

Analisa Dan Optimasi Recovery Perolehan Cadangan Gas Dengan Melihat Parameter Design Sumur Pada Struktur Musi Barat Di Lapangan Riyadh

Rycha Melysa¹, Agus Masduki², Idham Khalid³
¹Jurusan Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau

Abstrak

Lapangan Riyadh merupakan lapangan yang memiliki potensi cadangan gas. Berdasarkan hasil perkiraan cadangan secara *volumetric* lapangan Riyadh memiliki cadangan sebesar 686.334 Bcf. Lapangan Riyadh ini memiliki 28 sumur yaitu hanya 20 sumur yang berproduksi hingga tahun 2016. Perolehan gas pada lapangan Riyadh hingga akhir tahun 2016 yaitu sebesar 505.336 Bcf. Maka perlu dilakukan perkiraan cadangan berdasarkan material balance dan melakukan optimasi recovery perolehan gas sesuai dengan *design* sumur di lapangan riyadh. Pada lapangan Riyadh ini dilakukan analisa *forecast* tekanan terhadap kumulatif produksi gas untuk mengetahui tekanan pada kumulatif produksi gas terhadap waktu. Selanjutnya dilakukan perhitungan perkiraan cadangan dengan metode plot P/z vs Gp dan dilakukan identifikasi *driving mechanism*. Dari hasil perkiraan cadangan dapat dihitung perkiraan *recovery factor current* dan *recovery factor predict*. Tahap optimasi *recovery* perolehan gas dilakukan dengan prosper dan mbal *software*.

Hasil perkiraan cadangan gas dengan material balance plot P/z vs Gp sebesar 702.895 Bcf. Analisa plot P/z vs Gp dapat diketahui bahwa reservoir pada lapangan Riyadh dipengaruhi aquifer influx sehingga dapat di indikasi dari hasil metode cole plot, *driving mechanism* lapangan Riyadh ini adalah *strong water drive*. kemudian dari hasil perhitungan cadangan plot P/z vs Gp untuk RF current sebesar 72 % dengan RF prediksi 82 % berdasarkan manual. Setelah dilakukan simulasi Mbal *recovery* perolehan gas pada lapangan Riyadh dapat di optimasi sampai 85 % berdasarkan parameter *design* sumur yaitu tubing 3 inch.

Kata-Kata kunci: *Recovery, reserves, driving mechanism*

Koresponden Penulis : richamelysa@eng.uir.ac.id

Abstrack

Riyadh field is a field with potential gas reserves. Based on the results of volumetric reserves in the Riyadh field it has a reserve of 686,334 Bcf. The Riyadh field has 28 wells, with only 20 wells producing by 2016, the gas gains in Riyadh 2016 amounted to 505,336 Bcf. Furthermore, it needs to be done to make improvements of forecasting reserve by using the material balance and optimization of gas recovery that suitable with the well design in the Riyadh field. In the Riyadh field, forecast analysis of the pressure on the cumulative production of gas to determine the pressure on the cumulative gas production over time. Furthermore, the calculation of reserve estimates by plot method P / z vs Gp and identification of driving mechanism from the estimates of reserves can be calculated estimates of recovery factor current and recovery factor predict the recovery gas recovery optimization step is performed with prosper and mbal software.

The result of gas reserve estimation with material plot balance of P / z vs. Gp is 702,895 Bcf. Analysis plot P / z vs. Gp can be seen that the reservoir on the field Riyadh influenced aquifer influx so that it can be in indication of the results of Cole plot method, driving mechanism Riyadh field is strong water drive. Then from the calculation of plot calculation P / z vs Gp for RF current of 72% with RF prediction 82% based on manual. After simulation Mbal recovery of gas recovery in Riyadh field can be optimized up to 85% based on well design parameter that is 3 inch tubing.

Key words: *Recovery, reserves, driving mechanism*

Corresponding Author : richamelysa@eng.uir.ac.id

PENDAHULUAN

Gas merupakan salah satu *energy* yang saat ini dikembangkan. Untuk mendapatkan *energy* ini perlu dilakukan tahap yang disebut dengan eksplorasi. Kegiatan eksplorasi ini adalah kegiatan tahap pencarian *energy* bumi yaitu dengan melakukan interpretasi geologi sehingga menghasilkan data yang dapat dilakukan perkiraan cadangan. Perkiraan cadangan merupakan proses kuantifikasi formal suatu endapan hidrokarbon (Gas).

