



## PERKIRAAN SISA CADANGAN GAS MENGGUNAKAN METODE DECLINE CURVE PADA LAPISAN “JNT-A1” LAPANGAN “Z”

Abdul Kamid<sup>1</sup>, Cahyati<sup>2</sup>

Teknik Perminyakan, Akamigas Balongan, Indramayu<sup>1,2</sup>  
hamied45@gmail.com<sup>1</sup>

### Info Artikel :

Diterima : 15 Januari 2022

Disetujui : 19 Januari 2022

Dipublikasikan : 28 Januari 2022

### ABSTRAK

Salah satu cara untuk meramalkan sisa waktu produksi yang akan datang dan memperkirakan sisa cadangan (remaining reserve) dengan metode analisa kurva penurunan produksi atau yang disebut dengan istilah Decline curve analysis. Metode ini sangat cocok untuk mengetahui jumlah sisa cadangan pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” yang telah di produksikan, dimana trend produksinya telah menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah sisa cadangan (remaining reserve), mengetahui trend penurunan produksi, Mengetahui sisa waktu produksi, mengetahui recovery Factor (RF) dan mengetahui ultimate Recovery (UR). Setelah dilakukan analisa Decline curve pada Lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” berdasarkan data yang diberikan, initial gas in place (IGIP) atau jumlah gas mula – mula pada lapisan JNT-A1 lapangan Z sebesar 98,69 BSCF. Dan berdasarkan metode loss ratio diperoleh recovery factor sebesar 43,019% sedangkan metode trial error and X2 chisquare diperoleh harga recovery factor sebesar 49,223 %, berdasarkan perhitungan menggunakan metode loss ratio diperoleh ultimate recovery sebesar 42455 MMSCF sedangkan perhitungan menggunakan metode trial error and X2 chisquare diperoleh harga ultimate recovery sebesar 48579 MMSCF. Berdasarkan parameter tersebut maka penulis memilih metode trial error and X2 chisquare sehingga jumlah dari sisa cadangan (remaining reserves) pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” sebanyak 6901 MMSCF.

### Kata Kunci :

Loss ratio,  
Trial error  
and X2  
chisquare,  
Recovery  
Factor,  
Remaining  
Reserves,  
Ultimate  
Rocovery..

### ABSTRACT

*One way to predict the remaining production time in the future and estimate the remaining reserves (remaining reserve) is by using the production decline curve analysis method or what is known as Decline curve analysis. This method is very suitable to determine the amount of remaining reserves in the layer “JNT-A1” field “Z” that has been produced, where the trend of production has decreased. This study aims to determine the amount of remaining reserves (remaining reserve), determine the trend of decreasing production, determine the remaining production time, determine the recovery factor (RF) and determine the ultimate recovery (UR). After the Decline curve analysis was carried out on the “JNT-A1” layer in the “Z” field based on the data provided, the initial gas in place (IGIP) or the amount of gas initially in the JNT-A1 layer of Field Z was 98.69 BSCF. And based on the loss ratio method, the recovery*

### Keywords :

Loss ratio, Trial  
error and X2  
chisquare,  
Recovery Factor,  
Remaining  
Reserves,  
Ultimate  
Rocovery..

*factor is 43.019%, while the trial error and X2 Chi-square method, the recovery factor price is 49.223%, based on calculations using the loss ratio method, the ultimate recovery is obtained at 42455 MMSCF, while the calculation using the trial error method and X2 Chi-square, the ultimate price is obtained. recovery of 48579 MMSCF. Based on these parameters, the authors chose trial error method and X2 chi-square so that the amount of remaining reserves in the "JNT-A1" layer of the "Z" field was 6901 MMSCF..*

---

## PENDAHULUAN

Salah satu masalah penting dalam industri perminyakan adalah bagaimana meramalkan cadangan yang tersisa. Masalah tersebut kemungkinan dapat diselesaikan dengan metode-metode perhitungan yang sudah ada (misalnya: material balance dan simulasi reservoir). Metode-metode tersebut kemungkinan tidak selalu dapat digunakan karena beberapa data yang dibutuhkan tidak tersedia, perhitungan dibatasi oleh waktu yang ada atau adanya kebutuhan yang mendesak terhadap informasi yang diinginkan. Produksi dengan decline curve dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan data produksi dan menganalisa penurunan kurva produksi suatu sumur. Metode decline curve merupakan salah satu metode analisa kurva penurunan produksi untuk memperkirakan sisa cadangan dan meramalkan sisa waktu produksi yang akan datang.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perbandingan antara metode loss ratio dan trial error and X2 chiesquare test pada lapisan "JNT-A1" lapangan "Z", dan menganalisa cadangan hasil perhitungan menggunakan metode decline curve analysis.

