

# **APLIKASI REGRESI LINIER DALAM METODA *DECLINE CURVE* UNTUK MEMPREDIKSI POTENSI MINYAK LAPANGAN SRIWIJAYA LAPISAN X PT.PERTAMINA ASET 1 FIELD JAMBI**

## ***APPLICATION OF LINIER REGRESSION IN DECLINE CURVE METHOD FOR PREDICTING THE POTENTIAL OF OIL RESERVES IN SRIWIJAYA FIELD LAYER X PT. PERTAMINA ASSET 1 FIELD JAMBI***

***Dwi Ayu Putri, Ir. A. Rahman, MS., Syarifudin, ST., MT.***

*Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

*Jln. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya (30662) Telp/Fax. (0711) 580137*

*E-mail : [dwiayuputriharun@gmail.com](mailto:dwiayuputriharun@gmail.com)*

### **ABSTRAK**

*Metode kurva penurunan produksi (*decline curve*) digunakan untuk menentukan cadangan hidrokarbon suatu reservoir (lapangan). Metode ini menggunakan analisa regresi linier untuk menentukan persamaan/fungsi dari masing-masing *decline curve* yang diperoleh dari data laju produksi, waktu produksi, dan kumulatif produksi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung total cadangan (*ultimate recovery*), umur produksi (*life time production*), dan sisa cadangan (*remaining reserves*) adalah persamaan yang memenuhi kriteria uji statistik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang paling besar dan nilai standar deviasi (*SD*) yang paling kecil. Hasil yang diperoleh dari hasil uji statistic adalah jenis kombinasi antara *exponential decline curve* dan *harmonic decline curve* untuk Blok IA, Blok IB, Blok II, dan Blok III. Hasil perhitungan didapatkan *ultimate recovery* untuk Blok IA sebesar 1.588.931 bbl, Blok IB sebesar 291.910 bbl, Blok II sebesar 179.040 bbl, dan Blok III sebesar 95.149 bbl; *remaining reserves* untuk Blok IA sebesar 713.342,6 bbl, Blok IB sebesar 134.521 bbl, Blok II sebesar 54.131 bbl, dan Blok III sebesar 56.149 bbl; dan umur produksi untuk Blok IA sebesar 107 bulan atau 8,9 tahun, Blok IB sebesar 95 bulan atau 7,9 tahun, Blok II sebesar 71,5 bulan atau 6 tahun dan Blok III sebesar 31,6 bulan atau 2,6 tahun.*

Kata kunci : *decline curve, ultimate recovery, life time production, remaining reserves.*

### **ABSTRACT**

*Decline curve is used to determine the hydrocarbon reserves of a reservoir (field). This method uses linear regression analysis to determine the equation / function of each of the decline curve obtained from the production rate, production time, and cumulative production. The equation used to calculate ultimate recovery, life time production, and the remaining reserves is an equation that meets the criteria of the test statistic with the greatest value of the coefficient of determination ( $R^2$ ) and the smallest value of standard deviations (*SD*). The results obtained from statistical test results are kind of a combination of *exponential decline curve* and *harmonic decline curve* for Block IA, Block IB, Block II and Block III. The results of the calculation for the ultimate recovery for Block IA is 1,588,931 bbl, Block IB is 291 910 bbl, Block II is 179 040 bbl, and Block III is 95 149 bbl; remaining reserves amounted to 713,342.6 bbl for Block IA, 134 521 bbl for Block IB, 54 131 bbl for Block II, and 56 149 bbl for Block III; and life time production for block IA is 107 months or 8.9 years, 95 months or 7.9 years for Block IB, 71.5 months or 6 years for Block II and 31.6 months or 2.6 years for Block III.*

Keywords : *decline curve, ultimate recovery, life time production, remaining reserves.*

## 1. PENDAHULUAN

Analisa *decline curve* merupakan sebuah analisa empiris yang diaplikasikan dengan cara memplotkan laju produksi dengan waktu produksi untuk menghitung perkiraan angka produksi dimasa yang akan datang [1]. Metode ini bisa digunakan selama kondisi sumur (kompleksi, metode produksi, dll) tidak mengalami perubahan [2]. *Decline curve* merupakan salah satu cara untuk menghitung cadangan migas (*ultimate recovery*) [3]. Selain itu, metode ini juga dapat menentukan umur produksi (*life time production*) dan sisa cadangan (*remaining reserves*) [4]. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan cadangan migas dengan menggunakan metode ini berupa data produksi yang terdiri atas data laju produksi ( $Q_0$ ), kumulatif produksi ( $N_p$ ) dan waktu produksi ( $t$ ) [5]. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh J.J. Arps dan merupakan metode perhitungan cadangan suatu reservoir [6].