Pada dasarnya prinsip perhitungan cadangan berdasarkan hasil suatu perkiraan. Adapun metode perkiraan cadangan gas yaitu salah satunya adalah metode *material balance* Plot P/z vs Gp. Metode ini dilakukan perhitungan perkiraan cadangan berdasarkan sejarah tekanan dan sejarah produksi. Metode material balance

Plot P/z vs Gp dan *mengoptimasi recovery* perolehan gas dengan melihat parameter *design* sumur lapangan Riyadh dan melakukan analisa untuk manifold *pressure* yang sesuai agar setiap sumur dapat berproduksi dengan baik tanpa ada kehilangan produksi.

Perhitungan perkiraan cadangan dapat dilakukan dengan berbagai metode. Seiring perkembangan teknologi, maka metode perhitungan cadangan hingga dengan pengembangan dapat dilakukan dengan menggunakan *software* seperti Simulator IPM, Mbal dan Prosper, tanpa mengubah filosofi perhitungannya.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini adalah menganalisis data cadangan gas, diving mechanism dan optimasi dari lapangan dengan pendekatan matematis dan software Simulator IPM, Mbal dan Prosper.

TEORI DASAR

Cadangan Gas material balance

Prinsip kekekalan massa yang dapat digunakan untuk reservoir gas, menyatakan hubungan *material balance*, sebagai berikut :

“*Massa gas terproduksi = Massa semula di reservoir – massa sisa di reservoir.*”

Persamaan *material balance* untuk term standard cuft, adalah :

$$SCF \text{ yang diproduksi} = SCF \text{ semula} + SCF \text{ sisa}$$

Material balance dalam term mole gasnya, sebagai berikut :

$$n_p = n_i - n_f \quad (1)$$

Dimana p, i, dan f menunjukkan yang diproduksi, mula-mula, dan akhir. Bila V_i adalah volume pori gas semula dalam cuft, dan V_f adalah tekanan akhirnya, W_e adalah cuft air yang masuk ke dalam reservoir, maka volume akhir (V_f) dalam bentuk satuan SCF.

$$V_f = V_i - (W_e + W_p B_w) \quad (2)$$

V_f , V_i , W_e , dan $W_p B_w$ dalam reservoir barrel, B_w adalah faktor volume formasi air dalam *reservoir barrel* per *stock tank barrel*. Dari hukum gas didapat :

$$n = \frac{PV}{zRT}, \text{ maka } n_p = \frac{p_b G_b}{z_b RT_b}; n_i = 5,615 \frac{p_i V_i}{z_i RT} \quad (3)$$

Dan

$$n = 5,615 \frac{p_i V_i}{z_i RT} = 5,615 \frac{P(V_i - W_e + W_p B_w)}{zRT} \quad (4)$$

keterangan :

Gp = Kumulatif produksi gas dari P_i ke P, scf.

R = Konstanta gas, 10.732 cuft-psi/lbmol-⁰R.

T = Temperatur reservoir (460 + °F), °R

Dengan demikian, V_i dalam term G (scf gas mula-mula) dan substitusi B_{gi} dan B_g pada tekanan P_i dan P menjadi :

$$Gp = \frac{G(B_g - B_{gi}) + W_e - W_p B_w}{B_g} \quad (5)$$

Untuk Reservoir tanpa water influx dan Produksi air persamaan menjadi :

$$Gp = 5.615 \frac{z_b T_b}{p_b T} \left[\frac{p_i}{z_i} - \frac{p}{z} \right] \quad (6)$$

$$Gp = \frac{G (Bg - Bgi)}{Bg} \quad (7)$$

$$G = \frac{Gp Bg}{Bg - Bgi} \quad (8)$$

keterangan :

Gp = Kumulatif produksi gas dari Pi keP, scf.

z_b = Gas deviation factor pada kondisi standar.

z_i = Gas deviation factor pada mula-mula.

z = Gas deviation factor pada reservoir.

T_b = Temperatur standar, °R.

T = Temperatur reservoir, °R.

p_b = Tekanan pada kondisi standar, psia.

p_i = Tekanan mula-mula, psia.

p = Tekanan reservoir, psia.

We = *water influx (encroachment)* kumulatif dari Pi menuju P, STB

Wp = produksi air kumulatif dari pi menuju p, STB

Metode pertama untuk untuk mendeskripsikan *water drive mechanism* adalah analisa data produksi dari sumur-sumur yang dibor pada bagian bawah struktur atau dari analisa log atau analisa DST (*Drill Stem test*) dari sumur-sumur yang dibor pada bagian bawah struktur setelah sejumlah gas telah diproduksi dan beberapa kenaikan batas kontak gas-air.

