

9_Semnas_Jun_2007.pdf

By A.M. Suranto

1

ESTIMASI CADANGAN HIDROKARBON DENGAN SIMULASI MONTE CARLO DALAM RANGKA PENGELOLAAN SUMBERDAYA MIGAS

Suranto

Mth. Kristiati EA

Staff Pengajar Jurusan Teknik Perminyakan

Abstrak

Ketika keberadaan hidrokarbon sudah ditemukan dengan suatu sumur eksplorasi, maka langkah selanjutnya adalah memperkiraan jumlah hidrokarbon yang dimaksud. Dalam perhitungan ini banyak sekali vareabel yang uncertainly-nya (ketidakpastian) tinggi, seperti ketebalan, saturasi, pelamparan dsb. Oleh sebab itu perlu dilakukan simulasi agar mendapatkan hasil yang lebih signifikan.

Simulasi Montecarlo adalah suatu teknik pemodelan perhitungan dengan mengakomodir vareabel-vareabel yang mempunyai harga tidak pasti. Vareabel-vareabel tersebut mempunyai range (antara) yang berupa nilai minimum dan maksimum atau bisa juga ditambah dengan nilai tengah. Proses perhitungan dilakukan dengan persamaan yang eksak, tetapi dikombinasi dengan angka yang random, sehingga setiap perulangan perhitungan akan mempunyai nilai eksak yang berbeda.

Hasil akhir dari perhitungan dengan simulasi monte carlo adalah mendapatkan harga yang sifatnya optimis, menengah dan pesimis. Dalam dunia perminyakan sering disebut sebagai cadangan proven, probable dan possible.

Abstract

If the hydrocarbon have been convenient with exploration well, then the next step is to calculate initial hydrocarbon in place. High uncertain variables will be found in the calculation, such as thickness, saturation, horizon, etc. Therefore, a simulation is very important to obtain good results.

Monte Carlo simulation is a technique of calculating model which accommodates uncertain variables. The variables have a maximum and minimum range or sometimes the mean value will be added. The calculation is exact method but combination with random number, so every calculation has different point.

The result of calculation using Monte Carlo simulation shows optimistic, modest, and pessimistic value. In the petroleum industries there are called proven, probable and possible reserve.

1. PENDAHULUAN

Suatu tahapan penting dalam eksplorasi migas adalah penentuan cadangan secara volumetris. Untuk mendapatkan cadangan ini, banyak studi-studi yang harus dilakukan sebelumnya. Studi-studi tersebut tidak dibahas disini, tetapi penentuan cadangan dengan vareabel yang masih mempunyai uncertainly yang tinggi di bahas disini.

Dalam menentukan cadangan hidrokarbon secara volumetric, vareabel-vareabel yang dibutuhkan adalah pelamparan reservoir, besarnya Sw (saturasi air), ketebalan reservoir dan factor volume formasi (FVF).

II. TEORI DASAR

Metoda per¹¹an cadangan primer serta derajat ketelitian hasil perkiraannya akan sangat tergantung pada tersedia data baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif, sesuai dengan tingkat perkembangan suatu lapangan minyak atau gas. Berdasarkan pada kualitas dan kuantitas data yang tersedia Arps membagi tahap produksi primer menjadi tiga perioda, yaitu perioda perbandingan, perioda volumetrik dan perioda produksi.

Pada perioda perbandingan, belum ada satupun sumur yang sudah dibor, sehingga cadangan primer diperkirakan hanya berdasarkan atas parameter-parameter yang besarnya ditentukan secara perbandingan dengan reservoir lain, yang diperkirakan mempunyai kondisi sama. Harga untuk masing-masing parameter mempunyai derajat kepastian rendah. Umumnya untuk menentukan cadangan pada perioda ini adalah dengan cara **Simulasi Monte Carlo**.