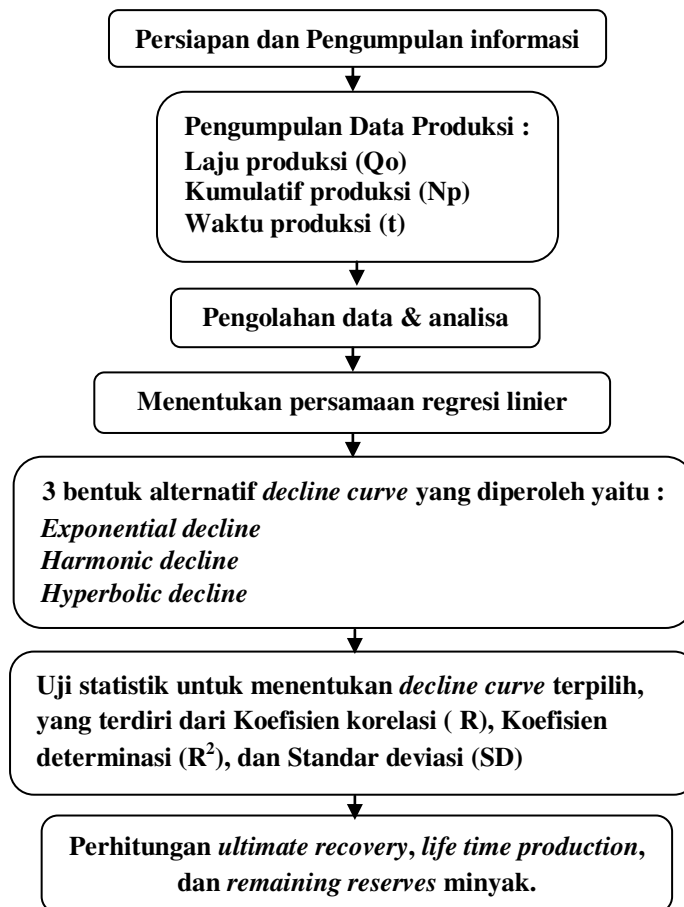
Analisa regresi linier merupakan analisa hubungan antara dua variable atau lebih [7]. Di sini kita memiliki tiga jenis variable yang akan di lihat hubungan antara masing-masing variable dengan mengkorelasikannya dengan jenis-jenis *decline curve* sehingga bisa di dapat persamaan untuk masing-masing jenis *decline curve*.

Lapangan yang akan dikaji tengah berada dalam masa produksi, sehingga dipilihlah metode ini untuk menghitung cadangan migas yang tersedia sebagai bahan evaluasi produksi karena biaya yang sangat besar dan resiko kegagalan yang tinggi pada operasi pengeboran dan produksi untuk kegiatan pengembangan lapangan migas.

Permasalahan dalam perhitungan cadangan ini adalah bagaimana menentukan *ultimate recovery*, *life time production*, dan *remaining reserves* pada lapangan yang dikaji. Permasalahan ini sesuai dengan tujuan dalam perhitungan cadangan dengan menggunakan metode *decline curve* ini yaitu untuk menentukan *ultimate recovery*, *life time production*, dan *remaining reserves*.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dari tanggal 01 April sampai 3 Mei 2013 di PT.PERTAMINA Aset 1 Field Jambi. Bagan Alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

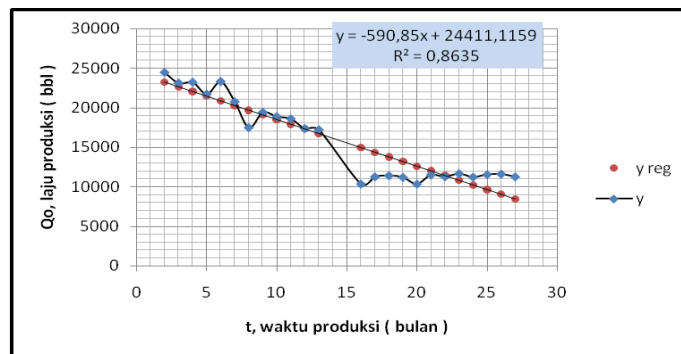
Tahap awal penerapan regresi linier dalam metode *decline curve* agar didapatkan hasil yang akurat adalah melakukan pemilihan data produksi yang menunjukkan adanya penurunan yang linier pada kurun waktu yang cukup lama. Metoda *decline curve* dapat diterapkan apabila pada kurun waktu tertentu terjadi penurunan produksi terhadap waktu yang relatif konstan (secara linier) yang artinya penurunan produksi pada lapangan tersebut secara umum terjadi akibat pengaruh penurunan tekanan reservoir saja [8].