Metode kedua untuk memperkirakan *water influx* adalah dengan menyusun kembali persamaan *material balance* dan menentukan besarnya kombinasi jumlah gas mula-mula didalam reservoir ditambah *water influx* kumulatif pada beberapa waktu yang berbeda. Jumlah gas mula-mula di dalam reservoir adalah konstan terhadap waktu atau jumlah yang diproduksi, sehingga plot G versus Gp harus merupakan garis horizontal.

$$G = \frac{Gp Bg}{Bg - Bgi} \quad (9)$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung G pada suatu reservoir dimana terdapat *water influx*, harga G yang dihitung akan terus bertambah sebagaimana Gp bertambah.

Hal ini disebabkan persamaan *material balance* yang digunakan tidak benar. G yang dihitung sebenarnya adalah G + f(we), dimana f(we) merupakan *water influx*. Dengan menyusun kembali Persamaan *Material Balance* yaitu

$$G + \frac{We + Wp Bw}{Bg - Bgi} = \frac{Gp Bg}{Bg - Bgi} \quad (10)$$

Dimana We (*Water influx*) dapat dicari dengan persamaan yaitu :

$$We = Gp Bg - G (Bg - Bgi) \quad (11)$$

Metode P/z vs Gp

Metode Cole Plot merupakan metode untuk melihat perilaku reservoir dengan melakukan Plot $G_p.B_g/(B_g-B_{gi})$ terhadap G_p untuk melihat indikasi *water influx* dan *driving mechanism* serta pembeda antara *water drive* dan *depletion drive*. metode cole ini adalah metode plot yang berasal dari persamaan material balance secara umum yaitu :

$$F = G.E_t + W_e \quad (12)$$

Dimana F adalah kumulatif reservoir voidge

$$F = G_p.B_g + W_p.B_w \quad (13)$$

Et adalah kumulaif ekspansi Total :

$$E_t = E_g = B_g - B_{gi} \quad (14)$$

Setelah persamaan $F = G.E_t + W_e$ disubstitusikan dengan persamaan $F = G_p.B_g + W_p.B_w$ maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{G_p.B_g}{B_g-B_{gi}} = G + \frac{W_e-W_p.B_w}{B_g-B_{gi}} \quad (15)$$

Jika reservoir gas tersebut berjenis *depletion drive*, maka grafik hasil plot akan berbentuk horizontal, dengan Y-axis = OGIP. Namun, jika reservoir gas tersebut berjenis *water drive* maka plot tidak akan berbentuk horizontal dan akan memiliki kemiringan (*slope*), yang berbeda-beda antara *strong water drive*, *moderate water drive* dan *weak water drive*.

Simulator IPM 7.5 Petroleum Expert

Mbal 10.5

MBAL adalah seperangkat alat untuk menganalisis reservoir yang menggunakan data sejarah produksi reservoir dan data PVT dari fluida yang diproduksi untuk memperkirakan *Stock Tank Original Gas In Place* (STOGIP) dengan memperhitungkan keseimbangan massa, serta mengidentifikasi mekanisme pendorong reservoir. Data PVT serta sejarah produksi yang lengkap dan baik untuk dimasukkan ke dalam MBAL sebagai data Input.

Prosper 11.5

PROSPER adalah seperangkat program yang digunakan untuk membuat model sumur, guna menganalisa dari aspek PVT (karakteristik fluida), korelasi yang digunakan untuk menghitung *pressure loss* di tubing dan merupakan perhitungan terhadap *vertical lift performance*, serta dapat menentukan kurva IPR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Musi Barat Lapangan Riyadh berdasarkan data PT.Pertamina EP Prabumulih bahwa diperkirakan cadangan gas berdasarkan *volumetric* dengan menggunakan alat planimeter yaitu IGIP (*Initial Gas in Place*) P1 686,334.983 MMCF.

