pada reservoir gas basah (wet gas) dengan jenis tenaga dorong depletion gas drive. Data yang digunakan pada perhitungan *Material Balance* menggunakan data pada tekanan reservoir 2739,59532 Psia. Data untuk perhitungan volume gas awal di tempat dengan metode *Material Balance* dapat diamati pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Data Perhitungan Volume Gas Awal Metode Material Balance

Data	Nilai
Tanggal	5 Desember 2016
Tekanan reservoir	2739,5953 Psia
Bgi	0,0061
Bg	0,00641
Gp wet	160,4669 BSCF

Dengan menggunakan persamaan *Material Balance* yang telah diturunkan berdasarkan jenis tenaga dorong depletion gas drive pada sumur gas, didapatkan nilai volume awal gas di tempat sebesar 3113,1347 BSCF.

Metode ketiga yang digunakan dalam penentuan isi awal gas di tempat adalah metode P/Z Vs Gp. Data dan grafik dari metode P/Z Vs Gp sama dengan tabel 5 dan gambar 2 sebelumnya, dimana nilai volume awal gas di tempat pada metode ini didapatkan dari titik pada sumbu X yang berada pada ujung garis hasil plot antara P/Z Vs Gp. Didapatkan nilai volume awal gas di tempat dengan metode P/Z Vs Gp adalah 2968,77 BSCF.

Berikut merupakan perbandingan hasil dari penentuan isi awal gas di tempat dari metode volumetrik, metode *Material Balance*, dan metode P/Z Vs Gp yang dapat diamati pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Perbandingan Nilai Volume Awal Gas

Metode	G
Volumetrik	2967,784 BSCF
<i>Material Balance</i>	3113,135 BSCF
P/Z Vs Gp	2968,77 BSCF

Beda persentase antara perhitungan isi awal gas di tempat dengan menggunakan

metode volumetrik dengan menggunakan metode Material Balance adalah 4,67%.

Dari grafik plot metode P/Z Vs Gp selain untuk mendapatkan nilai isi awal gas di tempat, dapat juga untuk mendapatkan nilai Gpmax. Gpmax adalah nilai kumulatif gas maksimal yang dapat diproduksikan. Gpmax didapatkan dari nilai Gp pada saat tekanan abandonment. Tekanan abandonment pada reservoir ZX berada pada 500 Psia dan didapatkan nilai Gpmax sebesar 2506,791 BSCF. Nilai Gpmax dapat digunakan untuk menentukan nilai dari recovery factor. Besar nilai recovery factor dari penggunaan metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp dapat diamati pada tabel 10 berikut.

Tabel 10. Perbandingan Recovery Factor

Metode	Recovery Factor
Volumetrik	84,467%
Material Balance	80,523%
P/Z Vs Gp	84,438%

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai perhitungan isi awal gas di tempat dan identifikasi tenaga dorong reservoir zx dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan analisa kualitatif dapat disimpulkan bahwa reservoir ZX merupakan reservoir gas berjenis wet gas reservoir.
2. Dari hasil metode energy plot pada gambar 3 dengan nilai slope adalah 1, maka pada reservoir ZX tidak terdapat water influx sehingga jenis tenaga dorong alamiah pada reservoir ZX adalah depletion gas drive dan berdasarkan plot P/Z Vs Gp garis yang terbentuk lurus terlihat pada gambar 4 sehingga reservoir ZX memiliki tenaga dorong yaitu depletion gas drive.
3. Hasil perhitungan isi awal gas di tempat pada reservoir ZX dengan menggunakan tiga metode yaitu metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp berturut-turut adalah

2967,784 BSCF, 3113,135 BSCF, dan 2968,77 BSCF dengan perbedaan GIIP metode volumetrik dengan Material Balance sebesar 4,67%.

4. Nilai RF reservoir ZX dengan menggunakan metode volumetrik, Material Balance, dan P/Z Vs Gp berturut-turut adalah 84,467%, 80,523%, dan 84,438%, sehingga besar nilai RF pada metode volumetrik, Material Balance dan P/Z Vs Gp sesuai dengan besar nilai RF pada reservoir gas dengan jenis tenaga dorong depletion gas drive.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T. (2006). *Reservoir Engineering Hand Book*, 3ed, Gulf Professional Publishing, Oxford.
- Cole, F. W. (1961). *Reservoir Engineering Manual* (4th ed.). Gulf Professional Publishing, Texas.
- Dake, L. P. (1978). *Fundamentals of reservoir engineering* (First). Elsevier Science, The Hague.
- Hagoort, Jacques. (1998), *Fundamentals of Gas Reservoir Engineering*. Elsevier, Oxford.
- Ikoku, C.U.. (1984). *Natural Gas Reservoir Engineering*. The Pennsylvania University.
- Omar Al-Fatlawi, Md Hossain Mofazzal, Steven Hicks, and Ali Saeedi. (2016). *Developed Material Balance Approach for Estimating Gas Initially in Place and Ultimate Recovery for Tight Gas Reservoirs*.

Rukmana, D., Kristanto, D.dan Aji, C.D..(2012). *Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi.* Pohon Cahaya, Yogyakarta.

S. Moghadam, O. Jeje, L. Mattar. (2009). *Advanced Gas Material Balance, in Simplified Format.*

Sumantri, R.. (1996). *Buku Pelajaran Teknik Reservoir.* Universitas Trisakti, Jakarta.

Wattenbarger, Robert.A., dan John Lee. (1996). *Gas Reservoir Engineering.* Society of Petroleum Engineers.