

## OPTIMASI RESERVOIR GAS PADA LAPANGAN X

Oleh

Adimas Respati Aji Herpriyadi, RS Trijana Kartoatmodjo, Maman Djumantara, Medianestrian  
Universitas Trisakti Jakarta

### ABSTRAK

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mencari metode pengembangan lapangan X, yang baru akan dikembangkan. Untuk menentukan metode pengembangan itu perlu dilakukan perhitungan *deliverability* lapangan dalam jangka waktu yang panjang. Petunjuk yang didapat dari satu hasil cara perhitungan sering meragukan terutama pada lapangan yang baru akan dikembangkan, disebabkan keterbatasan data. Untuk itu perlu dilakukan perbandingan hasil dari satu cara perhitungan dengan cara perhitungan lain. Hasil dari pemboran eksplorasi lapangan X dengan nama sumur X-1 pada tahun 1997 adalah diketemukannya *reservoir* gas, pada lapisan *Upper* dan *Middle Arang*. Tiga *DST* dilakukan pada formasi *Middle Arang*, data dari test ini akan dianalisa untuk mengetahui karakteristik dan *deliverability* sumur. Hasil dari analisa ini dianggap mewakili dua sumur lain yang akan dilakukan pemboran kemudian. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa untuk mengetahui karakteristik sumur dari hasil *Drill Stem Test* (*DST*) X-1. Hasil analisa tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan *deliverability* lapangan X yang diwakili sumur X-2 dan X-3 sebagai dasar peramalan kinerja lapangan. Hasil dari penelitian ini yaitu diperoleh *deliverability* lapangan X secara konvensional sebagai pembanding dari metode perhitungan lainnya yang selaras dengan hasil perhitungan yang lainnya, sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam mengembangkan lapangan X.

Kata kunci : *DST*, Peramalan Kinerja Reservoir, *Deliverability*

### ABSTRACT

*The purpose of this research is to find an X field development method, which will be developed. To determine the method, field deliverability calculation for the long term need to be done. Outcome that obtained from the results of the calculation are often dubious, especially in the field that will be developed, due to data limitations. Therefore it is necessary to have results comparison of one method of calculation with another calculation method.*

*The results of exploration drilling X field with the name of X-1 wells in 1997 was the discovery of a gas reservoir, in the Upper and Middle Arang layer. Three DST performed on Middle Arang formation, the data from this test will be analyzed to determine the characteristics and well deliverability. Results of this analysis are considered to represent two other wells drilling will be carried out later.*

*In this research analyzed of the results of Drill Stem Test (DST) X-1 will be conducted to determine the characteristics of the well. The analysis results are used as the basis for calculation of deliverability field X that will be represented with X-2 and-3 wells as the basis for forecasting the performance of the field.*

*The purpose of this research is to obtained conventionally X field deliverability as a comparison with other calculation methods that aligned with the results of other calculations, so it can be one of the considerations in developing of field X.*

Key words : *DST*, *Reservoir* *Forecast*, *Deliverability*

## PENDAHULUAN

Dalam menentukan metode pengembangan lapangan baru, perlu dilakukan perhitungan potensi dan *deliverability* lapangan untuk waktu yang panjang. Pada lapangan yang baru akan dikembangkan, metode yang diperoleh dari satu hasil cara perhitungan perlu dilakukan *quality control* dengan hasil perhitungan lainnya.

## TEORI PRODUKSI GAS

Peramalan kinerja reservoir yang akurat memerlukan informasi terhadap kondisi dan karakteristik reservoir yang memadai. Informasi yang didapatkan dari tes aliran dan analisa *pressure transient* mengenai kondisi reservoir *in-situ* menjadi sangat dibutuhkan. Tekanan adalah data yang sangat benilai dan berguna dalam *reservoir engineering*. Secara langsung atau tidak langsung, digunakan pada semua tahap perhitungan *reservoir engineering*.

### Pressure Buildup Test

*Pressure buildup test* adalah metode paling sederhana yang dapat dilakukan pada sumur gas. Jika efek dari *wellbore storage* bisa ditentukan, banyak informasi yang bisa didapatkan. Informasi ini termasuk permeabilitas  $k$ , faktor skin  $s'$ , dan tekanan rata rata reservoir  $P_r$ . (Amanat, 2003:319).

Plot dari  $\Delta(p^2)$  versus  $\log(t_p + \Delta t)/\Delta t$  pada grafik semilog akan menghasilkan garis lurus dengan slope  $m$ ,

$$kh = \frac{57.920 \times 10^6 q_{sc} T p_{sc} \mu z}{m T_{sc}} \quad (1)$$

dimana :

- $k$  = permeabilitas (md)
- $h$  = ketebalan formasi (ft)
- $q_{sc}$  = *drawdown* rata (MMScf/d)
- $T_p$  = waktu sumur ditutup
- $\mu$  = viskositas gas (cp)
- $z$  = faktor kompresibilitas gas

sedangkan faktor skin dari sumur dapat dianalisa dengan persamaan sebagai berikut,

$$s' = 1.151 \left[ \frac{P_{1hr}^2 - P_{wf0}^2}{m} - \log \left( \frac{k}{\phi \mu c_t r_w^2} \right) + 3.23 \right] \quad (2)$$

dimana :

- $s'$  = faktor skin
- $\phi$  = porositas (fraksi)
- $c_t$  = kompresibilitas total
- $r_w$  = jari jari sumur

Nilai  $\mu$  dan  $z$  sangat berkaitan erat dengan tekanan gas, oleh karena itu diperlukan perhitungan tekanan yang mempertimbangkan perubahan nilai  $z$  dan  $\mu$  seiring perubahan tekanan, yaitu *pseudopressure*  $\psi(p)$ .  $P^2$  dan  $\psi(p)$  memiliki nilai yang sama hingga tekanan 2000 psia. Di atas tekanan 3000 psia keduanya

menghasilkan nilai yang berbeda. Untuk itu diperlukan perbandingan penggunaan metode  $P^2$  dan  $\psi(p)$  dalam analisa buildup test. Adapun persamaan dalam menentukan *pseudopressure* adalah sebagai berikut,

$$\psi(p) = 2 \int_{P_{pref}}^P \frac{P}{\mu z} dp \quad (3)$$

dimana :

$$\psi(p) = \text{pseudopressure (psia}^2/\text{cp)}$$

### Gas Flow Performance

Yang dimaksud dengan *gas flow performance* adalah performa aliran gas melalui media berpori dan pipa produksi. Jadi akan terdiri dari dua jenis performa yaitu performa *inflow* dan performa tubing.

Hubungan antara laju alir gas dan tekanan dasar sumur secara empiris oleh Fetkovich dapat dinyatakan sebagai :

$$q_{sc} = C (P_r^2 - P_{wf}^2)^n \quad (4)$$

dimana :

$$\begin{aligned} C &= \text{koefisien kestabilan} \\ &\text{grafik (Mcf/d/psia}^2\text{)} \\ n &= \text{kebalikan dari slope} \end{aligned}$$

Nilai  $n$  ada diantara 0.5 hingga 1, dimana jika  $n = 1$  laminar dan  $n = 0.5$  adalah turbulen. Pada laju aliran yang lebih besar dimana aliran gas memasuki daerah transisi antara laminar dan turbulen nilai  $n$  akan kurang dari 1 yang menunjukkan aliran gas telah menjadi turbulen. Apabila  $0.5 \leq n \leq 1$  tidak terpenuhi *test* harus diulang.