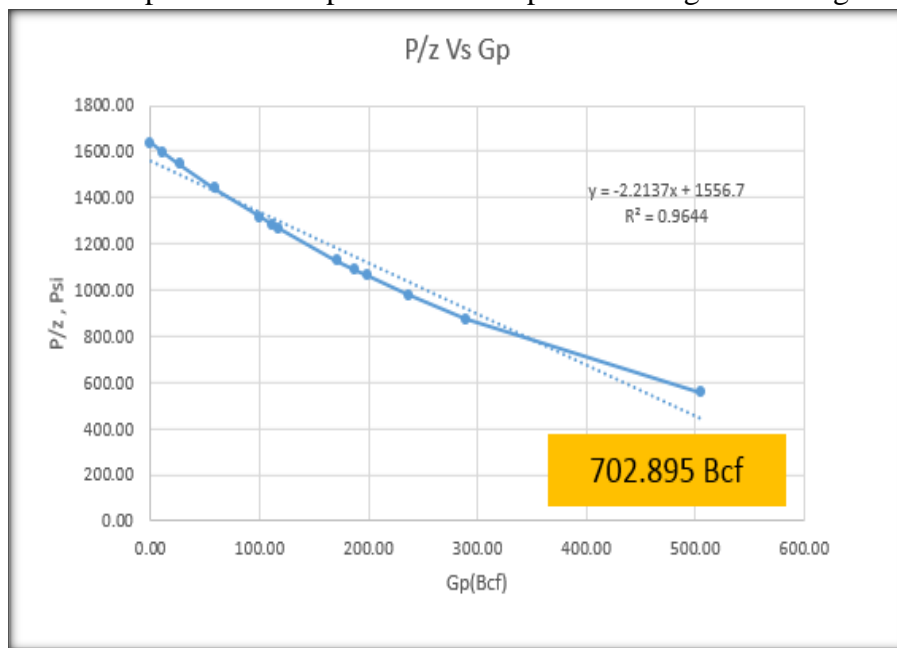
Perkiraan Cadangan Gas Dengan Metode P/z vs Gp

Metode P/z vs Gp adalah metode memperkirakan cadangan dengan mengabaikan $W_e = 0$. Adapun parameter yang berpengaruh terhadap perkiraan cadangan ini adalah Z faktor.berikut tabel hasil P/z terhadap kumulatif produksi gas

Tabel 1. Hasil Perhitungan P/z vs Gp

Tanggal	Gp(Bcf)	p/z (Psi)
Dec-95	0.00	1637.19
Dec-05	10.81	1598.95
Dec-06	26.50	1545.06
Dec-07	59.07	1439.10
Dec-08	99.97	1316.52
Feb-09	110.9973	1285.35
Mar-09	117.1504	1268.27
Dec-09	170.9428	1128.82
Mar-10	188.1634	1087.64
May-10	199.2989	1061.85
Dec-10	236.5725	980.05
Dec-11	289.4469	875.15
Dec-16	505.33	554.42

Pada tabel diatas maka dapat dilakukan plot P/z terhadap kumulatif gas.berikut grafik P/z vs Gp :



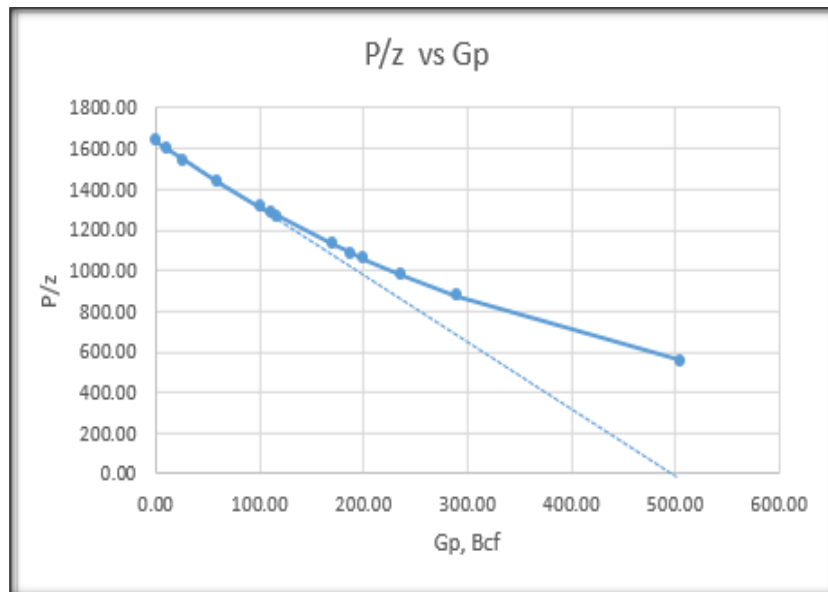
Grafik 1. Hasil Plot P/z vs Gp

Hasil perkiraan cadangan dapat diketahui berdasarkan persamaan pada *trendline* yaitu $y = - 2.2137x + 1556.9$ maka dengan persamaan ini dapat diperkirakan cadangan gas pada lapangan Riyadh

$$\begin{aligned}
 IGIP &= \frac{1556.9}{2.2137} \\
 &= 702.895 \text{ Bcf}
 \end{aligned}$$