## DASAR TEORI

"Berdasarkan Rukmana, 2012 [3] definisi cadangan adalah jumlah hidrokarbon yang terdapat didalam *reservoir*. Perkiraan cadangan minyak dan gas bumi berhubungan dengan suatu ketidakpastian (*uncertainty*) karena cadangan migas mempunyai pengertian yang dinamis, sehingga selalu berubah dari waktu ke waktu sejalan dengan berlangsungnya operasi produksi yang mengurangi cadangan tersebut dengan kata lain, cadangan minyak bumi dapat dihitung secara periodik. Periode-periode dari perhitungan cadangan tersebut meliputi periode sebelum pemboran, dan pengembangan, sesaat setelah pemboran dan kompleksi sumur dilakukan dan setelah sumur berproduksi selama waktu tertentu dan setelah produksi sumur berakhir. Sementara itu tingkat ketelitian perhitungan cadangan pada tiap-tiap periode juga berbeda tergantung pada kualitas dan kuantitas data yang diperoleh setiap periode tersebut".

### Cadangan minyak dan gas mula – mula (IOIP dan IGIP)

#### 1. *Initial Oil In Place* (IOIP)

"Berdasarkan Rukmana, 2012 [3] *Initial Oil In Place* (OOIP) mempunyai pengertian yaitu jumlah minyak mula-mula yang menempati sebuah reservoir baik yang bisa diproduksi maupun yang tidak dapat diproduksi, dimana tidak ada kaitannya dengan kelakuan reservoir tersebut."

$$IOIP = \frac{7758 \times A \times h \times \phi \times (1 - S_{wi})}{Boi}$$

## 2. *Initial Gas In Place (IGIP)*

Merupakan jumlah gas mula-mula yang menempati sebuah *reservoir* baik yang bisa diproduksikan maupun yang tidak dapat diproduksikan.

$$IGIP = \frac{43560 \times A \times h \times \phi \times (1 - S_{wi})}{B_{gi}}$$

## Economic Limit Rate (qlimit)

”Berdasarkan Rukmana, 2012 [3] *Economic Limit Rate* (qlimit) adalah laju produksi minimal dimana jumlah penghasilan yang diterima dari hasil penjualan produksi akan sama dengan jumlah biaya yang diperlukan untuk menghasilkan produksi tersebut”.

$$q_L = \frac{(OPC) \times (WI)}{(1 - PTR) \times (SP) \times (NRI)}$$

## Metode *Decline Curve Analysis*

“Berdasarkan Ahmed Tarek 2010 [1] Tarek (2010) *Decline curve* adalah salah satu bentuk analisis data yang paling banyak digunakan dalam menentukan sisa cadangan gas dan memprediksi produksi di masa yang akan datang”.

Syarat utama atau pemakaian metode ini adalah laju produksi telah menurun, yang disebabkan oleh keadaan *reservoir* bukan oleh turunnya kemampuan alat produksi. Penurunan laju produksi dipengaruhi oleh berbagai factor, diantaranya mekanisme pendorong *reservoir*, tekanan, sifat fisik batuan dan *fluida reservoir*. Terdapat tiga jenis kurva *decline curve* yaitu *exponential decline*, *hyperbolic decline*, dan *harmonic decline*.

### 1. *Exponential Decline*

Jika *log rate* produksi diplot terhadap waktu maka akan terjadi *straight line* (garis lurus), hal ini dinamakan dengan *exponential decline*. Harga eksponen *decline*-nya adalah nol ( $b=0$ ), secara matematis bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$q = q_i \cdot e^{-D_i \cdot t}$$

$$D_i = \frac{\ln\left(\frac{q}{q_i}\right)}{t}$$

$$G_p = \frac{(q_i - q)}{D_i}$$

$$t_a = \frac{\ln(q_i / q_a)}{D_i}$$

### 2. *Hyperbolic Decline*

Pada *hyperbolic decline*, jika data produksi dan waktu diplot akan memberikan garis yang melengkung dengan nilai  $b$  berkisar 0,1 sampai 0,9. Secara matematis bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$q = q_i (1 + b D_i \cdot t)^{-1/b}$$

$$D_i = \frac{(q_i / q)^{b-1}}{b \times t}$$

$$G_p = \frac{q_i^b}{(1-b) D_i} (q_i^{1-b} - q^{1-b})$$

$$t_a = \frac{(q^i/q_a)^{-1}}{b \cdot Di}$$

### 3. *Harmonic Decline*

Pada *harmonic decline* ini penurunan laju produksi persatuan waktu berbanding lurus terhadap laju produksinya sendiri. Bentuk *harmonic decline curve* merupakan bentuk khusus dari *hyperbolic decline* dengan harga  $b=1$ . Secara matematis bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$q = q_i (1 + Di \cdot t)^{-1}$$

$$Di = \frac{\left(\frac{q_i}{q}\right)^{-1}}{t}$$

$$Gp = \frac{q_i}{Di} \ln \frac{q_i}{q}$$

$$t_a = \frac{(q^i/q_a)^{-1}}{Di}$$

### Langkah – langkah Menentukan Sisa Cadangan Menggunakan Metode *Decline Curve*

Terdapat 2 teknik untuk mendapatkan dan menentukan harga *eksponen decline*-nya (b), yaitu:

#### 1. **Metode *Loss Ratio* (Arps).**

“Menurut Arps. J.J. (1960) [2] metode *loss ratio* adalah metode yang dikembangkan oleh J.J.Arps (1944), yang merupakan teknik ekstrapolasi *decline curve* dengan menggunakan metode *loss ratio* (a). *Loss ratio* didefinisikan sebagai laju produksi pada akhir periode waktu produksi dibagi dengan kehilangan produksi (*loss*) selama periode tersebut ( $q/(dq/dt)$ ), yaitu merupakan kebalikan dari *decline rate* dan disajikan dalam bentuk tabulasi untuk keperluan ekstrapolasi dan identifikasi dari jenis *decline curve*.”

Langkah-langkah perhitungan eksponen *decline* (b) adalah sebagai berikut:

Membuat tabulasi yang meliputi: nomor, waktu (t),  $\Delta t$ , q (laju alir),  $\Delta q$ , a (*loss ratio*),  $\Delta a$ , dan b.

a. Untuk kolom  $\Delta t$  (*time*)

$$\Delta t = t_{n-1} - t_n$$

b. Untuk kolom a (*loss ratio*)

$$a_n = - \frac{q}{\left(\frac{\Delta q}{\Delta t}\right)}$$

c. Untuk kolom  $\Delta a$

$$\Delta a_n = a_n - a_{n-1}$$

d. Untuk kolom b

$$b_n = \frac{\Delta a}{\Delta t}$$

e. Kemudian untuk penentuan jenis kurva *decline* berdasarkan nilai b yaitu:

$$b = \left| \frac{\sum b}{\text{jumlah data}} \right|$$

Maka di dapat dengan harga b:

*Exponential Decline* :  $b=0$

*Hyperbolic Decline* :  $0 < b < 1$   
*Harmonic Decline*:  $b = 1$

## 2. Metode Trial Error and $X^2$ Chisquare Test

*Metode Trial Error and  $X^2$  Chisquare Test* yaitu memperkirakan harga  $q$  pada asumsi berbagai macam harga  $b$ , dan kemudian menentukan selisih terkecil dari  $q_{actual}$  dengan  $q_{forecast}$  yang sudah dihitung sebelumnya.

Rumus *Chisquare Test* yang digunakan adalah:

$$X^2_n = \left| \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} \right|$$

Prosedur perhitungannya sebagai berikut:

- 1) Buat tabulasi yang meliputi: nomor, waktu ( $t$ ),  $q_{actual}$ , kemudian  $q_{forecast}$  serta  $D_i$  dengan berbagai harga  $b$ , dan terakhir  $X^2$  (selisih antara  $q_{actual}$  dengan  $q_{forecast}$ ).
- 2) Asumsikan harga  $b$  mulai 0 sampai 1 ( $b = 0$  untuk *exponential*,  $b = 0 < b < 1$  untuk *hyperbolic*,  $b = 1$  untuk *harmonic*).

Hitung  $D_i$  dengan perumpamaan:

- a) Pada  $b = 0$ , harga  $D_i$  bisa didapatkan menggunakan persamaan Persamaan 2.5.
  - b) Pada  $b = 0 < b < 1$ , harga  $D_i$  bisa didapatkan menggunakan persamaan Persamaan 2.9.
  - c) Pada  $b = 1$ , harga  $D_i$  bisa didapatkan menggunakan persamaan Persamaan 2.13.
- 3) Hitung  $q_{forecast}$  yaitu:
    - a) Pada  $b = 0$ , harga  $q_{forecast}$  bisa didapatkan menggunakan persamaan 2.3.
    - b) Pada  $b = 0 < b < 1$ , harga  $q_{forecast}$  bisa didapatkan menggunakan persamaan 2.8.
    - c) Pada  $b = 1$ , harga  $q_{forecast}$  bisa didapatkan menggunakan persamaan 2.13.

Dimana untuk harga  $q_i =$  harga  $q_{actual}$ , dan harga dari  $t = \Delta t$ .

- 3) Hitung  $X^2$  (selisih antara  $q_{actual}$  dengan  $q_{forecast}$ ) menggunakan rumus *chisquare test*, menggunakan Persamaan 2.21.
- 4) Mengulangi prosedur perhitungan sampai selesai untuk menghitung data-data selanjutnya.
- 5) Menentukan  $\Sigma$  harga  $X^2$  yang paling kecil. Harga  $\Sigma X^2$  yang paling kecil menunjukkan kurva yang paling fit untuk mewakili titik-titik data yang sedang dianalisa. Maka didapat dengan harga  $b$ :
  - a) *Exponential Decline*:  $b = 0$
  - b) *Hyperbolic Decline*:  $0 < b < 1$
  - c) *Harmonic Decline*:  $b = 1$

## Ultimate Recovery (UR)

*Ultimate recovery* adalah jumlah keseluruhan (kumulatif) gas yang dapat diproduksi sampai batas ekonomisnya (*abandonment*).

$$UR = G_p + G_{p \rightarrow limit}$$

## Recovery Factor (RF)

*Recovery factor* adalah angka perbandingan antara hidrokarbon yang dapat diproduksi dengan jumlah gas mula - mula di dalam suatu *reservoir*.

$$RF = \frac{UR}{IGIP} \times 100\%$$

### Remaining Reserve (RR)

*Remaining reserve* adalah jumlah cadangan yang dapat diambil, yang masih tertinggal dalam *reservoir* atau belum diproduksi.

$$RR = UR - G_p$$

### METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan studi literatur dan melakukan analisa terhadap data, setelah itu melakukan pembahasan terhadap objek tersebut.

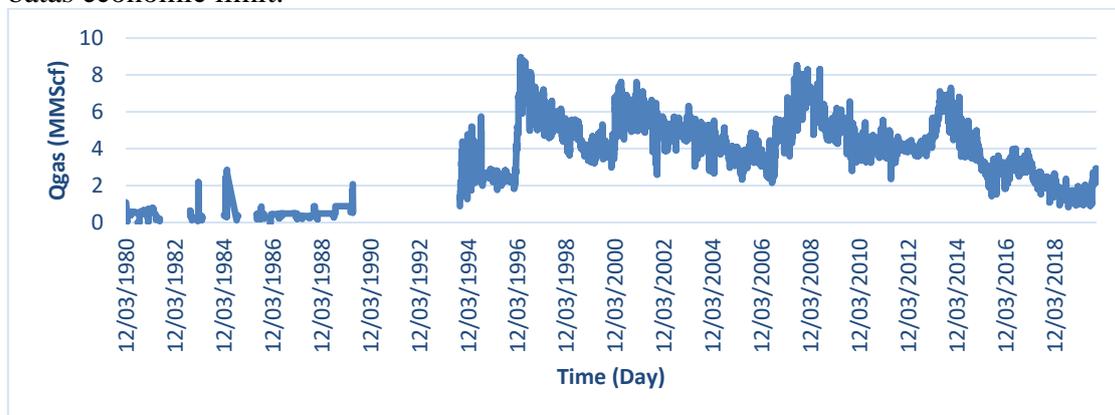
Data yang tersedia adalah data Produksi mulai dari tahun 1980 sampai 02 Desember 2019 yang meliputi data produksi perhari dan waktu produksi. Selain itu terdapat data tambahan seperti data reservoir berupa initial gas in place (IGIP), dan data ekonomi berupa qlimit. Perhitungan decline curve ini menggunakan metode loss ratio dan trial error and X2 chisquare test dengan Ms. Excel Ms.Excel sebagai perangkat pengolahan data yang diberikan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Decline Curve Analysis yang dilakukan pada Lapangan “Z” bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai besarnya cadangan gas sisa dan umur lapisan. Penggunaan metode Decline Curve dilakukan karena berdasarkan data produksi telah terjadi penurunan laju produksi pada lapisan ini. Ketersediaan data yang diperlukan untuk menganalisa sisa cadangan gas dengan menggunakan metode decline curve adalah data laju produksi, waktu produksi, data reservoir berupa jumlah cadangan gas awal, dan data qlimit.

Lapangan “Z” ini di dapatkan data produksi yaitu dari tahun 1980 – 2 Desember 2019, data reservoir berupa IGIP yaitu sebesar 98,69 BSCF, dan nilai ekonomi limitnya yaitu sebesar 0,15 MMSCF.

Plotting  $q_{gas}$  vs  $t$  merupakan plot keseluruhan data mulai dari awal sampai akhir produksi. Hasil plotting berupa grafik aktual  $q_{gas}$  vs  $t$  seperti yang terlihat pada Gambar 2. bertujuan untuk mempermudah pemilihan trend produksi yang selanjutnya akan dianalisa menjadi peramalan laju produksi dan kumulatif produksi tiap sumur sampai batas economic limit.

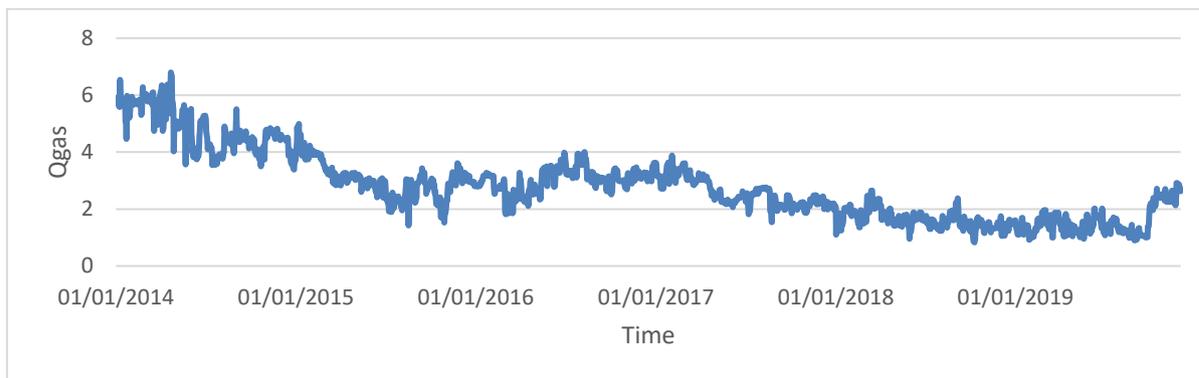


Gambar 2. Grafik  $q_{gas}$  vs waktu

Pemilihan periode (trend) untuk analisa Decline dilakukan dengan menganalisa grafik laju produksi aktual ( $q_{gas}$ ) vs waktu (t). Trend yang akan dipilih harus memenuhi kriteria berikut :

1. Jumlah Sumur yang aktif harus constant.
2. Tidak ada perubahan choke atau perubahan
3. kapasitas dan mekanisme pengangkatan.
4. Tidak ada masalah di lubang sumur.
5. Tidak ada masalah dengan fasilitas atau gangguan dari surface.

Berdasarkan kriteria pemilihan trend decline, pada Lapangan Z memiliki penurunan produksi yang paling memungkinkan untuk dianalisa yaitu bulan Januari 2014 sampai dengan bulan Desember 2019 seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik  $q_{gas}$  vs t untuk Pemilihan Trend Analisa

Langkah-langkah perhitungan eksponen decline (b) dengan metode loss ratio. penulis disini memberikan contoh pengolahan data pada tanggal 05 Januari 2014 Untuk contoh pengolahan perhitungannya meliputi:

**Tabel 1.** Data Informasi yang dibutuhkan untuk metode *loss ratio*

Parameter	Keterangan
t pada tanggal 4 Januari 2014	4 day
t pada tanggal 5 Januari 2014	5 day
Rate produksi pada tanggal 4 Januari 2014	5,92 MMSCFD
Rate produksi pada tanggal 5 Januari 2014	5,86 MMSCFD
Total waktu	2162 day
Produksi komulatif actual 1980 – 2019	41677,8

langkah pertama yaitu kita mencari nilai  $dq$  dengan **persamaan 2.16** maka hasil dari  $\Delta t$  pada tanggal 05 Januari 2014 yaitu -1 day, langkah selanjutnya yaitu mencari  $\Delta q$  menggunakan **persamaan 2.17** maka hasilnya yaitu 0,06 MMSCFD, dan langkah selanjutnya yaitu mencari nilai a (loss ratio) dengan **persamaan 2.18** maka nilai a pada tanggal 05 Januari 2014 yaitu sebesar 97,6, selanjutnya setelah mencari nilai a maka mencari nilai  $\Delta a$  dengan **persamaan 2.19** maka hasilnya yaitu 245,667 dan langkah selanjutnya yaitu mencari nilai initial rate of decline dengan menggunakan **persamaan 2.20** maka di dapatlah hasil 0,003800122, selanjutnya kita menentukan harga b (eksponen decline) pada tabel dengan **persamaan 2.21** maka hasilnya pada  $b_5$  yaitu -245,667. Dari

contoh diatas, penulis mengolah seluruh data b dari tanggal 1 januari 2014 hingga 2 Desember 2019 dan diperoleh nilai  $\sum b$  yaitu 462,936. Seelah mendapatkan nilai  $\sum b$  maka kita menentukan harga b (ekponen decline) dengan persamaan 2.22 maka di dapatkanlah hasilnya yaitu 0,2 (Maka nilai b memenuhi syarat  $0 \leq b \leq 1$ ) dan type decline-nya yaitu hyperbolic.

Setelah mendapatkan nilai b eksponen yaitu type hyperbolic decline maka langkah selanjutnya yaitu Produksi komulatif limit, menghitung sisa waktu produksi, menghitung ultimate recovery dan remaining reserve. Untuk menentukan nilai Produksi komulatif ( $G_{plimit}$ ) kita menggunakan persamaan **Persamaan 2.10** maka untuk nilai  $G_{plimit}$  pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” mendapatkan hasil 778 MMSCF. Selanjutnya yaitu memperkirakan sisa waktu peoduksi dengan menggunakan **persamaan 2.11** maka didapat lah sisa waktu produksi pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” yaitu sebesar 1017,417 hari atau sekitar 2,8 tahun. Langkah selanjutnya yaitu menghitung ultimate recovery dengan **persamaan 2.22** maka ultimate recovery (UR) pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” yaitu 42455 MMSCF. Dan langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai recovery factor pada lapangan tersebut dengan menggunakan **persamaan 2.23** maka di dapatlah hasilnya yaitu 43,019 %. Dan yang terakhir yaitu menghitung besarnya remaining reserves (RR) pada lapangan tersebut dengan menggunakan **persamaan 2.24** maka hasil remaining reserve pada lapangan tersebut yaitu 778 MMSCF.

Setelah menghitung menggunakan metode loss ratio maka selanjutnya mencari nilai b eksponen dengan metode Trial Error dan X2 Chi-Square Test. Untuk sebagai contoh yaitu pada tanggal 05 januari 2014.

**Tabel 2.** Data Informasi yang dibutuhkan untuk metode Trial Error and X2 Chisquare Test

Parameter	Keterangan
$Q_i$	5,72 MMSCFD
$Q_t$	2,63 MMSCFD
<i>Rate produksi pada tanggal 5 Januari 2014</i>	5,86 MMSCFD
$t_i$	2162 day
$\Delta t$	-1day
Produksi komulatif actual 1980 – 2019	41677,8

Langkah pertama yaitu mencari nilai initial rate of decline ( $D_i$ ) pada berbagai nilai b eksponen mulai dari 0 sampai 1. Pada rate of decline 0 atau type declinanya exponential maka menggunakan **persamaan 2.5** dan hasil dari harga  $D_i$  dengan nilai b eksponen 0 yaitu 0,000359382, selanjutnya mencari  $D_i$  pada type decline hyperbolic dengan contoh nilai b eksponen 0,1 menggunakan **persamaan 2.9**, maka hasil  $D_i$  dari b eksponen 0,1 yaitu 0,000373713. Langkah selanjutnya yaitu mencari  $D_i$  pada type decline harmonic yaitu dengan menggunakan **persamaan 2.13**. maka nilai  $D_i$  nya pada b eksponen 1 yaitu 0,000543434

Langkah kedua yaitu mengasumsikan laju alir mulai dari nilai b eksponen 0-1, sama seperti mencari harga  $D_i$  disini penulis memberikan contoh perhitungannya dari eksponential decline ( $b=0$ ), hyperbolic decline (memberikan contohnya nilai b eksponen 0,1) dan harmonic decline ( $b=1$ ). Untuk menghitung nilai q asumsi pada b eksponen 0 menggunakan persamaan 2.3 maka nilai q forecast tanggal 5 januari 2014 pada  $b=0$  yaitu 5,862106357 MMSCFD, selanjutnya mencari nilai q asumsi pada tanggal 5 januari 2014

dengan nilai b eksponen 0,1 maka menggunakan persamaan 2.8, maka hasil qforecast tanggal 5 januari 2014 pada  $0 < b < 1$  ; misal  $b=0,1$  yaitu 5,862190408 MMSCFD, dan yang terakhir yaitu mencari nilai q tanggal 5 januari 2014 pada b eksponen 1 dengan menggunakan **persamaan 2.13**. dan didapat nilai qforecast tanggal 5 januari 2014 pada  $b= 1$  yaitu 5,863186255 MMSCFD.

Langkah selanjutnya yaitu menghitung  $X^2$  (selisih antara qactual dan qforecast) menggunakan **persamaan 2.21**, disini penulis memberikan contoh dengan nilai b eksponen 0 maka di dapatlah nilai  $X^2$  pada tanggal 5 Januari 2014 sebesar 0,000000075685, selanjutnya mengulangi prosedur perhitungan tersebut untuk menghitung data-data selanjutnya. Menentukan  $\Sigma$  harga  $X^2$  yang paling kecil. Harga  $\Sigma X^2$  yang paling kecil menunjukkan kurva yang paling fit untuk mewakili titik-titik data yang sedang dianalisa.

**Table 3.** Nilai  $\Sigma X^2$  pada berbagai b eksponen.

b eksponen	Nilai $\Sigma X^2$
0	0,000778184
0,1	0,000841514
0,2	0,000910915
0,3	0,000987035
0,4	0,001070594
0,5	0,001162394
0,6	0,001263331
0,7	0,00137441
0,8	0,00149674
0,9	0,001631579
1	0,001780323

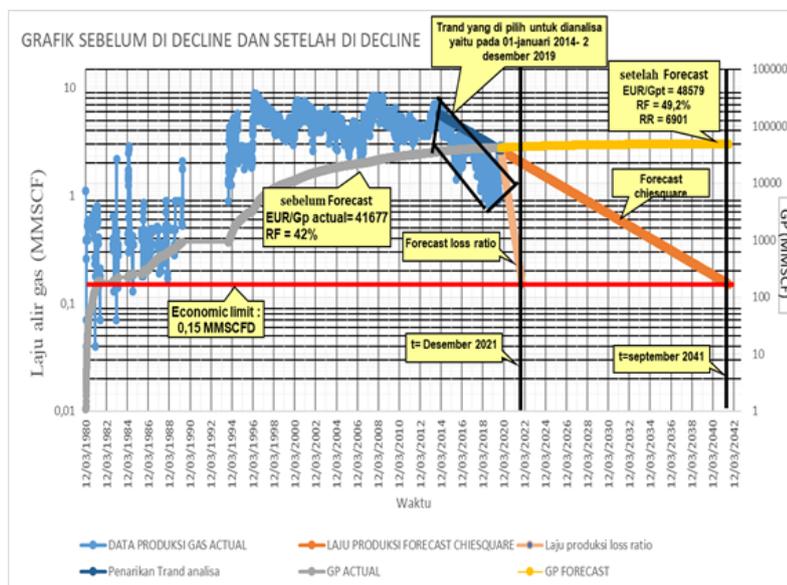
Maka diperoleh selisih terkecil  $\Sigma X^2 = 0,000778184$  dengan nilai  $b=0$  dan nilai  $D_i = 0,000359382$ . Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai Produksi kumulatif ( $G_{p\text{limit}}$ ) pada Lapangan Z dengan menggunakan **persamaan 2.6**. maka di dapatkanlah hasil  $G_{p\text{limit}}$  pada Lapangan Z yaitu 6901 MMScf. Dan sisa produksi pada lapangan ini selama 7969,514 hari atau 21,8 tahun. Sedangkan untuk memperkirakan nilai *ultimate recovery* (UR) menggunakan **persamaan 2.22** maka di dapatlah hasil *ultimate recovery* pada lapangan ini sebesar 48579 MMSCF. Selanjutnya menghitung nilai *recovery factor* (RF) dengan **persamaan 2.23** maka di dapatlah RF Lapangan Z ini yaitu sebesar 49,223 % . yang terakhir yaitu kita menghitung sisa cadangan gas yang masih bisa diambil dan belum mencapai batas limit yaitu mencari nilai *remaining reserves* (RR) dengan menggunakan **persamaan 2.24** maka didapatlah nilai RR pada Lapangan Z ini sebesar 6901 MMSCF