*Tubing flow performance* adalah performa aliran gas dari dasar sumur ke

kepala sumur melalui tubing. Dengan membuat kurva performa tubing yang merupakan plot antara tekanan alir dasar sumur yang diperlukan untuk untuk memproduksi berbagai nilai laju alir pada suatu nilai tekanan di kepala sumur yang konstan (Ikoku, 1992:367).

Hubungan data pipa terhadap laju alir secara matematis dapat dinyatakan sebagai

$$\frac{\gamma_g L \cos \theta}{53.34 T} = \int_{(P_{tf})^r}^{(P_{wf})^r} \frac{z/P_{pr}}{1+B \left(\frac{z}{P_{pr}}\right)^2} dP_{pr} \quad (5)$$

dimana :

$$\begin{aligned} T &= \frac{T_{res} - T_{surf}}{\ln \frac{T_{res}}{T_{surf}}} \\ B &= \frac{667 f q^2 T^2}{D^2 P_{pc}^2 \cos \theta} \end{aligned}$$

### Reservoir Performance

Hubungan antara produksi gas  $G_p$  dalam SCF dengan  $p/z$  merupakan garis lurus dengan kemiringan  $m$ . Untuk membuat gambar ini dapat dilakukan dengan dua acara yaitu pertama bila telah ada data produksi dan tekanan maka dapat dibuat dengan mudah grafik hubungan antara  $G_p$  dengan  $p/z$  yang merupakan garis lurus. Jika data data  $p/z$  dan produksi kumulatif tidak tersedia, maka dapat dilakukan suatu perkiraan yang teliti dengan syarat tidak ada *water influx*.

### OPTIMASI RESERVOIR LAPANGAN X

Sebelum melakukan perhitungan *deliverability* lapangan X, analisa data *buildup test* dan *back pressure test* perlu

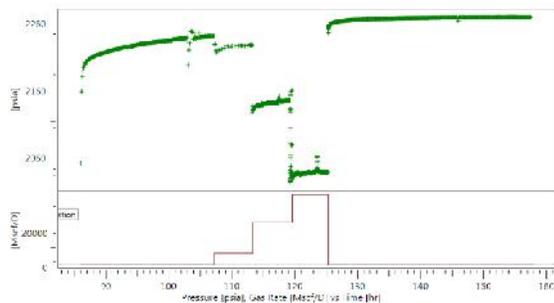
dilakukan, untuk mendapatkan parameter parameter sumur. Analisa uji sumur dilakukan dengan metode konvensional dan dengan bantuan perangkat lunak saphir. Kedua hasil dari metode tersebut dipilih mana yang akan digunakan untuk perhitungan *deliverability* lapangan pada penelitian ini.

Metode perhitungan *deliverability* lapangan X dilakukan dengan menghitung *deliverability* sumur X-1 yang kemudian menjadi korelasi bagi sumur lainnya, yaitu dengan mencari suatu laju produksi yang dipenuhi oleh kondisi reservoir dan tubing. Dalam menghitung *deliverability* lapangan X terdapat beberapa pembatasan yang digunakan yaitu tekanan di kepala sumur adalah 660 psia dengan tubing produksi OD 4.5 Inch.

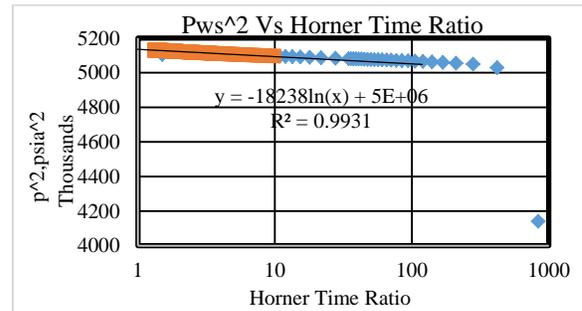
**Analisa Uji Sumur X**

Uji sumur pada lapangan X dilakukan dengan target utama lapisan middle dan lower arang dan formasi upper dan middle gabus. Target kedua adalah sandstone pada formasi upper arang.

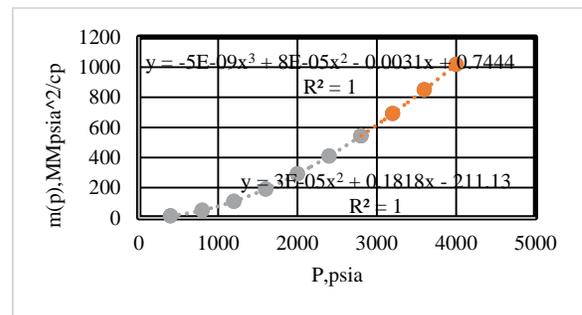
Uji sumur di sumur X-1 dilakukan dalam 3 tahap untuk masing masing lapisan. Pada Gambar 1 hingga 7 adalah contoh analisa DST#2A secara konvensional dan dengan *software* saphir.



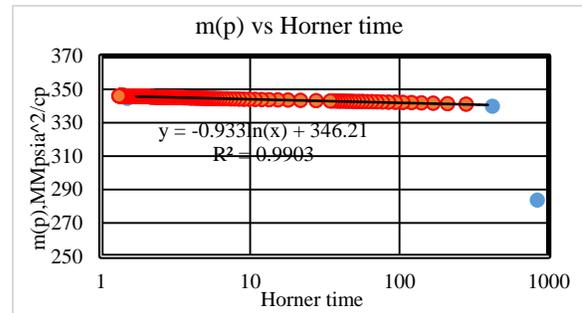
Gambar 1. Plot *Pressure* terhadap waktu dan Plot laju alir terhadap waktu



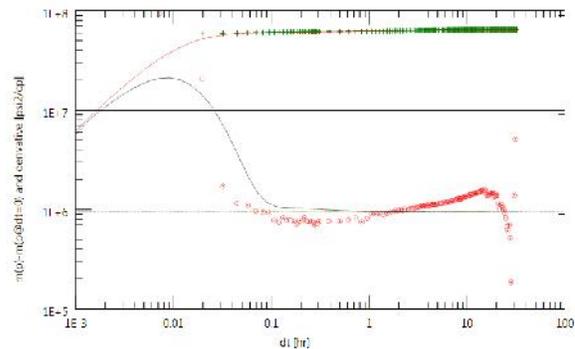
Gambar 2. Plot tekanan P<sup>2</sup> terhadap Horner Time Ratio



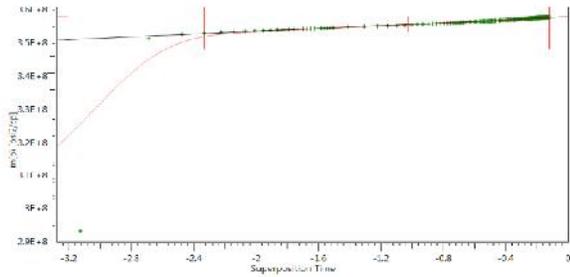
Gambar 3. Korelasi antara P terhadap  $\psi(p)$



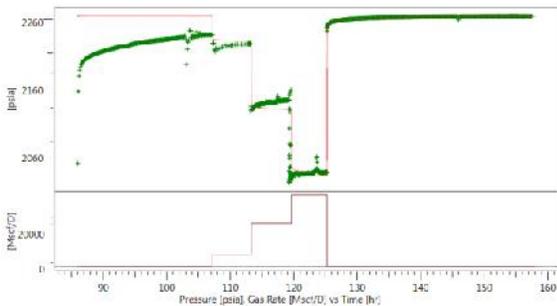
Gambar 4. Plot pressure  $\psi(p)$  terhadap horner time



Gambar 5. Log log plot *pressure derivative*



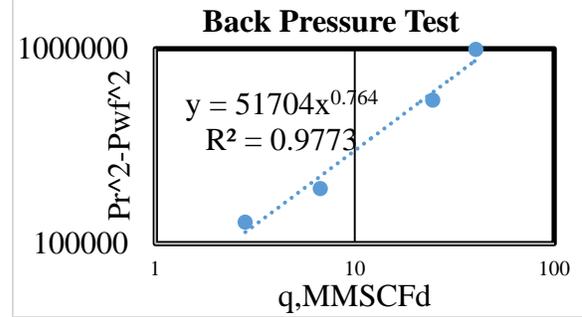
Gambar 6. Semi Log Plot



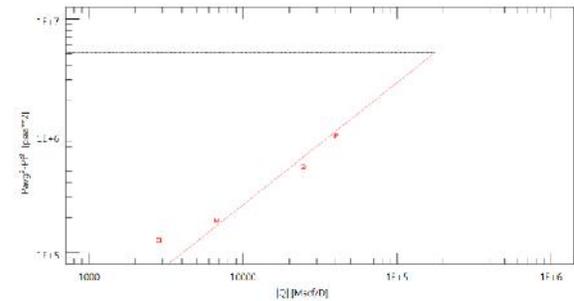
Gambar 7. Grafik data sejarah tekanan terhadap model yang dibuat

**Inflow Performance**

Dalam menghitung *inflow performance* didapatkan dari *back pressure test* di tiap tiap DST yang dilakukan di X-1. Analisa dilakukan secara konvensional dan juga dengan bantuan piranti lunak saphir. Dari hasil perhitungan ini akan didapatkan kemampuan laju alir maksimal dari tiap tiap lapisan yang dilakukan *back pressure test*. Nilai *n* dan *C* yang didapat dari perhitungan ini akan digunakan untuk membangun *inflow performance* setiap saat, ketika terjadi penurunan tekanan statik reservoir karena diproduksi. Pada Gambar 7 dan 8 adalah contoh analisa *backpressure test* DST#2A secara konvensional dan dengan *software saphir*.



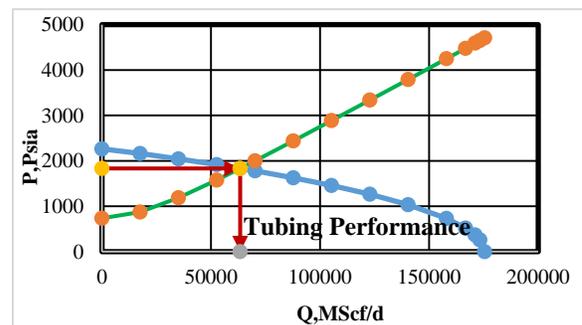
Gambar 8. Grafik back pressure test DST#2A konvensional



Gambar 9. Grafik back pressure test DST2A dengan saphir

**Tubing Flow Performance**

Hasil dari *inflow performance* yang sudah dianalisa akan dibuat perpotongan dengan *tubing flow performance*. Perhitungan *tubing flow performance* dilakukan dengan memasukkan data pipa X-1 yaitu OD 4.5 inch dan fluida DST#2A ke dalam persamaan (5). Data tiap tiap *q* pada IPR dan TPR dicari perpotongannya seperti pada contoh DST#2A sumur X-1 pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik performa tubing

### Skenario Peramalan Kinerja Reservoir

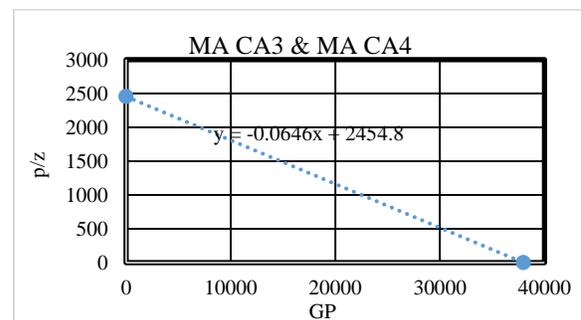
Pada penelitian ini skenario optimasi lapangan yang digunakan dalam peramalan kinerja reservoir adalah sebagai berikut :

1. Satu sumur diproduksi dengan menganggap lapisan MA Ca 3 , MA Ca4 dan MA Ca 5 sebagai satu reservoir dengan sifat aliran dari DST#2A.
2. Tiga sumur diproduksi dengan menganggap lapisan MA Ca 3 , MA Ca4 dan MA Ca 5 sebagai satu reservoir dengan sifat aliran dari DST#2A.
3. Tiga sumur diproduksi dengan menganggap lapisan MA Ca 3 dan MA Ca 4 sebagai satu lapisan dengan sifat aliran dari DST#2A sedangkan lapisan MA Ca 5 sebagai satu lapisan dengan sifat aliran dari DST#2. Adapun Sumur X-1 memproduksi MA Ca 3 dan MA Ca 4 hingga tahun ke 5, kemudian tahun ke 6 hingga ke 15 memproduksi lapisan MA Ca 5. Sumur X-2 dan X-3 memproduksi lapisan MA Ca 5 dari tahun pertama hingga tahun ke 15.
4. Tiga sumur diproduksi untuk membantu kontrak GSA-1 dengan menganggap lapisan MA Ca 3 dan MA Ca 4 sebagai satu lapisan dengan sifat aliran dari DST#2A sedangkan lapisan MA Ca 5 sebagai satu lapisan dengan sifat aliran dari DST#2. Adapun Sumur X-1

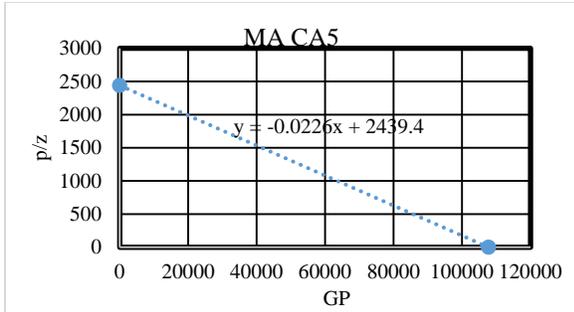
memproduksi MA Ca 3 dan MA Ca 4 hingga tahun ke 4 dengan *rate* tetap 15 MMScf/d, tahun ke 5 dan ke 6 dengan laju alir 10 dan 5 MMScf/d, kemudian memproduksi lapisan MA Ca 5 hingga tahun ke 12 sebesar 5 MMScf/d kemudian mengalami *depletion*. Sumur X-2 dan X-3 memproduksi lapisan MA Ca 5 dari tahun ke 5 dengan laju alir 2.5 MMScf/d kemudian tahun ke 6 hingga 12 5 MMScf/d hingga mengalami *depletion*.

### Peramalan Kinerja Reservoir Konvensional

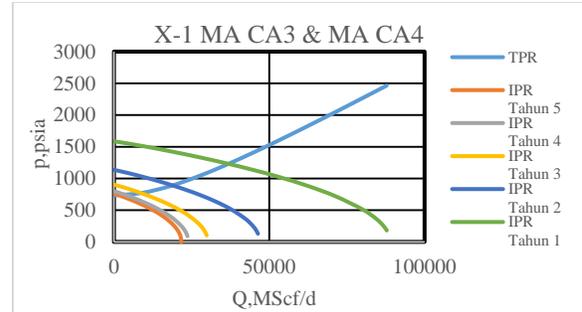
Data tiap tiap  $q$  pada IPR setiap tahun hingga tahun ke lima belas dan TPR dicari perpotongannya untuk mendapatkan *deliverability* lapangan dengan pertimbangan penurunan tekanan setiap diproduksi dengan menggunakan grafik  $p/z$  (gambar 11 dan 12) vs GP dan  $p$  vs  $p/z$  (gambar 13 dan 14) dari tiap tiap reservoir. Gambar 15, 16 dan 17 menunjukkan peramalan kinerja reservoir konvensional dengan contoh skenario tiga.