Identifikasi *Driving Mechanism* Lapangan Riyadh

Untuk mengetahui *driving mechanism* pada lapangan Riyadh dapat dilakukan dengan analisa pada plot P/z vs G_p dan metode cole plot berdasarkan teori pada (Beggs, Dale H; "Gas Production Operations" 1984). Perlu diketahui jika terjadi perembesan air (*reservoir water drive*), volume hidrokarbon reservoir tidak konstan terhadap waktu sebagai akibat plot P/z versus G_p tidak berupa garis lurus. Hasil plot kurva suatu *reservoir water drive*, biasanya cekung (terbuka) ke atas. Karena adanya *water influx*, maka penurunan tekanan bersama produksi tidak begitu cepat daripada di bawah pengaruh volumetris (*depletion drive*). berikut hasil dari Plot P/z vs G_p lapangan Riyadh dengan hasil garis tidak berupa garis Lurus



Grafik 2 Hasil Plot P/Z vs G_p Indikasi *Water Influx*

Jadi dapat dilihat pola bahwa pada grafik di atas menunjukkan adanya efek dari *water influx* sebagai *reservoir water drive*.

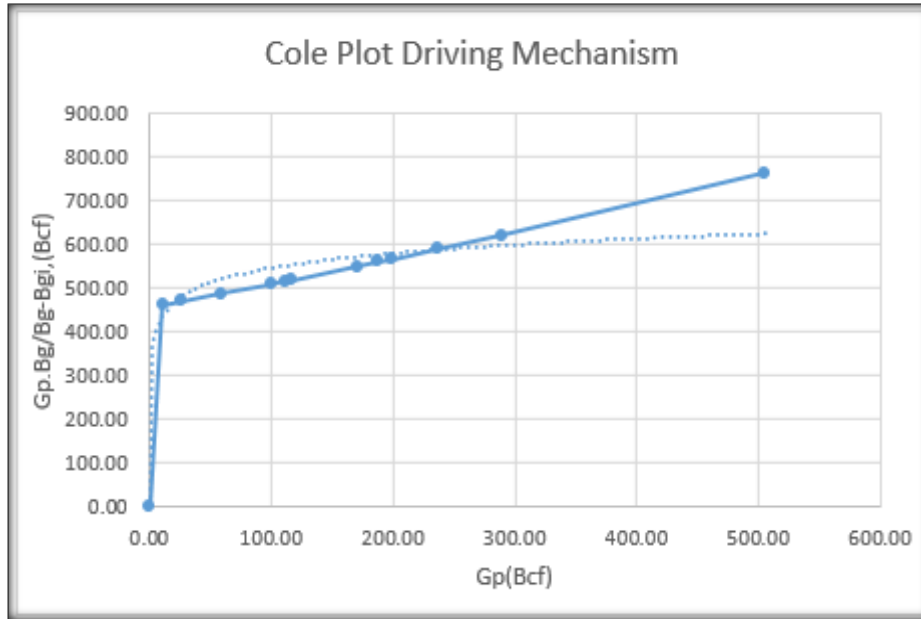
Kemudian indikasi yang menyatakan bahwa reservoir lapangan Riyadh ini merupakan reservoir dengan *driving mechanism Strong water drive* dapat dilakukan dengan analisa Cole plot yaitu Cole mengusulkan untuk melakukan plot $G_p \cdot B_g / B_g - B_{gi}$ pada Y-axis dan kumulatif produksi X gas (G_p). Nilai faktor volume formasi gas dihitung menggunakan persamaan:

$$B_g = 0,02829 \cdot Z \cdot T_r / P_r, \text{ Cuft/Scf}$$

Keterangan :

- B_g = Faktor volume formasi gas, Cuft/scf
- Z = Faktor deviasi gas
- T_r = *Temperature* Reservoir, °R
- P_r = *Pressure* Reservoir, Psi

Jika reservoir gas tersebut berjenis *water drive* maka plot tidak akan berbentuk horisontal dan akan memiliki kemiringan (*slope*), yang berbeda-beda antara *strong water drive*, *moderate water drive* dan *weak water drive*. Berikut hasil Cole Plot untuk reservoir pada lapangan riyadh :



Grafik 3 Hasil Cole Plot Reservoir Lapangan Riyadh

Pada grafik 3 dapat dilihat dengan membandingkan dengan teori cole plot bahwa *driving mechanism* reservoir Lapangan Riyadh yaitu *Strong water drive*. Hasil Plot pada gambar 3 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Cole Plot Lapangan Riyadh