Uji statistik dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis *decline curve* yang paling cocok untuk diterapkan di masing-masing blok pada lapangan yang akan dikaji, sehingga didapatkan bentuk persamaan regresi yang sesuai untuk menentukan cadangan minyak (*ultimate recovery*), dan umur produksi (*life time production*). Parameter uji statistik yang digunakan terdiri atas koefisien korelasi (R), koefisien determinasi ( $R^2$ ), dan standar deviasi (SD). Apabila garis regresi yang terbaik untuk sekumpulan data berbentuk linier, maka derajat hubungannya akan dinyatakan dengan koefisien korelasi ini (R). Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) ini juga merupakan nilai sampai sejauh mana hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas tersebut sedangkan standar deviasi adalah besarnya penyimpangan hasil model matematika terhadap nilai yang sebenarnya [9].

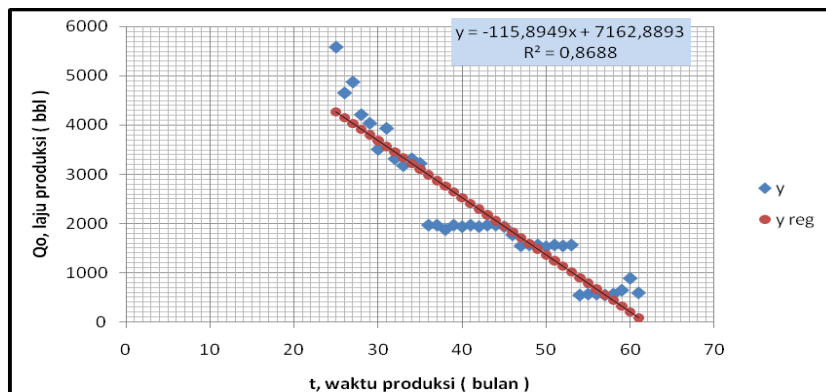
*Decline curve* dipilih berdasarkan nilai standar deviasi (SD) yang paling kecil dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang paling besar, sedangkan koefisien korelasi menunjukkan koefisien arah regresi linier dari masing-masing persamaan regresi untuk masing-masing Blok karena jika grafik mengalami penurunan maka nilai koefisien korelasi (R) akan bernilai negatif.

Pada data produksi yang telah dipilih tentunya nilai koefisien korelasi bernilai negatif karena data yang dipilih adalah data penurunan produksi, akan tetapi untuk persamaan dengan variabel  $Q_o$  dan  $N_p$  pada ke empat Blok diperoleh nilai  $R^2$  yang paling besar pada jenis *exponential decline* namun dengan nilai SD yang terlalu besar sehingga persamaan yang dipilih adalah persamaan pada jenis *harmonic decline* dengan nilai SD paling kecil dan nilai  $R^2$  yang cukup besar.

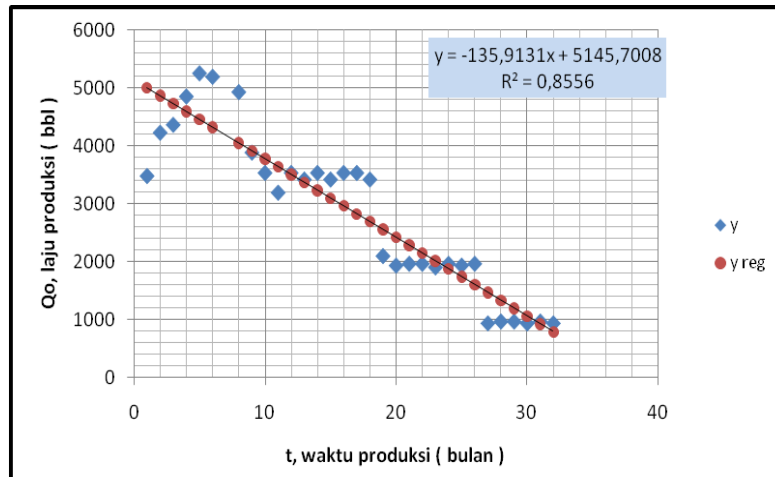
Bentuk kurva hubungan laju produksi ( $Q_o$ ) dan waktu produksi (t), dimana nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sudah memenuhi persyaratan sehingga diperoleh grafik penurunan produksi secara linier dapat dilihat pada gambar 1, gambar 2, gambar 3, dan gambar 4 berikut.