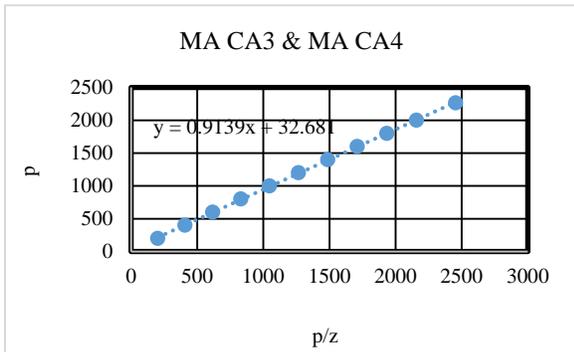
Gambar 11. Grafik  $p/z$  vs GP reservoir MaCa3 dan MaCa4



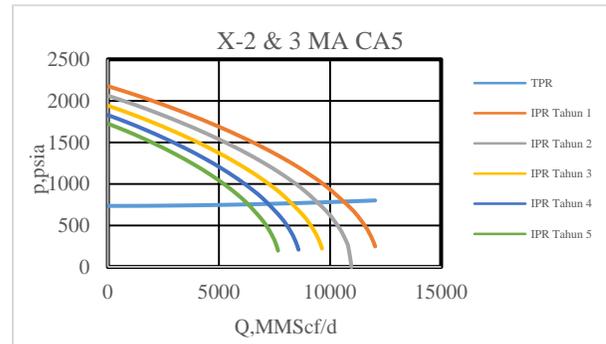
Gambar 12. Grafik p/z vs GP reservoir MaCa5



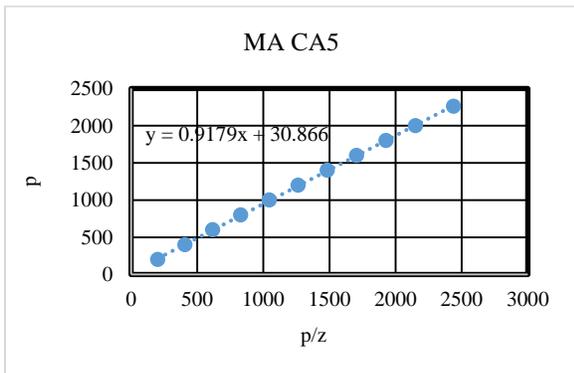
Gambar 15. Grafik tubing performance sumur X-1 lapisan MA Ca3 dan MA Ca4



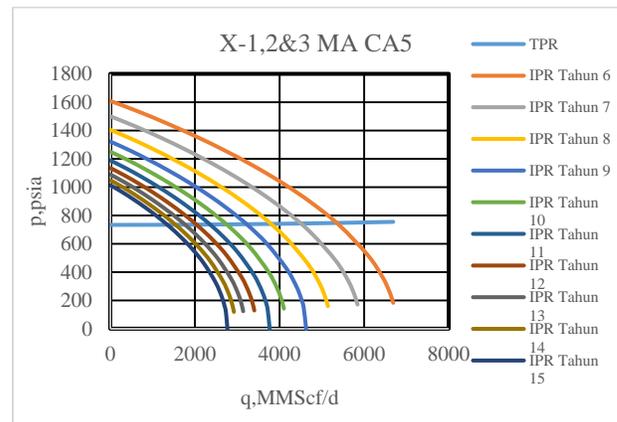
Gambar 13. Grafik P/z vs P reservoir MaCa3 dan MaCa4



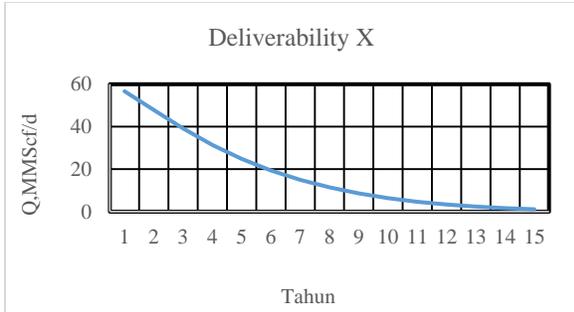
Gambar 16. Grafik tubing performance sumur X-2 dan X-3 lapisan MA Ca5



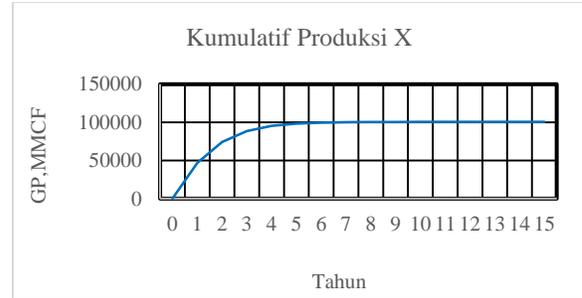
Gambar 14. Grafik P/z vs P reservoir MaCa5



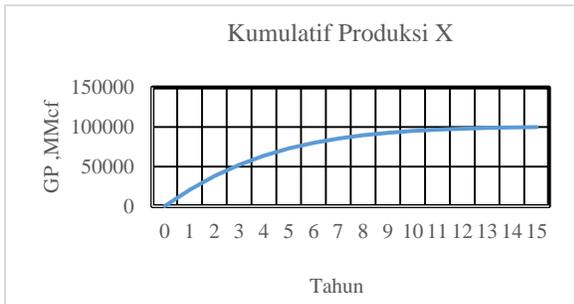
Gambar 17. Grafik tubing performance sumur X-1,2 dan 3 lapisan MA Ca5 tahun 6 hingga 15



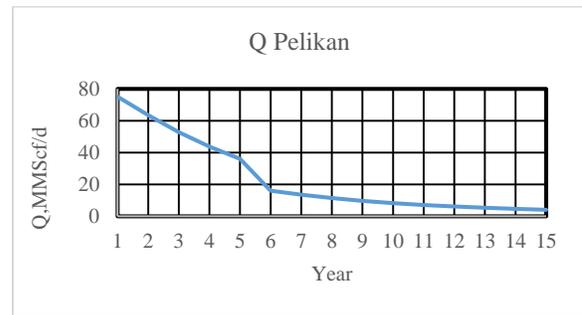
Gambar 18. Deliverability lapangan X skenario 1



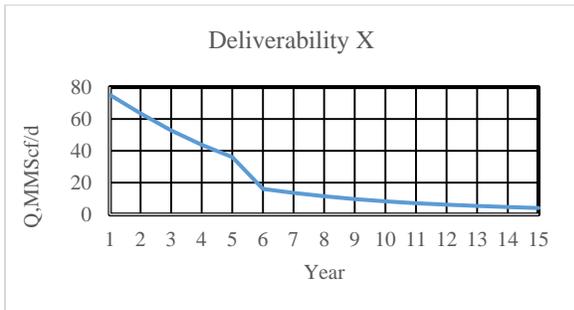
Gambar 21. Kumulatif produksi lapangan X skenario 2