Gp(Bcf)	Bg (cuft/scf)	GpBg/Bg-Bgi
0.00	0.01071	0.00
10.81	0.01096	462.73
26.50	0.01134	470.85
59.07	0.01218	488.17
99.97	0.01331	510.40
111.00	0.01364	516.49
117.15	0.01382	519.88
170.94	0.01553	550.52
188.16	0.01612	560.56
199.30	0.01651	567.12
236.57	0.01788	589.39
289.45	0.02003	621.85
505.33	0.03161	764.08

Optimasi Recovery Perolehan Gas dengan Simulator IPM 7.5

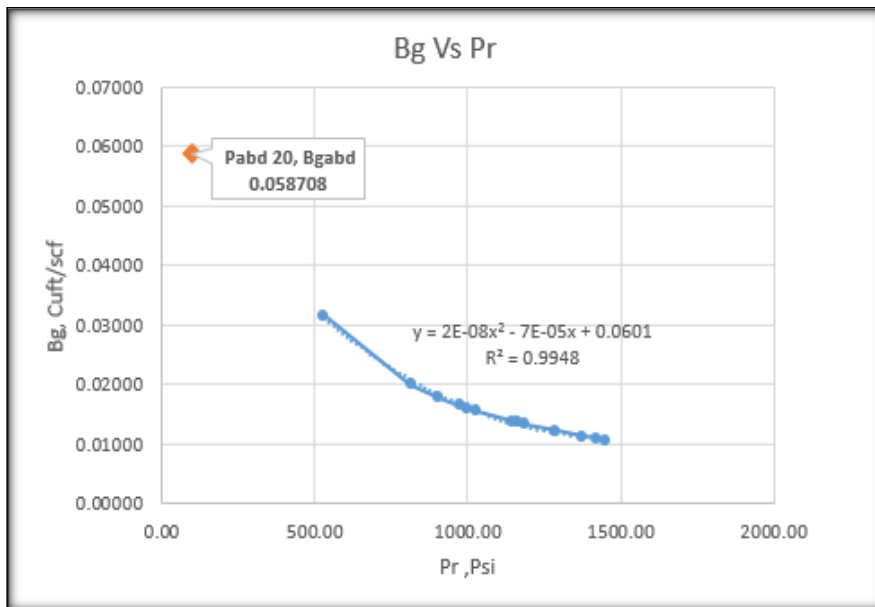
Lapangan Riyadh terdiri dari 20 sumur produksi gas berdasarkan *well diagram* ukuran tubing yang digunakan yaitu tubing 3 inch oleh karena itu dilakukan tahap optimasi *recovery* perolehan gas berdasarkan parameter *design* sumur.

Kemudian telah diketahui bahwa perkiraan cadangan pada lapangan Riyadh yaitu 702895 MMcf. Dapat diperkirakan RF prediksi pada lapangan riyadh dengan persamaan kesetimbangan materi. Berikut hasil tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Perkiraan Cadangan Lapangan Riyadh

Tahun	IGIP (Bcf)	Gp (Bcf)	RF <i>current</i> %	RF prediksi %	EUR (Bcf)	Remaining (Bcf)
2016	702.895	505.33	72 %	82 %	574.718	63.388

Untuk mendapatkan Bga dapat ditentukan dari grafik Bg terhadap tekanan reservoir. Tekanan *abandon* ditetapkan yaitu 20 Psi berdasarkan ketentuan *Exploitation* PT.Pertamina EP karena yang diharapkan tekanan *abandon* sekecil mungkin sehingga produksi gas dapat diperoleh sebanyak mungkin.berikut cara untuk mendapatkan Bga (Faktor volume formasi gas *abandon*).