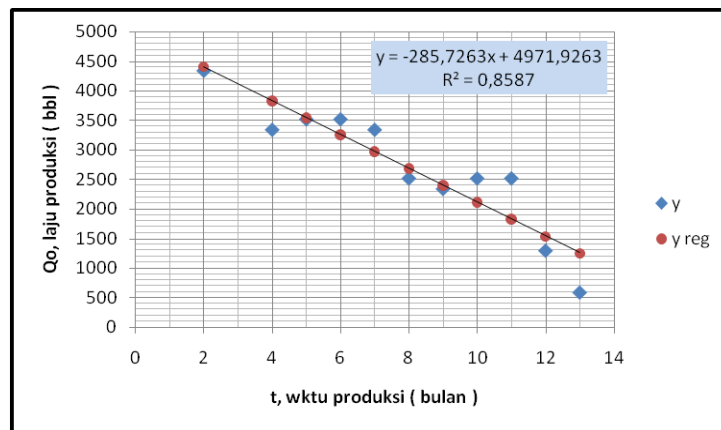
Gambar 2. Kecenderungan Penurunan Produksi Untuk Blok IA



Gambar 3. Kecenderungan Penurunan Produksi Untuk Blok IB



Gambar 4. Kecenderungan Penurunan Produksi Untuk Blok II



Gambar 5. Kecenderungan Penurunan Produksi Untuk Blok III

Dari hasil analisa uji statistik yang diperoleh dari masing-masing Blok maka di dapat persamaan untuk masing decline curve seperti yang tertera pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Uji Statistik Blok IA

No	Jenis Decline	R	R <sup>2</sup>	SD
1	<u>Exponential</u>			
	Log Qo = 4,4104 - 0,0159 t	-0,9241	0,8539	0,0538
	Qo = 26398,5274 - 0,0413 Np	-0,9445	0,8921	1702,776
2	<u>Harmonic</u>			
	Log Qo = 4,6022 - 0,3952 Log t	-0,9139	0,8352	0,0572
	log Qo = 4,4615 - 1,1076x10 <sup>-6</sup> Np	-0,9307	0,8661	0,0515
3	<u>Hyperbolic</u>			
	Log Qo = 4,6022 - 0,3952 Log t	-0,9139	0,8352	0,0572
	Log Qo = 6,5434 - 0,4426 Log Np	-0,8788	0,7722	0,0672

Tabel 2. Hasil Analisa Uji Statistik Blok IB

No	Jenis Decline	R	R <sup>2</sup>	SD (%)
1	<u>Exponential</u>			
	Log Qo = 4,3648 - 0,0259 t	-0,9398	0,8833	0,1036
	Qo = 9831,4263 - 0,0591 Np	-0,9676	0,9362	34,4780
2	<u>Harmonic</u>			
	Log Qo = 7,1749 - 2,4248 Log t	-0,9286	0,8623	0,1125
	Log Qo = 4,8318 - 0,00001 Np	-0,9012	0,8122	0,1314
3	<u>Hyperbolic</u>			
	Log Qo = 6,1749 - 2,4248 Log t	-0,9286	0,8623	0,1125
	Log Qo = 19,0602 - 3,2734 Log Np	-0,8797	0,7738	0,1442

Tabel 3. Hasil Analisa Uji Statistik Blok II

No	Jenis Decline	R	R <sup>2</sup>	SD (%)
1	<u>Exponential</u>			
	Log Qo = 3,8074 - 0,0245 t	-0,9168	0,8405	0,1017
	Qo = 5469,8605 - 0,0418 Np	-0,8724	0,7611	68,4614
2	<u>Harmonic</u>			
	Log Qo = 3,9379 - 0,4864 Log t	-0,7273	0,5290	0,1749
	Log Qo = 3,8457 - 0,00001 Np	-0,8277	0,6852	0,1430
3	<u>Hyperbolic</u>			
	Log Qo = 2,9379 - 0,4864 Log t	-0,7273	0,5290	0,1749
	Log Qo = 5,4829 - 0,4437 Log Np	-0,6233	0,3885	0,1993

Tabel 4. Hasil Analisa Uji Statistik Blok III

No	Jenis Decline	R	R <sup>2</sup>	SD (%)
1	<u>Exponential</u>			
	Log Qo = 3,8501 - 0,0588 t	-0,8300	0,6889	0,1311
	Qo = 5354,2163 - 0,0944 Np	-0,8727	0,7616	499,0793
2	<u>Harmonic</u>			
	Log Qo = 4,0059 - 0,7334 Log t	-0,7201	0,5186	0,1631
	Log Qo = 3,8981 - 0,00002 Np	-0,7376	0,5441	0,1587
3	<u>Hyperbolic</u>			
	Log Qo = 2,9163 - 0,2806 Log t	-0,8402	0,7059	0,0456
	Log Qo = 6,7643 - 0,7661 Log Np	-0,6424	0,4127	0,1801