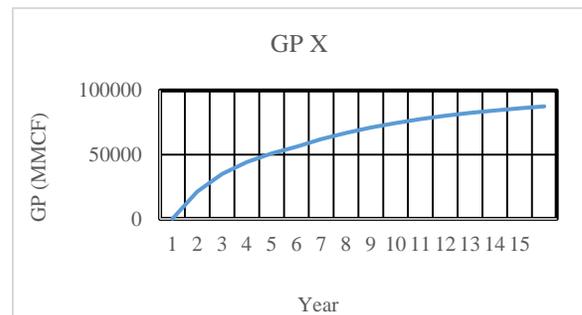
Gambar 19. Kumulatif produksi lapangan X skenario 1



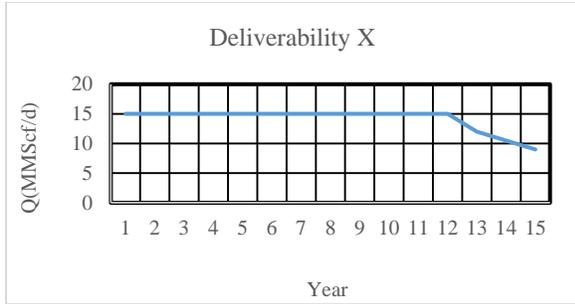
Gambar 22. Deliverability lapangan X skenario 3



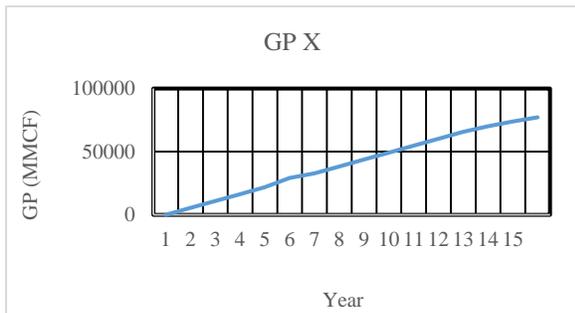
Gambar 20. Deliverability lapangan X skenario 2



Gambar 23. Kumulatif produksi lapangan X skenario 3



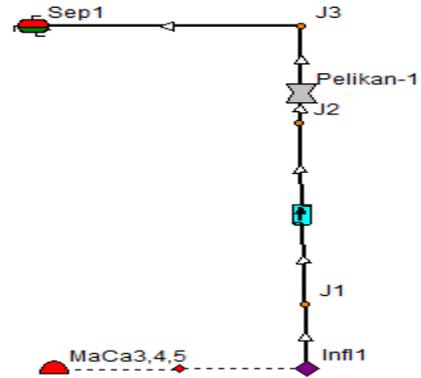
Gambar 24. Deliverability lapangan X skenario 4



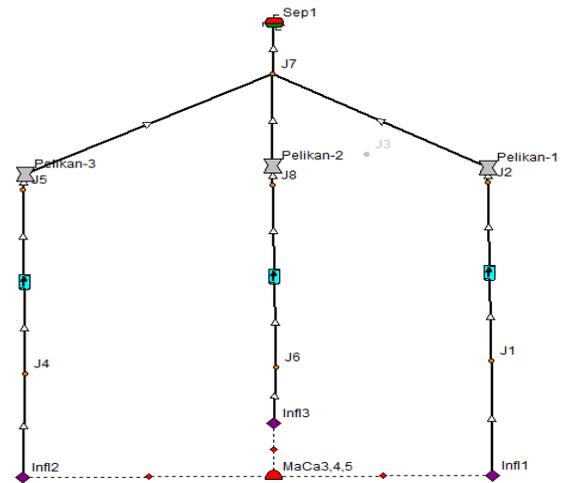
Gambar 25. Kumulatif produksi lapangan X skenario 4

### Peramalan Kinerja Reservoir Dengan GAP dan MBAL

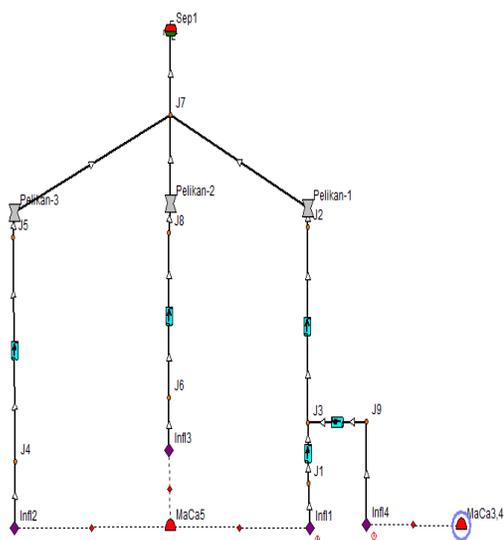
Pada piranti lunak GAP terlebih dahulu dibuat desain masing masing skenario mulai dari reservoir hingga ke separator. Pada skenario 1 dan 2 reservoir dianggap satu, skenario 3 dibuat dua reservoir berbeda, sedangkan skenario 4 dibuat dua reservoir berbeda dengan mempertahankan produksi *plateau* minimal dua per tiga waktu kontrak



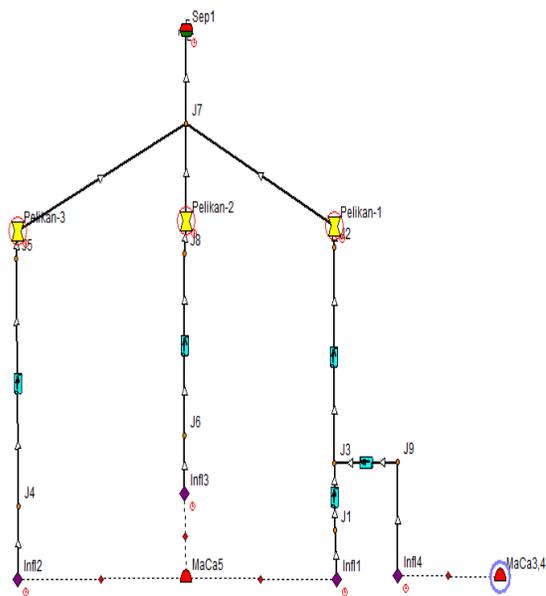
Gambar 26. Desain lapangan X skenario 1



Gambar 27. Desain lapangan X skenario 2

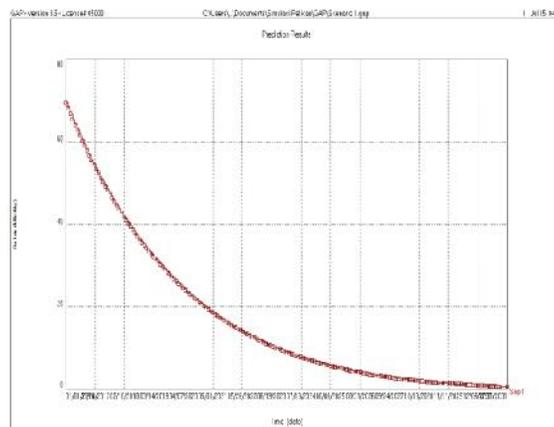


Gambar 28. Desain lapangan X skenario 3

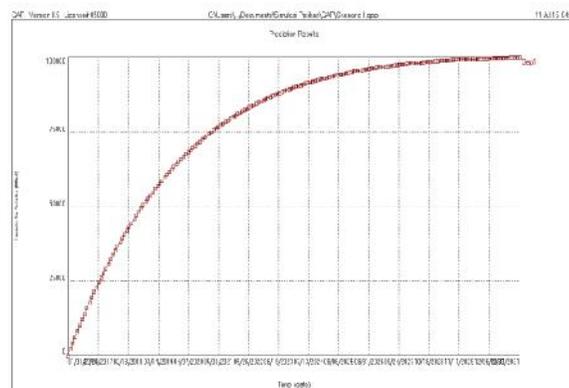


Gambar 29. Desain lapangan X skenario 4

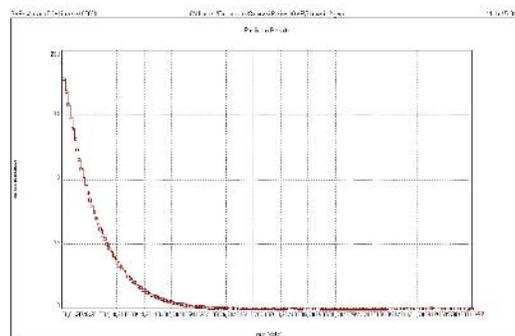
4



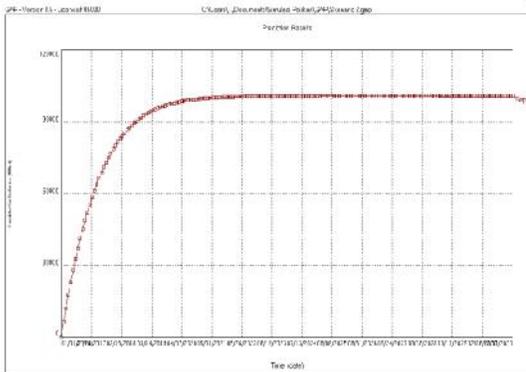
Gambar 30. Deliverability lapangan X skenario 1



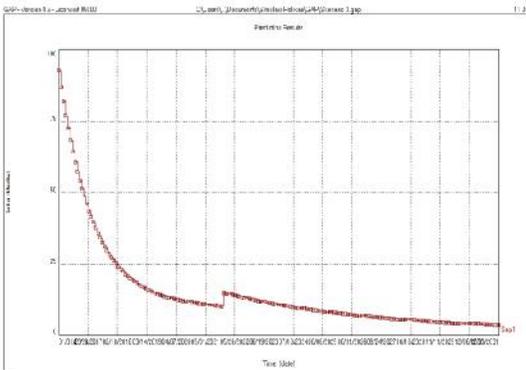
Gambar 31. Kumulatif produksi lapangan X skenario 1



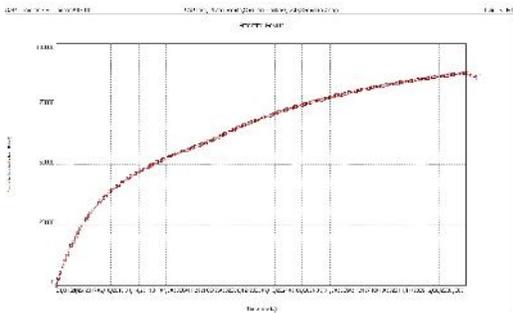
Gambar 32. Deliverability lapangan X skenario 2



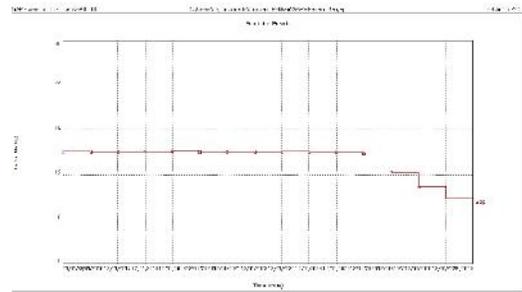
Gambar 33. Kumulatif produksi lapisan X skenario 2



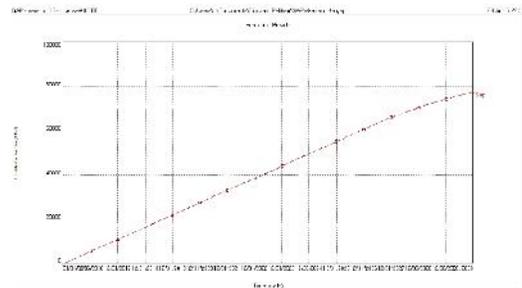
Gambar 34. Deliverability lapisan X skenario 3



Gambar 35. Kumulatif produksi lapisan X skenario 3



Gambar 36. Deliverability lapisan X skenario 4



Gambar 37. Kumulatif produksi lapisan X skenario 4

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan konvensional dan dengan bantuan perangkat lunak didapatkan hasil perhitungan yang dihasilkan cukup konsisten. Secara umum diketahui bahwa lapisan MA Ca5 memiliki permeabilitas yang rendah dan laju alir yang kecil. Sedangkan MA Ca3 dan MA Ca4 memiliki permeabilitas yang besar dan laju alir yang cukup besar.

Pada DST#2A dan DST#2B hasil yang didapat adalah zona yang cukup produktif, akan tetapi dikarenakan test dilakukan di multiple layer maka terdapat kesulitan untuk memisahkan parameter masing masing layer (MA Ca5, MA Ca4 dan MA Ca3). Parameter masing masing layer dapat dipisahkan pada saphir, akan tetapi

dikarenakan sifatnya yang berupa asumsi dan penuh *uncertainty* maka dalam perhitungan di penulisan ini lapisan lapisan tersebut dianggap sebagai satu reservoir saja yaitu gabungan MA Ca-3 dan MA Ca-4 yang diwakili dari hasil DST#2A dengan single layer dengan mengabaikan MA Ca-5 dikarenakan permeabilitasnya yang kecil.

Pada proses DST#2B diketahui terdapat zona GWC dari terproduksi air walaupun tidak diketahui secara spesifik di kedalaman berapa, untuk itu model pengembangan lapangan X ini hanya sampai layer yang di uji pada DST#2A.

Untuk itu pada lapangan X akan dianggap terdapat dua reservoir yaitu MA Ca5 diwakili oleh DST#2 dan gabungan MA Ca3 dengan MA Ca4 yang diwakili oleh DST#2A.

Hasil *back pressure test* pada DST#2A menghasilkan nilai  $n > 1$  dikarenakan keterbatasan data dan hasil analisa dari DST#2A memegang peranan penting dalam peramalan kinerja lapangan dalam penelitian ini, maka untuk sifat aliran dari DST#2A dibuat  $n \leq 1$  untuk dilakukan perhitungan *deliverability* di penelitian ini.

Dengan membandingkan hasil metode konvensional dan dengan menggunakan piranti lunak GAP (tabel 1), tingkat keselarasan ada di atas 99 persen.

Tabel 1

Perbandingan kumulatif produksi lapangan X konvensional dan piranti lunak

	GP Metode Konvensional	GP Piranti Lunak	% Diff
Skenario 1	99845.02	99892.157	0.04719
Skenario 2	100621.74	101101.001	0.47404
Skenario 3	87618.25	88119.425	0.56875
Skenario 4	77197.5	77438.249	0.31089

Dengan tingkat keselarasan yang diatas 99 persen kedua metode perhitungan potensi lapangan X yang dilakukan pada penelitian ini dapat dijadikan *tools* untuk perhitungan *deliverability* lapangan X.

Pada skenario 3 dan 4 potensi yang dipunyai oleh lapangan X memang lebih kecil dibandingkan skenario lainnya, akan tetapi skenario tiga dan empat dianggap lebih mewakili kondisi *real* dari lapangan karena dilakukan pemisahan reservoir dan kemampuan alirannya. Berdasarkan hal tersebut pengembangan lapangan X dilakukan dengan asumsi pemisahan seperti pada skenario tiga dengan menambahkan *constraint gas rate* sehingga dihasilkan produksi yang *plateau*.