Grafik 4. Faktor Volume Formasi Gas *Abandon*

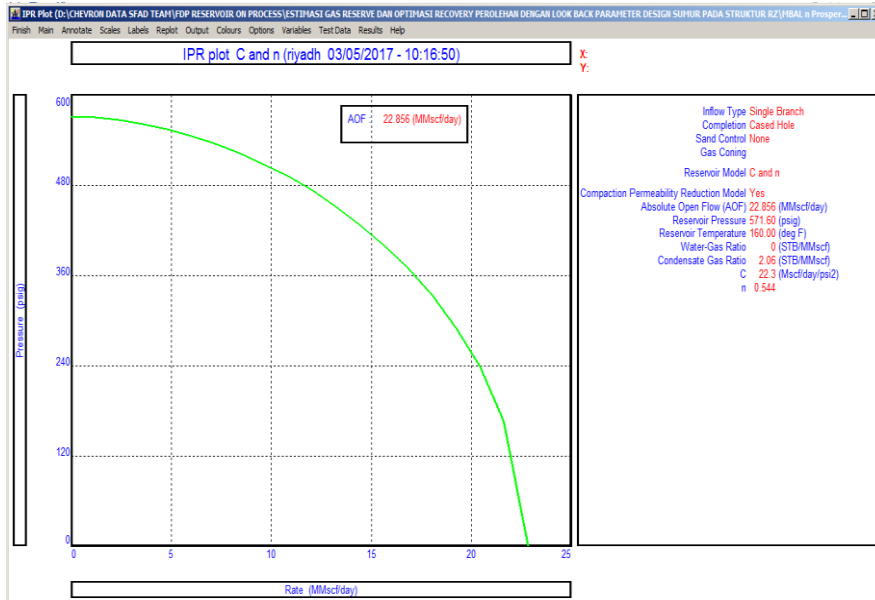
Pada grafik di atas maka didapatkan persamaan yaitu $y = 2E-08x^2 - 7E-05x + 0.0601$. variable x adalah tekanan *abandon* yaitu pada tekanan *abandon* 20 psi.

$$\begin{aligned}
 Bga &= 2E - 0.8 \times 20^2 - 7E - 05 \times 20 + 0.0601 \\
 &= 0.05870 \text{ cuft/scf}
 \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa lapangan Riyadh dapat diperkirakan memiliki potensi perolehan gas hingga 82 % dengan perkiraan *recoverable* yaitu 574.718 sehingga dari RF *current* 72 % dapat diperkirakan perolehan gas sebesar 69.39 Bcf. Perkiraan ini masih dalam perhitungan tanpa efek dari parameter *design* sumur yang akan dilakukan dalam simulasi Mbals.

Prosper

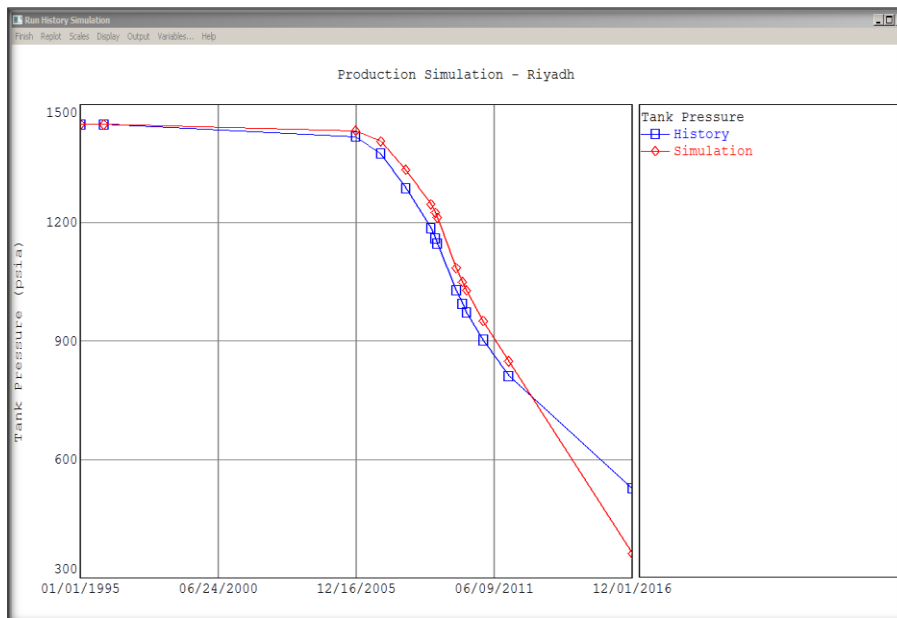
Pada bagian prosper akan ditentukan *sensivity* 3 variable system yaitu variable *condensate gas rasio*, *water gas rasio* dan *pressure* tujuannya yaitu untuk data *tubing performance curve*.



Grafik 5. Hasil *Absolut Open Flow* Sumur RJ-01

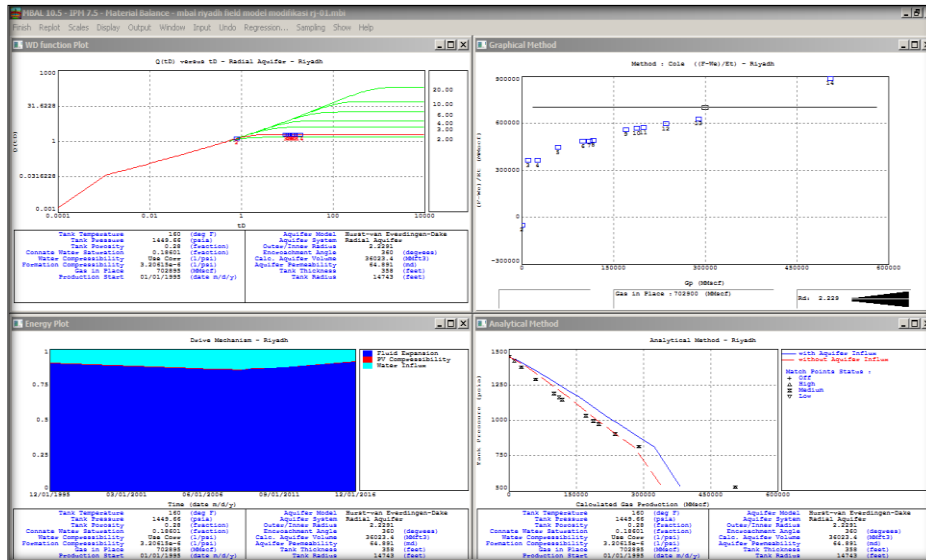
Mbal

Dari hasil *run simulation* dapat dilakukan plot untuk melihat data *history* dan data hasil simulasi . berikut hasil *history matching* pada tekanan terhadap waktu :



Grafik 6. *History Matching* Lapangan Riyadh

Dapat disimpulkan bahwa perbandingan data history terhadap simulasi dikategorikan *matching* dengan % *error* sebesar 1.32 %. kemudian dapat dilihat hasil grafik model tank reservoir sehingga dapat dilakukan deskripsi terhadap reservoir lapangan riyadh sebagai berikut :



Grafik 7. Deskripsi Reservoir Lapangan Riyadh

KESIMPULAN

1. Dari Hasil perhitungan cadangan gas dengan metode *Material Balance P/z vs Gp* didapatkan hasil perkiraan cadangan gas sebesar 702.895 Bcf
2. Berdasarkan analisa dari metode *P/z vs Gp* dapat dilihat bahwa reservoir gas pada struktur musri barat Lapangan Riyadh dipengaruhi oleh aquifer influx sehingga dari hasil Cole Plot di Identifikasi bahwa *driving mechanism* reservoir gas di Struktur Musri Barat Lapangan Riyadh adalah *Strong Water Drive*
3. Kemudian pada hasil prediksi bahwa perkiraan *recovery* perolehan gas secara manual yaitu 82 % tanpa efek parameter *design* sumur yaitu tubing dan dilakukan optimasi *recovery* perolehan gas dengan simulasi Mbal didapatkan hasil *recovery* perolehan yaitu 85 % 601993 MMscf sampai tahun 2028.maka dapat diartikan dari RF current 72 % dapat dioptimalkan hingga RF 85 % .dan dengan tubing 3 inch sudah optimum untuk mencapai *recovery* perolehan gas tanpa ada setiap sumur yang terjadi kehilangan produksi dipertengahan tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek, 2000, "Reservoir Engineering Handbook", Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- Beggs, Dale. H. 1984, "Gas Production Operation",
- Chi U.Ikoku, 1992, " Natural Gas Reservoir Engineering", Krieger Publishing Company, Malabar. Florida.
- Craft, B. C. and Hawkins, 1959, M. F.: "Applied Petroleum Reservoir Engineering", NJ, USA.: pp 70-71. Prentice Hall.
- Dake, L.P., 1978, "Fundamentals of Reservoir Engineering", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York.
- Emil, Burchik J, 1983, "Properties of Petroleum Reservoir Engineering", Professore emirtus of petroleum and Natural Gas Engeniering The Pennsylvania State University.

- John Lee W., Wattenbarger Robert A., 1996, "Gas Reservoir Engineering", Society of Petroleum Engineer.
- Jr, Mc. Cain, William D., 1999 "The Properties of Petroleum Fluids 2nd Ed.", Pennwell Books, Tulsa, Oklahoma, United States.
- P.M Dranchuk-J.H.Abou Kassem:" Calculation of Z factor for Natural Gases Using Equation of State", JCPT73-03-03
- Sutton, R.P, 1985, "Compressibility Factor for High-Molecular-Weight Reservoir Gases", SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Las Vegas, Nevada, USA.