Dari hasil perhitungan (seperti tertera pada Tabel 1., Tabel 2., Tabel 3., dan Tabel 4.) maka dapat diambil kesimpulan bahwa jenis *decline curve* yang terpilih untuk semua Blok di lapangan Sriwijaya ini adalah jenis kombinasi antar *Exponential decline* dan *Harmonic Decline* dengan persamaan yang akan digunakan untuk masing-masing Blok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Blok IA : log Qo} &= 4,4615 - 1,1076 \times 10^{-6} Np \\ \text{log Qo} &= 4,3648 - 0,0259 t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok IB : log Qo} &= 4,8318 - 0,00001 Np \\ \text{log Qo} &= 4,3648 - 0,0259 t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok II : log Qo} &= 3,8457 - 0,00001 Np \\ \text{log Qo} &= 3,8074 - 0,0245 t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok III : } \log Q_o &= 3,8981 - 0,00002 N_p \\ \log Q_o &= 3,8501 - 0,0588 t \end{aligned}$$

Selanjutnya adalah perhitungan nilai *economic limit rate* untuk menyelesaikan persamaan tersebut. *Economic limit rate* ( $q_L$ ) ini adalah batas dimana laju produksi minyak yang dihasilkan akan memberikan penghasilan bersih yang besarnya sama dengan biaya operasional yang dikeluarkan untuk segala keperluan sumur atau lapangan yang bersangkutan [10]. Dengan besarnya pajak untuk pemerintah (PTR) sebesar 45%, pendapatan bersih (NRI) sebesar 85%, *working interest* 7/8, dan harga minyak \$100 /bbl maka dapat dihitung nilai *economic limit rate* untuk masing-masing Blok dengan biaya operasi produksi untuk Blok IA adalah \$26.882/month, Blok Ib sebesar \$4.372/month, Blok II sebesar \$6.072/month, dan Blok III sebesar \$5.262/month., maka perhitungan nilai *economic limit rate* untuk masing-masing Blok adalah :

Untuk Blok IA :

$$\begin{aligned} q_L &= \frac{(\$26.882 / month)(7/8)}{(\$100 / bbl)(1 - 0,45)(0,85)} \\ &= 503,1 \text{ bopm} \end{aligned}$$

Untuk Blok IB :

$$\begin{aligned} q_L &= \frac{(\$4.372 / month)(7/8)}{(\$100 / bbl)(1 - 0,45)(0,85)} \\ &= 81,8 \text{ bopm} \end{aligned}$$

Untuk Blok II :

$$\begin{aligned} q_L &= \frac{(\$6.072 / month)(7/8)}{(\$100 / bbl)(1 - 0,45)(0,85)} \\ &= 113,6 \text{ bopm} \end{aligned}$$

Untuk Blok III :

$$\begin{aligned} q_L &= \frac{(\$5.262 / month)(7/8)}{(\$100 / bbl)(1 - 0,45)(0,85)} \\ &= 98,5 \text{ bopm} \end{aligned}$$

Perhitungan ultimate recovery dan remaining reserves untuk masing-masing Blok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Blok IA : } \log Q_o &= 4,4615 - 1,1076 \times 10^{-6} N_p \\ \log 503,1 &= 4,4615 - 1,1076 \times 10^{-6} N_p \\ N_p &= 1.588.931 \text{ STB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RR &= UR - N_{p_i} \\ &= 1.588.931 - 875.588,4 \\ &= 713.342,6 \text{ STB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok IB : } \log Q_o &= 4,8318 - 0,00001 N_p \\ \log 81,8 &= 4,8318 - 0,00001 N_p \\ N_p &= 291.910 \text{ STB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RR &= 291.910 - 157.389 \\ &= 134.521 \text{ STB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok II : } \log Q_o &= 3,8457 - 0,00001 N_p \\ \log 113,6 &= 3,8457 - 0,00001 N_p \\ N_p &= 179.040 \text{ STB} \end{aligned}$$