1

Periode volumetrik adalah periode yang ditandai dengan adanya pemboran yang dilakukan untuk suatu daerah, dengan satu atau lebih sumur pemboran. Dari data pemboran tersebut maka derajat kepastian tentang produktif tidaknya suatu reservoir dapat diketahui, karena data tentang sifat-sifat batuan dan fluida reservoir sudah dapat diketahui. Pada kondisi-kondisi tertentu, meskipun sudah ada sumur ekplorasi tetapi ketersediaan data ternyata masih meragukan (unconfident) maka perhitungan cadangan dengan cara simulasi monte carlo masih bisa dilakukan.

Didalam periode produksi, sejumlah data produksi yang mencerminkan kelakuan reservoir tersebut akan banyak diperoleh, terutama apabila produksi sudah berjalan cukup lama. Untuk menganalisa kelakuan reservoir dan juga penentuan cadangan dipergunakan Metoda Material Balance dan Decline Curve.

10

II. 1. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo merupakan perangkat analisis berbasis statistik, yang memberikan hasil berupa hubungan antara probabilitas versus harga parameter-parameter kunci seperti cadangan minyak dan gas, modal awal, dan beberapa variable ekonomi penting seperti net present value (NPV), return on investment (ROI)¹. Simulasi Monte Carlo juga merupakan sebagian dari analisis resiko dan seringkali dilakukan bersama dengan atau sebagai alternatif terhadap *decision tree analysis*.

Analisis resiko adalah ungkapan yang erat hubungan dengan analisis pengambilan keputusan, taksiran resiko, manajemen resiko, manajemen portofolio, dan juga optimasi, dimana semuanya bersifat kualitatif sedangkan simulasi Monte Carlo adalah kuantitatif.

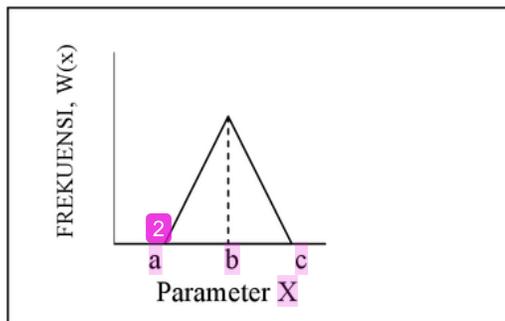
Sebagaimana diketahui, cadangan (R) merupakan fungsi dari beberapa parameter reservoir seperti luas area (A), ketebalan (h), porositas (ϕ), initial water saturation (Swi) dan Recovery Factor (RF). Untuk setiap parameter diatas dapat dibuat distribusi frekuensinya baik untuk suatu reservoir, daerah atau basin dsb. Bila cadangan akan ditentukan besarnya dari distribusi frekuensi untuk masing-masing parameter yang mempengaruhinya, maka akan timbul kesulitan karena secara analitik hal ini sangat sulit untuk dilaksanakan. Simulasi Monte Carlo dapat digunakan sebagai suatu cara atau metoda untuk memecahkan persoalan diatas berdasarkan atas penggunaan sekumpulan bilangan yang disebut sebagai "random number".

II. 2. Distribusi Frekuensi

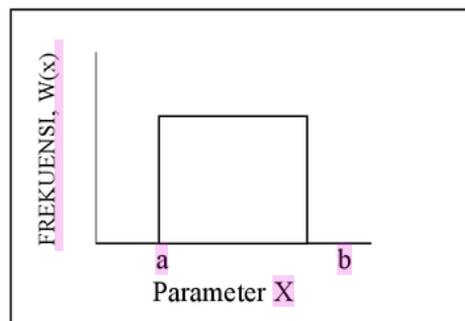
Untuk setiap parameter dapat digambarkan distribusi frekuensinya, sesuai dengan tingkat perkembangan data atau tingkat/derajat kepastian dari masing-masing parameternya, dan secara umum hanya akan dikenal dua macam distribusi, yaitu :

- Distribusi segitiga
- Distribusi segiempat

Seperti halnya distribusi normal, maka luas daerah dibawah kurva distribusi frekuensi adalah sama dengan satu, sehingga harga frekuensi untuk suatu parameter, x, dapat ditentukan.