Pengembangan lapangan X dengan sumbangan 15 MMScf/d secara *plateau* terhadap kontrak GSA-1, bisa bertahan selama 12 tahun kemudian mengalami *depletion*. Untuk menutupi penurunan produksi sejak tahun ke 12 maka diperlukan sumbangan dari lapangan lain untuk menutupi *depletion* produksi lapangan X.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa dalam menentukan parameter reservoir dan juga peramalan kinerja reservoir lapangan X dengan konvensional

dan juga dengan piranti lunak didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperlukan uji sumur ulang terutama di tiap tiap lapisan untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat mengenai lapisan Ma Ca5, Ma Ca 4, dan Ma Ca3.
2. Hasil uji sumur DST#2A mengindikasikan perlu dilakukan *back pressure test* ulang dikarenakan nilai  $n$  yang diperoleh lebih dari satu.
3. Lapisan MA Ca-5 mempunyai permeabilitas yang kecil, pertimbangan fracturing bisa sebagai solusi untuk meningkatkan laju alirnya. Akan tetapi perlu dipertimbangkan masalah ekonomisnya.
4. Sejalan dengan semakin banyaknya data yang bisa diperoleh, maka input parameter metode perhitungan di tulisan ini perlu diperbaharui dan hasil hasil dari perhitungan ini perlu di *quality control* dengan data real untuk meningkatkan keakuratan hasilnya.
5. Skenario menjadikan lapisan MA Ca 5 sebagai lapisan terpisah dengan lapisan MA Ca 4 dan MA Ca 3, mendapatkan hasil

kumulatif produksi yang lebih kecil akan tetapi hal ini lebih *applicable*.

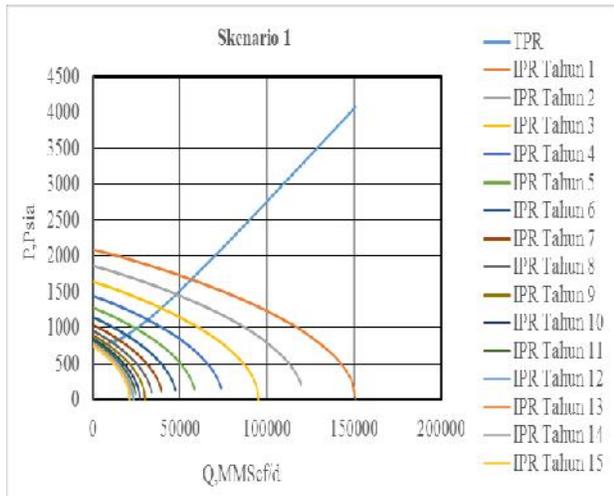
6. Secara umum lapangan X dapat memberikan kontribusi terhadap kontrak GSA-1 secara *plateau* untuk jangka cukup panjang.

**REFERENSI**

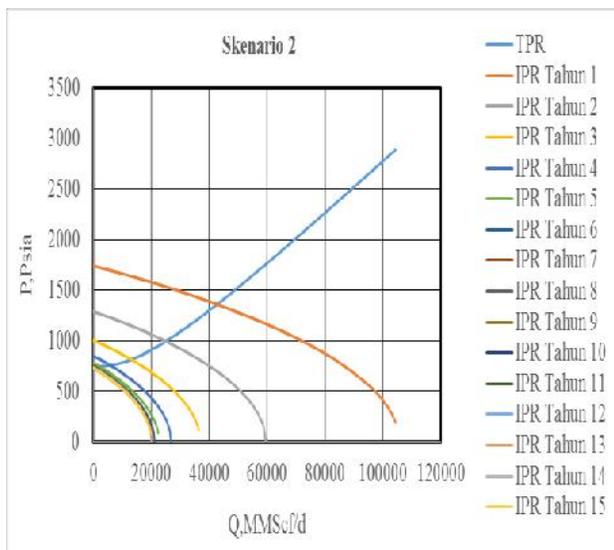
1. Agosto, Herry F., "Penentuan Jumlah Sumur Produksi Optimum Pengembangan Lapangan", Institut Teknologi Bandung, 2010.
2. Andromeda, Estri, "Pengembangan Korelasi Usulan Untuk Penentuan Lama Waktu Laju Alir Plateau Pada Sumur Gas Kondensat Dengan Faktor Skin", Institut Teknologi Bandung, 2010.
3. Chaudry, Amanat U., "Gas Well Testing Handbook", Technology & Engineering, 2003.
4. Gaol, Calvin L., "Evaluasi Skenario Pengembangan Lapangan X Dengan Menggunakan Simulasi Reservoir", Institut Teknologi Bandung, 2009.
5. Gudmundsson, J.S., "Deliverability Model For Natural Gas", Norwegian Institute of Technology, 1995.
6. Guo, Boyun, "Petroleum Production Engineering", Elsevier Science and Technology, 2007.
7. Setiawan, Budi, "Perbandingan Perhitungan Deliverability Secara Konvensional Vs Secara Simulasi Dari Lapangan Badak Selama 10 Tahun", Institut Teknologi Bandung, 1977.
8. Yalya, Musyoffi, "Deliverabilitas Reservoir Gas Kering di Lapangan X", Institut Teknologi Bandung, 2008.

Tabel 2. Perbandingan parameter reservoir dan sumur dari metode konvensional dan saphir

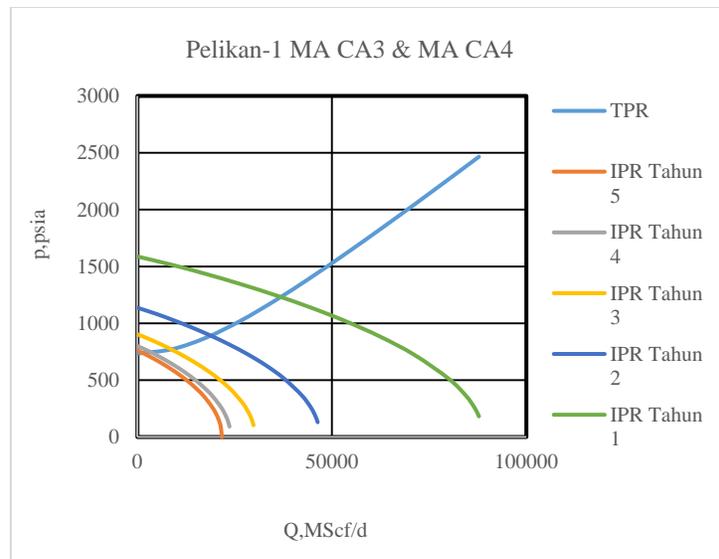
DST	Depth	Pay Thick	Zone	K (md)		S'		P*		n		C		Flow Rate (MMSCFd)	AOF (MMSCFd)		
				Software	Manual	Software	Manual	Software	Manual	Software	Manual	Software	Manual		Software	Manual	
DST#1	11033-11	37	UG	0.01	0.12 - 0.15	-1.94	-9.25	8500	8750 - 8944					0.08			
DST#2	5116-515	37	MaCa-5	8 - 8.5	5.08 - 6.53	3.1 - 3.6	0.49 - 3.15	2260	2236 - 2271	0.96	0.97	0.04	0.03	11.3	12.1	12.1	
DST#2A	All layers	79	All	264		27		2265.24									
	5116-515		MaCa-5	8.5	201 -	3.65	15.6 -	2236 -	0.956	1	0.666	0.04	40.62	175	210		
	5209-522		MaCa-4	533	263	29	25.5	2265									
	5243-526		MaCa-3	500		28											
DST#2B		111	All	224 - 299		13.9 - 25		-2261.7									
	5116-515		MaCa-5	8.5		3.65											148
	5209-522		MaCa-4	533	159 -	29	8.3 -	2236 -	0.672	0.679	0.28	4.1	38.51	156			
	5243-526		MaCa-3	500	217.8	28	13.6	260-2261									
	5263-529		MaCa-3	350 -367		13-18											
DST#3	5349-536	20	MaCa-2	2.71	5.2 - 5.8	2.51	1.7 - 1.9	2307	2236 - 2308					4.76	4.98		