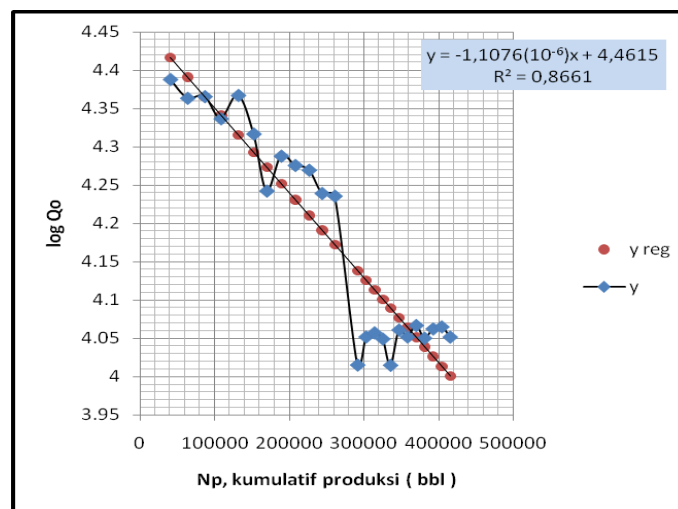
$$\begin{aligned} RR &= 179.040 - 124.909 \\ &= 54.131 \text{ STB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok III : } \log Q_o &= 3,8981 - 0,00002 N_p \\ \log 98,5 &= 3,8981 - 0,00002 N_p \\ N_p &= 95.235 \text{ STB} \end{aligned}$$

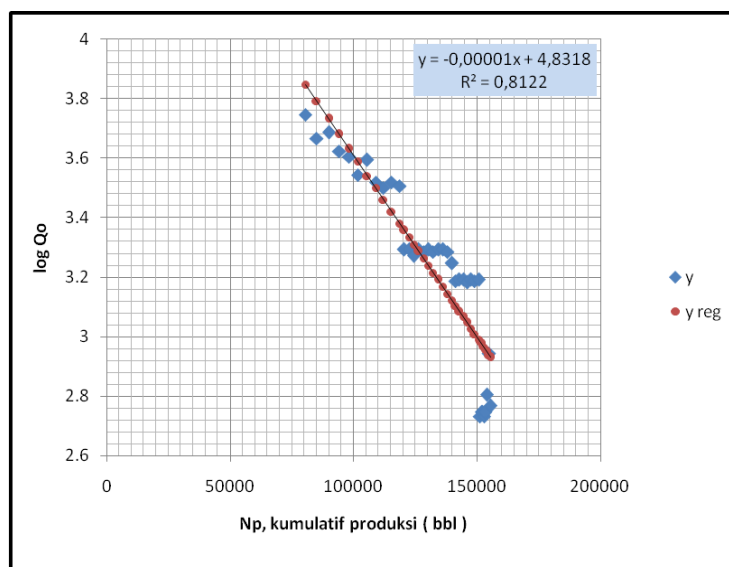
$$\begin{aligned} \text{RR} &= 95.235 - 39.086 \\ &= 56.149 \text{ STB} \end{aligned}$$

Nilai  $N_p$  disini merupakan kumulatif produksi minyak dari awal produksi hingga produksi sampai batas ekonomi sehingga nilai  $N_p$  ini identik dengan nilai *ultimate recovery* (UR) karena sesuai dengan pengertiannya bahwa *ultimate recovery* adalah jumlah keseluruhan (kumulatif) minyak yang akan dapat diproduksi sampai batas ekonomisnya, sehingga *ultimate recovery* merupakan akumulasi antara kumulatif produksi minyak yang sudah diperoleh dengan kumulatif produksi minyak yang akan datang sampai batas ekonomisnya.

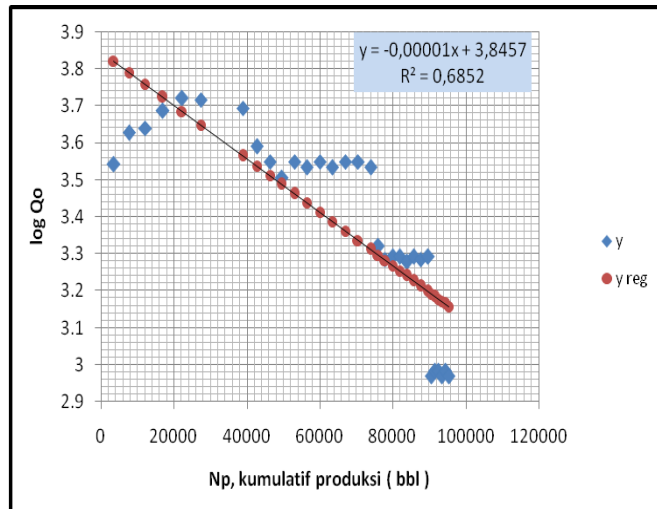
Berikut adalah kurva hubungan antara laju produksi dan kumulatif produksi yang paling sesuai untuk masing-masing blok.