Gambar 1. Distribusi Segitiga, ϕ , VB



Gambar 2. Distribusi Segiempat, RF

1

Distribusi Segitiga :

1. Frekuensi :

$$X \leq b : w(x) = \frac{2(x-a)}{(c-a)(b-a)}$$

$$X \geq b : w(x) = \frac{2(c-x)}{(c-b)(c-a)}$$

2. Kumulatif frekuensi :

$$X \leq b : W(X < X_i) = 1 - \frac{(x_i - a)^2}{(b-a)(c-a)}$$

$$X \geq b : W(X > X_i) = 1 - \frac{(c - x_i)^2}{(c-b)(c-a)}$$

Distribusi Segiempat :

1. Frekuensi :

$$a < X < b : W(X) = \frac{1}{(b-a)}$$

2. Kumulatif frekuensi :

$$a < X < b : W(X < X_i) = \frac{(x_i - a)}{(b-a)}$$

Harga distribusi kumulatif merupakan suatu harga kemungkinan (probability) untuk suatu harga parameter, X, misalnya untuk harga $X < X_i$, $X > X_i$ ataupun $X_1 < X < X_2$. Bila dilakukan plot antara distribusi kumulatif, W(x) versus parameter, X, maka pada umumnya akan diperoleh suatu garis lurus untuk distribusi segiempat. Distribusi kumulatif, W(X), dapat berupa *cummulative percentage less than*, bila parameternya disusun mulai dari harga paling kecil sampai yang paling besar (ascending order) atau *cummulative percentage greater than* bila parameter disusun mulai dari harga paling tinggi sampai yang paling rendah (descending order).

III. CONTOH KASUS DAN DISKUSI

Lapangan "X" adalah suatu lapangan yang reservoirnya dibentuk dari batuan karbonat massif dan mempunyai penyebaran fracture seperti yang terlihat Gambar 1. Sumur eksplorasi terdiri dari dua sumur yaitu X-01 X-02. Tetapi sumur X-01 mempunyai problem mekanik yang tinggi sehingga dianggap gagal. Satu-satunya sumur yang menembus hingga formasi produktif hanyalah sumur X-02 dan ternyata juga tidak sampai menembus akhir dari formasi produktif. Dari kajian petrofisik tidak ditemukan adanya batas gas air (GOC), karena kedalaman pemboran tidak sampai ke daerah tersebut. Oleh sebab itu, perkirann GOC dianalisa dengan bantuan test tekanan dari RFT (repeat formation test) dan DST (drill steam test). Dari kedua test tersebut ternyata ada penyimpangan sebesar 100 psi, sehingga menyebabkan unconfident dalam menentukan GOC. Grafik korelasi GOC terhadap test tekanan dari RFT dan DST disajikan dalam Gambar 2. Pada Gambar 2, dari titik-titik data test tekanan kemudian ditarik garis sesuai dengan gradient tekanan gas yaitu sebesar 0.005 psi/ft. Titik temu antara gradient tekanan air asin dengan gradient tekanan RFT dan DST merupakan letak GOC. Dengan adanya dua nilai tersebut maka akan mempunyai dua nilai volume bulk, yaitu nilai minimal dan maksimal, sehingga data membentuk distribusi kotak.

Data petrofisik menunjukkan bahwa saturasi gas tidak menunjukkan nilai yang flat (sama) karena ada efek heterogenitas reservoir, sehingga data ini pun mempunyai nilai kisaran, yaitu antara 0.4 hingga 0.8. Oleh sebab itu distribusi data membentuk kotak. Demikian juga terhadap nilai Bgi (faktor volume formasi), dilaboratorium menunjukkan nilai 0.00405 pada tekanan 4600 psi dan 0.00377 pada tekanan 4700 psi. Oleh sebab itu dengan adanya dua GOC maka mempunyai dua nilai Bgi juga, seperti yang sudah disebutkan diatas. Nilai Bgi pada masing-masing tekanan dapat dilihat pada Gambar 4.