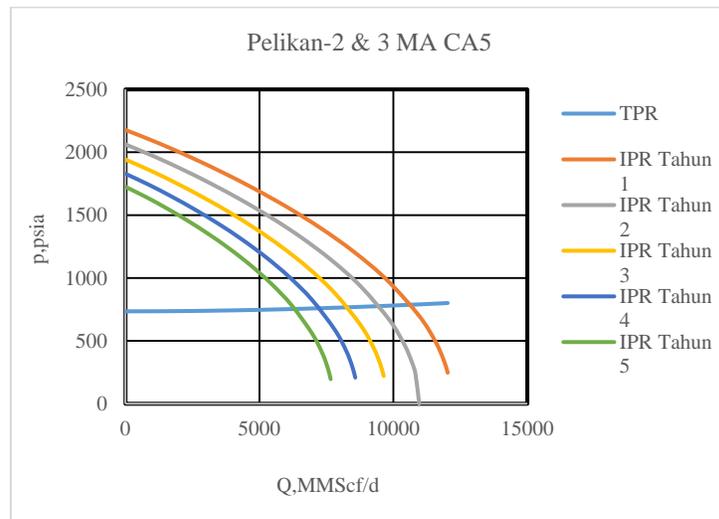
*Inflow dan tubing performance skenario 1*



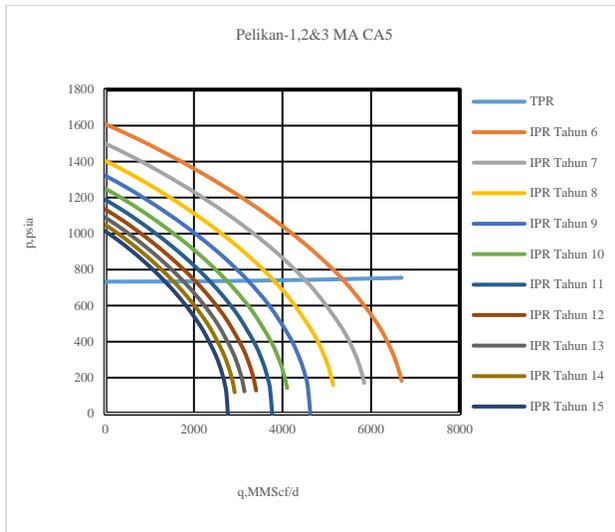
*Inflow dan tubing performance skenario 2*



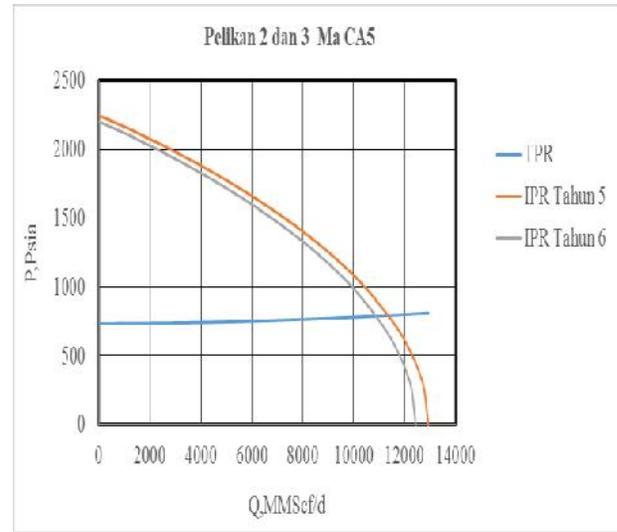
**Grafik tubing performance sumur Pelikan-1 lapisan MA Ca3 dan MA Ca4 skenario 3**



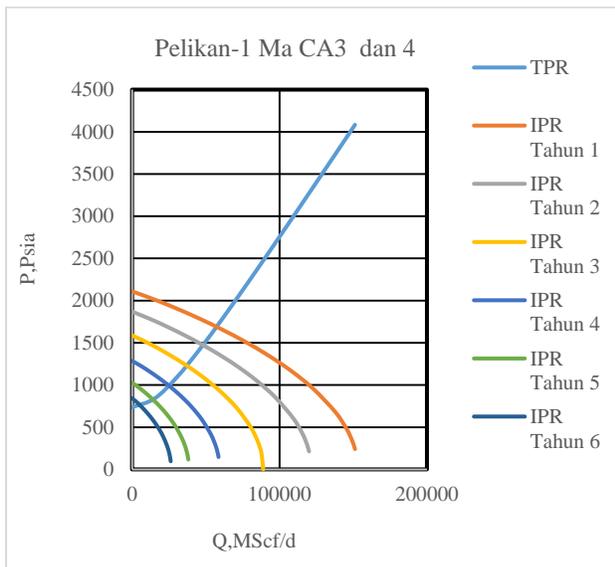
**Grafik tubing performance sumur Pelikan-2 dan Pelikan-3 lapisan MA Ca5 skenario 3**



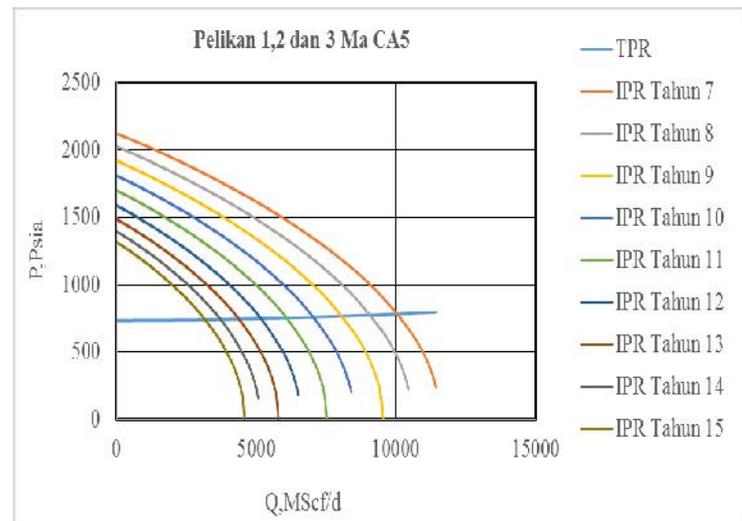
Grafik tubing performance sumur Pelikan-1,2 dan 3 lapisan MA Ca5 tahun 6 hingga 15 Skenario 3



Grafik tubing performance sumur Pelikan-2 dan 3 lapisan MA Ca5 tahun 5 dan tahun 6 skenario 4



Grafik tubing performance sumur Pelikan-1 lapisan MA Ca3 dan MA Ca4 tahun 1 hingga tahun 6 skenario 4



Grafik tubing performance sumur Pelikan-1, 2 dan 3 lapisan MA Ca5 tahun 7 hingga tahun 15 skenario 4