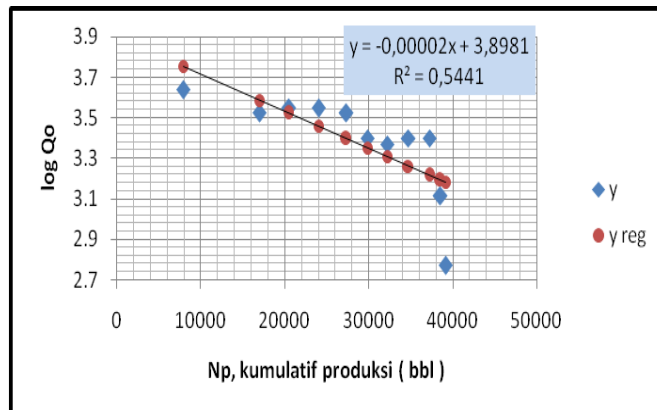
Gambar 6. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan Np untuk Blok IA



Gambar 7. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan Np untuk Blok IB



**Gambar 8. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan Np untuk Blok II**



**Gambar 9. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan Np untuk Blok III**

Perhitungan untuk menentukan *life time production* untuk masing-masing Blok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Blok IA} : \text{Log } Q_o &= 4,3648 - 0,0259 t \\ \text{Log } 503,1 &= 4,3648 - 0,0259 t \\ t &= 107 \text{ bulan} \end{aligned}$$

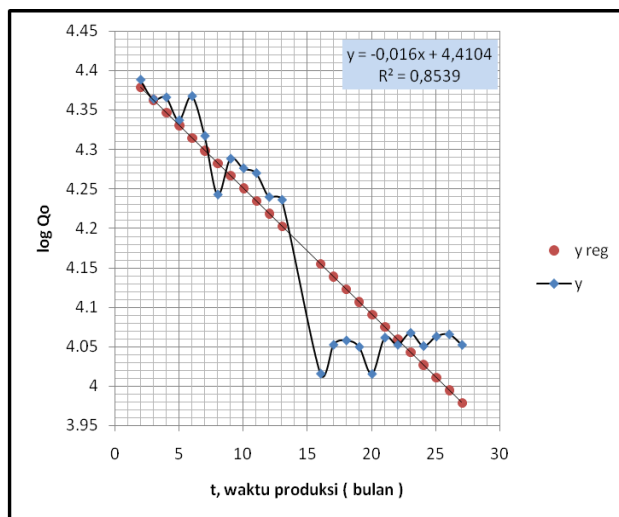
$$\begin{aligned} \text{Blok IB} : \text{Log } Q_o &= 4,3648 - 0,0259 t \\ \text{Log } 81,8 &= 4,3648 - 0,0259 t \\ t &= 95 \text{ bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok II} : \text{Log } Q_o &= 3,8074 - 0,0245 t \\ \text{Log } 113,6 &= 3,8074 - 0,0245 t \\ t &= 71,5 \text{ bulan} \end{aligned}$$

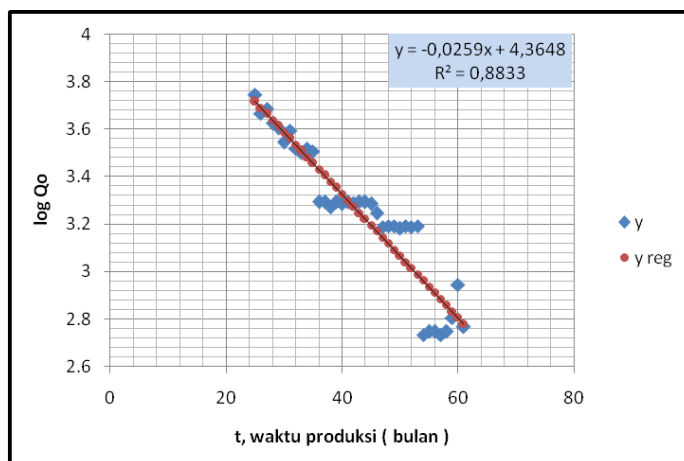
$$\begin{aligned} \text{Blok III} : \text{Log } Q_o &= 3,8501 - 0,0588 t \\ \text{Log } 98,5 &= 3,8501 - 0,0588 t \\ t &= 31,6 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Berikut adalah kurva hubungan antara laju produksi dan waktu produksi yang paling sesuai untuk masing-masing blok.