Dengan kondisi ini, maka perhitungan secara volumetris dengan vareabel tunggal sulit dilakukan, karena masing-masing vareabel mempunyai nilai range (antara). Oleh sebab itu cara yang tepat dalam perhitungan cadangan gas untuk reservoir diatas adalah dengan simulasi monte carlo.

Dengan kombinasi nilai diatas (disajikan dalam Tabel 1), maka didapatkan suatu performa grafik seperti yang terlihat pada Gambar 7. Dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai pada persentase 10% adalah

1

sebesar 2.22 TSCF , pada prosentasi 50% sebesar 1.11 TSCF dan prosentase 90% sebesar 0.46 TSCF Dari masing-masing prosentase menunjukkan suatu nilai tingkat kepercayaan. Nilai kepercayaan yang paling tinggi pada prosentase 90% yang juga dalam hal ini sebagai cadangan proven. Sedangkan pada prosentase 50% sebagai cadangan proven dan probable dan prosentase 10% sebagai cadangan proven, probable dan possible. Masing-masing tipe cadangan ini menunjukkan urutan dari yang paling optimis hingga pesimis.

6

IV. KESIMPULAN

Dari uraian tersebut di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penyebab ketidak pastian ini adalah belum diketemukannya gas water contact (GWC), sehingga menyebabkan terdistribusinya vareabel yang lain.
2. Vareabel yang menjadi terdistribusi karena dua nilai GWC adalah luas pelamparan, ketebalan dan faktor volume formasi.
3. Vareabel yang terdistribusi karena faktor heterogenitas adalah saturasi air (Sw) dan porositas.
4. Recovery factor menjadi terdistribusi karena belum ada kepastian tentang mekanisme pendorong reservoir, sehingga dikondisikan mekanisme pendorong depletion drive hingga water drive.
5. Dari hasil perhitungan dengan simulasi Monte Carlo didapatkan P90 sebesar 0.46 TSCF, P50 sebesar 1.11 TSCF dan P10 sebesar 2.22 TSCF, dimana masing-masing menunjukkan pada perkiraan yang optimistik hingga pesimistik.

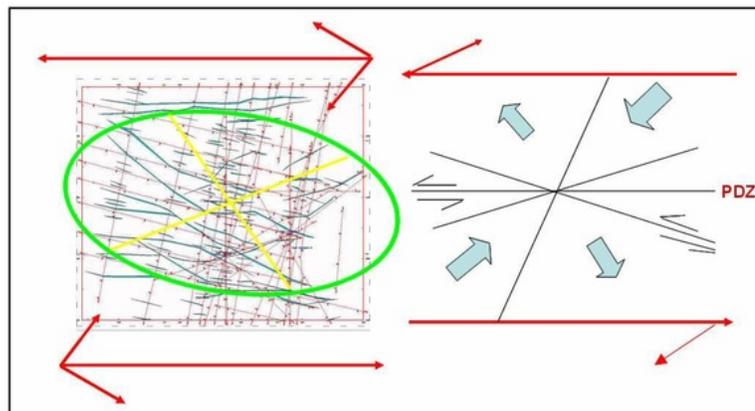
V. DAFTAR BACAAN

5

1. Murtha, J.A. (1997) : Monte Carlo Simulation : Its Status and Future, SPE paper No. 37932, JPT April 1997, Society of Petroleum Engineers.
2. Moore, Kevin S and Cockcroft, Peter J (1995) : Application of Risk Analysis in Petroleum Exploration and Production Operation. SPE paper No. 29254, JPT April 1997, Society of Petroleum Engineers.
3. Newendorp, Paul. D (1945) "Decision Analysis For Petroleum Exploration. The Petroleum Publishing Co., Tulsa, Oklahoma.
4. Otis, R.M. and Schneidermann, N (1997) : A Process for Evaluating Evaluation Prospect, AAPG BuletinV-81 No 7 (Juli 1997) p. 1087 – 1109.