Hasil dari perhitungan sisa cadangan metode *loss ratio* dan *trial error and  $X^2$  chisquare test*, terdapat beberapa perbandingan diantara yaitu:

**Tabel 4.** hasil perbandingan antara *loss ratio* dan *trial error  $X^2$  chisquare test*

Parameter	<i>Loss ratio</i>	<i>Trial error and <math>X^2</math> chisquare test</i>
Rate of decline (Di)	0,003800122	0,000359382
<i>Type decline</i> (b)	0,2 ( <i>hyperbolic</i> )	0 ( <i>Eksponential</i> )

Waktu produksi	2,8 tahun	21,8 Tahun
<i>Ultimate recovery</i> (UR)	42455 MMSCF	48579 MMSCF
<i>Recovery factor</i> (RF)	43,019 %	49,223 %
<i>Remaining reserve</i> (RR)	778 MMSCF	6901 MMSCF



**Gambar 4.** Grafik sebelum *decline* dan setelah *decline*.

Dari hasil perbandingan diatas penulis beropini bahwa pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” diantara 2 metode tersebut penulis lebih memilih metode *trial error and X<sup>2</sup> chisquare test* karena penghitungannya lebih akurat kita menghitungnya dari 0-1, dan dilihat dari hasil perhitungannya dengan melihat bebrapa parameter seperti *lifetime*, *ultimate recovery*, *recovery factor* dan *remaining reservenya* juga lebih besar yang penggunaan metode *trial error and X<sup>2</sup> chisquare test* dibandingkan dengan metode *loss ratio*, dan penulis juga beropini bahwa ketika sudah mencapai batas ekonomisnya disarankan untuk dilakunnya pengoptimasian sumur yang tidak aktif/tidak berproduksi (kita aktifkan kembali) bisa juga untuk penambahan *artificial lift* atau optimasi dari *artificial lift* yang sudah ada di karenakan pada lapisan JNT-A1 Lapangan Z ini jumlah *hydrocarbon* yang belum terambilnya masih banyak yaitu 50,777%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Penelitian tentang “Perkiraan Sisa Cadangan Gas Menggunakan Metode *Decline Curve* Pada Lapisan JNT-A1 Lapangan Z dapat disimpulkan sebagai berikut:

Metode *loss ratio* dan *trial error X<sup>2</sup> chisquare test* pada lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” jika dibandingkan maka penulis lebih memilih metode *trial error X<sup>2</sup> chisquare test* karena lebih akurat kita menghitungnya dari 0-1, dan untuk hasil perhitungan dengan melihat dari beberapa parameter seperti umur produksi, *ultimate recovery*, *recovery factor*, dan *remaining reserve* maka hasil dari perhitungan juga lebih besar metode *trial error X<sup>2</sup> chisquare test* dibandingkan metode *loss ratio*.

Analisa cadangan hasil perhitungan menggunakan metode *decline curve analysis* yaitu penulis beropini bahwa di lapisan “JNT-A1” lapangan “Z” melihat dari hasil perhitungan dengan metode *trial error and X<sup>2</sup> chiesquare test* dengan hasil *ultimate recovery* 48579 MMSCF atau sekitar 49,233% *recovery factornya* maka masih ada sisa cadangan gas 50,767% yang belum terambil, dan penulis menyarankan bisa untuk dilakukan pengoptimalisasi sumur yang tidak aktif (*suspend*) kemudian diaktifkan kembali sumur tersebut (*reopening*) dan bisa juga penambahan *artificial lift* karena dilapangan tersebut belum semua sumur dipasang *artificial lift* atau optimasi juga bisa di lakukan metode EOR untuk meningkatkan *recovery factor* tetapi dari metode optimalisasi yang ada dilihat lagi mana yang paling ekonomis yang memungkinkan untuk diterapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek. 2010. Reservoir Engineering Handbook. Oxford.: Elsevier.  
Arps. J.J. 1960. Analysis of Decline Curve. Trans. Volume 160. Houston: AIME.  
Rukmana Dadang, dkk. 2012. Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi. Yogyakarta : Percetakan Pohon Cahaya.