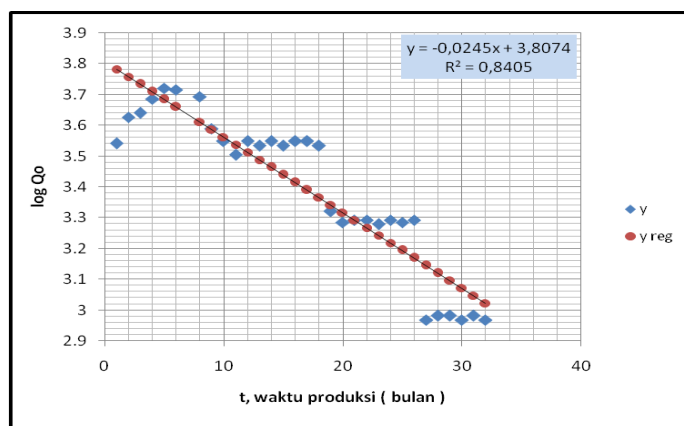




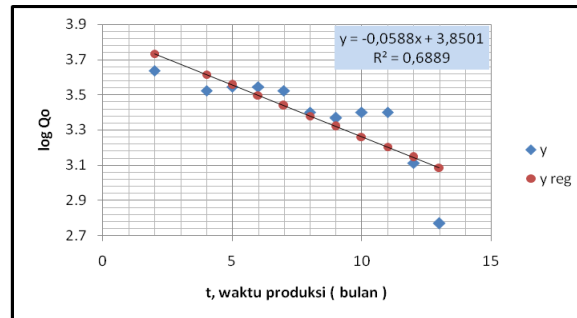
**Gambar 10. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan t untuk Blok IA**



**Gambar 11. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan t untuk Blok IB**



**Gambar 12. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan t untuk Blok II**



**Gambar 13. Kurva Garis Lurus Hubungan Log Qo dan t untuk Blok III**

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa di ambil dari pembahasan ini adalah :

1. Jumlah cadangan minyak (*ultimate recovery*) yang terkandung pada Blok IA adalah 1.588.931 bbl, untuk Blok IB sebesar 291.910 bbl, Blok II sebesar 179.040 bbl, dan untuk Blok III sebesar 95.149 bbl.
2. Total umur produksi (*life time production*) untuk Blok IA adalah selama 107 bulan atau 8,9 tahun, Blok IB selama 95 bulan atau 7,9 tahun, Blok II selama 71,5 bulan atau 6 tahun dan terakhir untuk Blok III adalah selama 31,6 bulan atau 2,6 tahun.
3. Sisa cadangan minyak (*remaining Reserves*) pada tanggal 31 Maret 2013 untuk Blok IA adalah sebesar 713.342,6 bbl, Blok IB sebesar 134.521 bbl, Blok II sebesar 54.131 bbl, dan terakhir untuk Blok III adalah sebesar 56.149 bbl.

Berdasarkan kesimpulan di atas, Penulis memberikan saran agar dilakukan upaya dan tindakan secara teknis agar sisa cadangan minyak pada Blok IA bisa diproduksi secara optimal karena cadangan pada Blok IA yang masih tersisa cukup besar yaitu sebesar 713.342,6 bbl.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini berjalan dibawah bimbingan Bapak Ir. A. Rahman, MS. dan bapak Syarifuddin, ST., MT. selaku dosen jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih atas segala bimbingan, saran dan kritik selama pengerjaan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada PT.PERTAMINA Aset 1 Field Jambi yang telah mendukung pelaksanaan penelitian sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fetcovitch, M.J.(1987).”*Decline Curve analysis Using Type Curves-Case History*”.SPE Formation Evaluation.
- [2] Heinemann, Z. E. (2003).“*Petroleum Recovery volume 3*”. Leoben.Austria.
- [3] Satter, Abdus., dan Thakur, G. C.(1994).”*Integrated Petroleum Reservoir Management*”.Penn Well Publishing Company. Oklahoma.
- [4] Petroleum Society.(1994).”*Determination of Oil and Gas Reserves*”. Calgary Section.Canada.
- [5] Ahmad, Tarek., dan McKinney, P.D.(2006). “*Reservoir Engineering Handbook 3<sup>rd</sup> Edition*”.Gulf Publishing Company.United States Of America.
- [6] J. J. Arps.(1945). "*Analysis of Decline Curve*".Trans. AIME.
- [7] Sudjana.(2002).“*Metoda Statistika*”.Tarsito.Bandung
- [8] Slider, H.C.(1983).”*Worldwide Practical Petroleum Reservoir Engineering Methods*”. Penn Well Publishing Company. Oklahoma.

- [9] Irianto, Agus.(2004).”Statistik, Konsep Dasar, Aplikasi, dan Pengembangannya”.Kencana Prenada Media Group. Jakarta.
- [10] Rukmana, Dadang.,dan Kristanto, Dedi.(2011).”Teknik Reservoir:Teori dan Aplikasi”. Pohon Cahaya. Yogyakarta.