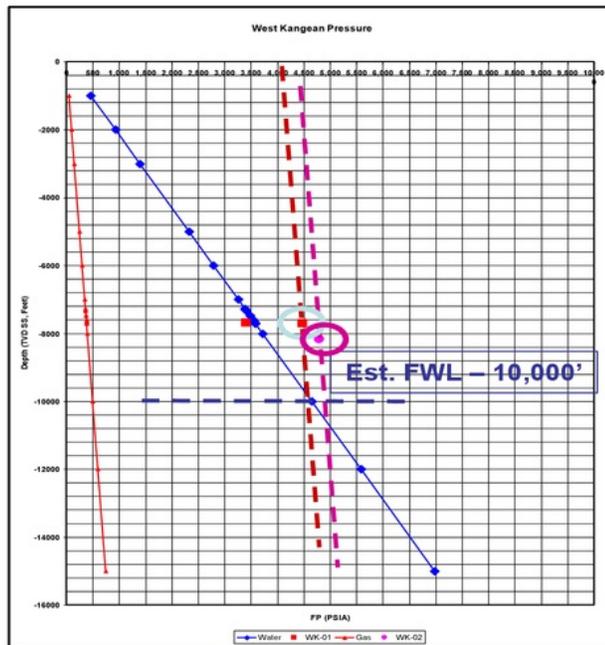
4

3

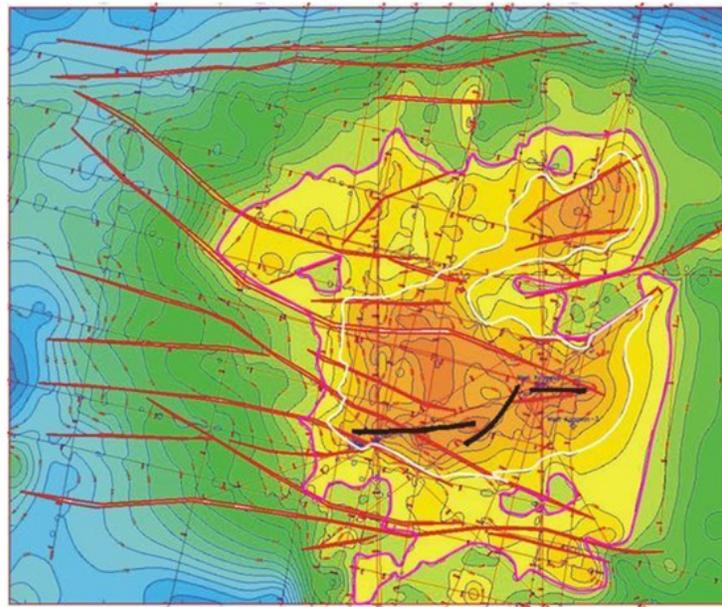


Gambar 3.
Peta Penyebaran fracture Pada Reservoir "X"

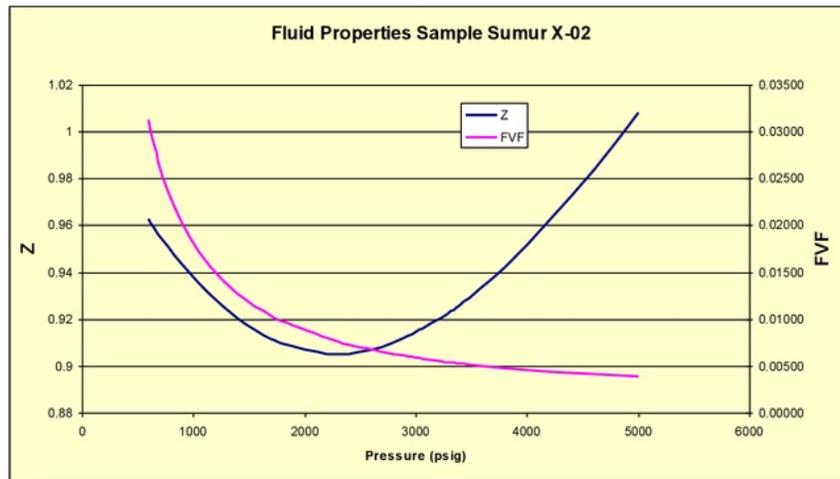
1



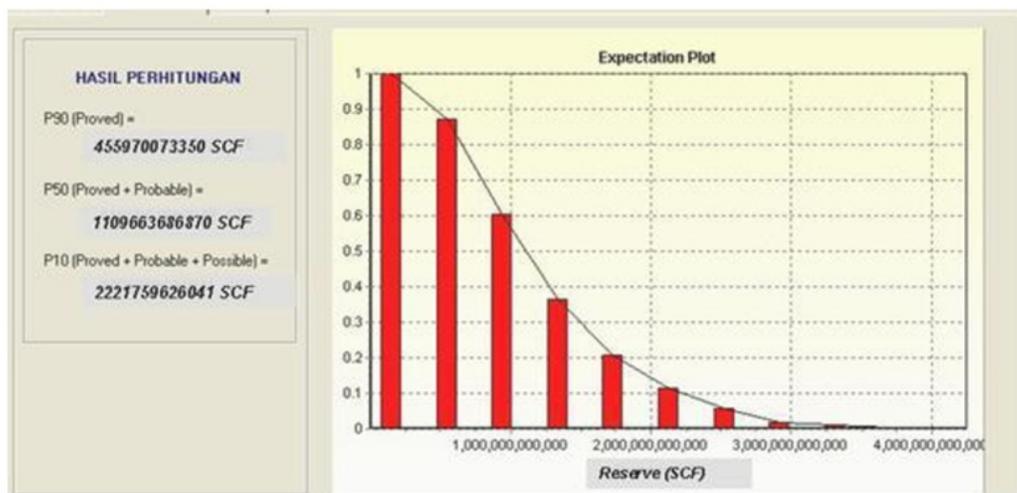
Gambar 4.
Korelasi GWC dari data RFT dan DST



Gambar 5.
Penggambaran kontur GWC pada kedalaman 10000 ft dan 10800 ft



Gambar 6.
Grafik korelasi factor Volume Formasi dan Z



Gambar 7.
Grafik Cadangan Hasil Perhitungan Dari Simulasi Monte Carlo

Tabel 1.
Data Masukan Pada Perhitungan dengan Simulasi Monte Carlo

Parameter	Distribusi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Satuan
Saturasi Air (Swi)	Segi Empat	0.2	0.6	Fraksi
Porositas	Segi Empat	0.06	0.18	Fraksi
Luas Sistem Linear (A)	Segi Empat	18000	27500	Acre
Tebal lapisan (h)	Segi Empat	220	1020	Ft
Faktor Volume Gas (Bg)	Segi Empat	0.00377	0.00405	RCF/SCF
Recovery Factor (RF)	Segi Empat	0.5	0.7	Fraksi
Jumlah Iterasi	1000			

10%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	eprints.upnyk.ac.id Internet	68 words — 3%
2	R. Takahashi. "Quasi-geometrical optics approximation in gravitational lensing", <i>Astronomy & Astrophysics</i> , 2004 Crossref	20 words — 1%
3	petrowiki.org Internet	13 words — 1%
4	www.blm.gov Internet	13 words — 1%
5	Cheong Peng. "Experimental Design Methodology for Quantifying UR Distribution Curve - Lessons Learnt and Still To Be Learnt", <i>Proceedings of SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition APOGCE</i> , 10/2004 Crossref	13 words — 1%
6	yunias19ocean.blogspot.com Internet	13 words — 1%
7	Atom Mirakyan, Martin Meyer-Renschhausen, Andreas Koch. "Composite forecasting approach, application for next-day electricity price forecasting", <i>Energy Economics</i> , 2017 Crossref	12 words — 1%
8	ejournal.st3telkom.ac.id Internet	11 words — 1%
9	www.joneslanglasalle.com	

Internet

9 words — < 1%

10 a-research.upi.edu
Internet

8 words — < 1%

11 digilib.uinsby.ac.id
Internet

8 words — < 1%

12 Xu, F.. "A multiple penalty function method for solving Max-Bisection problems", Applied Mathematics and Computation, 20060215
Crossref

7 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF