

## EVALUASI PERHITUNGAN POTENSI SUMUR MINYAK TUA DENGAN WATER CUT TINGGI

Agustinus Denny Unggul Raharjo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Perminyakan & Pertambangan,  
Universitas Papua

Masuk: 25 November 2016, revisi masuk: 25 Desember 2016, diterima: 10 Januari 2017

### ABSTRACT

*To understand the performance of oil well before well optimization conducted, Inflow Performance Relationships (IPR) curve is used. The curve explained relation between well production rate (Q) to bottom hole pressure (P). The IPR method calculation based on fluid phase that flowing in the well through the conduit to surface; usually more than one fluid phase exists. Thus, in old oil well with high water cut (more than 90%) the fluid phase might become two phase (gas-liquid) or three phase (gas-water-oil). Moreover, the selection of calculation methods also depends on the assumption used on each method. On some of old well with high water cut Vogel's method used due to practical reasons. However, according to Vogel's method assumptions, old well with high water cut is not appropriate to calculate with. Hence, there is possibility that the optimization conducted was flaw. Knowing the margin of error on this matter is important so that the research on the issue was conducted. The research process started with compiling data from different old well with high water cut on different field, thus different well characters. Then, calculate the data using three different methods; Linear method, Vogel's method, and Wiggins method. Using Vogel's method as based then comparing it with Linear and Wiggins methods. The result gave different margin numbers, however the research given more understanding on old well with high water cut performance.*

**Keywords:** *old oil well, high water cut, IPR*

### INTISARI

Untuk mengetahui kinerja sumur minyak sebelum dilakukan optimasi digunakan perhitungan Inflow Performance Relationships (IPR) dengan luaran berupa kurva. Kurva IPR menjelaskan hubungan antara laju produksi sumur terhadap tekanan alir dasar sumur. Metode perhitungan IPR didasarkan pada fasa fluida yang mengalir yang umumnya terdiri lebih dari satu fasa. Utamanya pada sumur tua dengan water cut tinggi, fasa aliran dapat merupakan dua fasa (gas – cairan) atau tiga fasa (gas – air – minyak). Selain berdasarkan pada fasa yang mengalir pemilihan perhitungan juga didasarkan pada batasan metode perhitungan. Pada beberapa sumur tua dengan water cut tinggi digunakan metode Vogel karena alasan praktis, yang berdasarkan batasannya tidak sesuai digunakan pada sumur minyak tua dengan water cut tinggi. Dengan demikian ada kemungkinan anoptimasi yang dilakukan menggunakan metode Vogel tidak dilakukan dengan tepat. Untuk mengetahui seberapa besar margin kesalahan perhitungan maka dilakukan evaluasi perhitungan IPR sumur minyak tua dengan water cut tinggi. Dimulai dengan mengumpulkan data beberapa sumur pada beberapa lapangan tua dengan karakteristik berbeda untuk kemudian dilakukan perhitungan IPR dengan metode yang sesuai (metode Wiggins dan metode linear) untuk kemudian dibandingkan dengan perhitungan IPR awal yang menggunakan metode Vogel. Dari perbandingan antara perhitungan awal yang menggunakan metode Vogel dengan metode Wiggins dan/atau Linear diperoleh hasil yang berbeda dengan margin yang berbeda-beda. Hasil ini akan memberikan gambaran lebih detail pada performa sumur tua tersebut.

**Kata kunci:** sumur minyak tua, water cut tinggi, IPR

<sup>1</sup> a.raharjo@unipa.ac.id

## PENDAHULUAN

Sumur minyak tua pada umumnya cenderung memiliki harga *water cut* yang sangat tinggi (diatas 90%). Secara perhitungan ekonomis kasar, hal tersebut tidak memberikan keuntungan yang optimal bagi industri. Namun demikian di beberapa tempat di Indonesia, sumur minyak dengan *water cut* yang tinggi masih diusahakan dalam skala industri demi alasan sosial kemanusiaan. Untuk mengoptimalkan produksi sehingga didapatkan hasil yang tidak merugikan perusahaan maka laju produksi dan potensi produksi pada masa depan harus dapat ditentukan dengan tingkat kepastian yang tinggi. Umumnya metode perhitungan yang digunakan oleh industri pada sumur minyak dengan *water cut* tinggi adalah dengan menggunakan metode Vogel.

Metode Vogel dirancang untuk meramalkan potensi sumur minyak dengan tenaga pendorong gas terlarut. Metode Vogel masih dapat digunakan pada sumur minyak dengan *water cut* di bawah 75% (Jahanbani, 2009). Untuk sumur minyak dengan *water cut* tinggi, dengan asumsi bahwa aliran fluida di dalam sumur adalah satu fasa (cairan) dapat digunakan Metode Aliran Satu Fasa. Sementara itu jika diasumsikan aliran fluida di dalam sumur adalah tiga fasa (minyak, air, dan gas) dapat digunakan Metode Wiggins yang menghitung aliran fasa minyak dan air secara terpisah.

Perhitungan potensi sumur minyak dengan *water cut* tinggi menggunakan Metode Vogel didasarkan pada temuan bahwa hasil dari Metode Vogel sesuai dengan data tes produksi (Rantelembang, 2013). Hal tersebut menimbulkan pertanyaan terhadap asumsi yang dikenakan pada Metode Vogel. Beberapa sangkaan yang dapat diambil berkaitan dengan penggunaan Metode Vogel pada sumur minyak dengan *water cut* diatas 90% adalah: 1) Asumsi pada Metode Vogel perlu dipertimbangkan kembali, 2) Sumber gas yang belum teridentifikasi pada sumur minyak, dan 3) Kesalahan pada tes produksi. Penelitian ini dilakukan pada sumur tua dengan *water cut* diatas 90%.

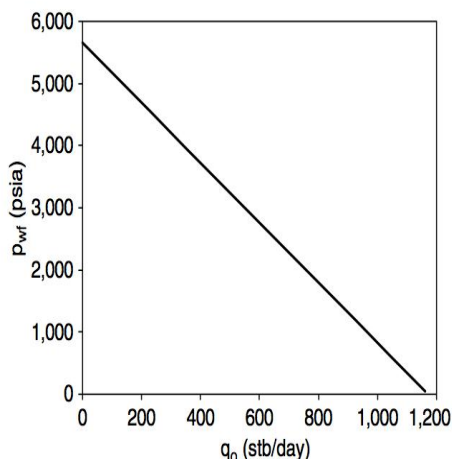
Bertujuan untuk menentukan metode perhitungan potensi sumur minyak terbaik pada sumur minyak dengan *water cut* diatas 90% . Penelitian dilakukan dengan membandingkan tiga metode yang berbeda, yaitu Metode Aliran Satu Fasa, Metode Aliran Dua Fasa Vogel, dan Metode Aliran Tiga Fasa Wiggins.

## METODE

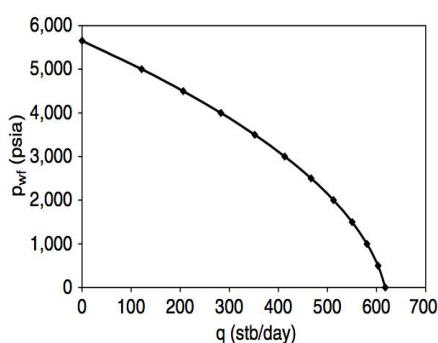
Perencanaan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sumur minyak dari tiga lapangan minyak, masing-masing lapangan diwakili oleh satu sumur minyak. Data tersebut diperoleh dari Tugas Akhir mahasiswa Program Studi D3 Teknik Perminyakan & Gas Bumi, Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Papua. Data yang diperoleh kemudian ditabulasikan sesuai kebutuhan dan dilakukan perhitungan menggunakan metode Linear, Vogel, dan Wiggins. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk kurva IPR dan dilakukan perbandingan.

Kurva IPR, potensi sumur minyak, khususnya sumur tua dapat diketahui dengan menggunakan kurva Inflow Performance Relationships (IPR). Kurva IPR merupakan plot antara tekanan alir dan laju alir fluida. Menurut Kermit (1977) dalam penggunaan IPR perlu diperhatikan jenis reservoir, bentuk kurva, waktu, dan produksi kumulatif. Dengan kurva IPR, tidak saja potensi sumur minyak dapat diketahui tetapi juga dapat digunakan untuk peramalan produksi di waktu yang akan datang. Bentuk kurva IPR sangat dipengaruhi oleh jenis aliran atau biasa disebut sebagai fasa fluida di dalam reservoir minyak. Secara umum fluida yang mengalir di dalam reservoir minyak dikelompokkan sebagai fasa cair dan fasa gas. Pada kasus tertentu seperti pada kandungan air yang sangat tinggi fasa cair dapat dipisah menjadi fasa minyak dan fasa air (Wiggins, 1994). Aliran satu fasa yang didefinisikan sebagai hanya satu jenis fasa fluida yang mengalir maka kurva IPR akan berupa garis lurus (Gambar 1). Namun di reservoir pada tekanan di bawah titik gelembung biasanya kurva IPR tidak

berbentuk garis lurus, melainkan lengkung (Gambar 2).



Gambar 1. IPR Aliran Satu Fasa



Gambar 2. IPR Aliran Dua Fasa

Kemampuan produksi sumur migas pada kondisi tertentu dapat dinyatakan sebagai *productivity index* (PI). PI merupakan perbandingan antara laju produksi (q) dan *drawdown* (P<sub>s</sub> - P<sub>wf</sub>), dimana P<sub>s</sub> merupakan tekanan statik reservoir dan P<sub>wf</sub> merupakan tekanan alir dasar sumur. Hubungan antara PI, q dan *drawdown* dinyatakan sebagai berikut:

$$PI = \frac{q}{P_s - P_{wf}}, \text{ bbl/hari/psi} \quad (1)$$

Kurva IPR Satu Fasa didapat dengan menggabungkan beberapa harga PI dimana PI merupakan kemiringan kurva (Gambar 1). Kurva IPR Dua Fasa pertama kali dikembangkan oleh Weller, untuk kemudian disederhanakan oleh Vogel untuk mempermudah perhitungan. Berdasarkan persamaan yang di-

kembangkan Weller, Vogel mengembangkan kurva dasar dimensionless IPR yang dapat mewakili semua kondisi yang diamati. Persamaan dimensionless IPR Vogel adalah sebagai berikut:

$$q = q_{max} \left[ 1 - 0.2 \left( \frac{P_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.8 \left( \frac{P_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] \quad (2)$$

dimana q<sub>max</sub> adalah laju alir maksimal. Kurva IPR 2 Fasa Vogel akan berbentuk seperti Gambar 2. Kurva IPR Tiga Fasa Wiggins merupakan pengembangan dari metode Vogel's. Perhitungan dua fasa Vogel's disetarakan dengan aliran tiga fasa sehingga menghasilkan metode tiga fasa yang lebih sederhana (Aris Buntoro dkk., 2007). Metode Wiggins mengasumsikan bahwa setiap aliran fluida diberlakukan sendiri-sendiri sehingga laju aliran minyak (q<sub>o</sub>) dan air (q<sub>w</sub>) dapat dihitung secara terpisah. Wiggins menyatakan bentuk dasar kurva IPR dengan persamaan:

Untuk aliran air

$$\frac{q_w}{q_{w,max}} = 1 - 0.722235 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.284777 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \quad (3)$$

Untuk aliran minyak

$$\frac{q_o}{q_{o,max}} = 1 - 0.519167 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.481092 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \quad (4)$$

## PEMBAHASAN

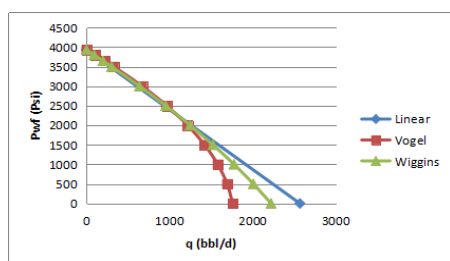
Tabel 1 di bawah ini menampilkan data sumur pada lapangan yang berbeda tempat dilakukan penelitian. Pemilihan sumur dilakukan acak tanpa mempertimbangkan metode produksi minyak. Masing-masing sumur memiliki water cut (kandungan air) lebih dari 90%. Gambar 1, 2, dan 3 menampilkan kombinasi kurva IPR masing-masing sumur secara berturut-turut. Sementara itu Gambar 4 menampilkan kombinasi kurva IPR Wiggins masing-masing sumur yang datanya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data sumur pada lapangan yang berbeda

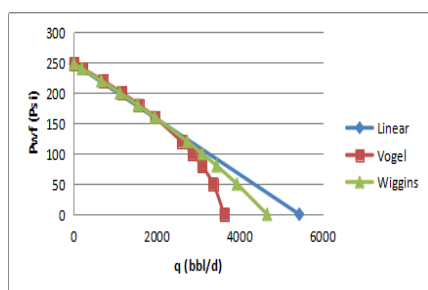
Sumur	Ps (Psi)	Pwf (Psi)	WC	PI (bbl/day/psi)	q <sub>max</sub> (bbl/day)		
					Linear	Vogel	Wiggins
SLM	3929	2255	98%	0.65	2598	1760	2221
DOM	248	155	99%	22.00	5437	3625	4660
CKI	1800	800	95%	5.00	9000	6639	7998

Tabel 2. Data produksi metode Wiggins

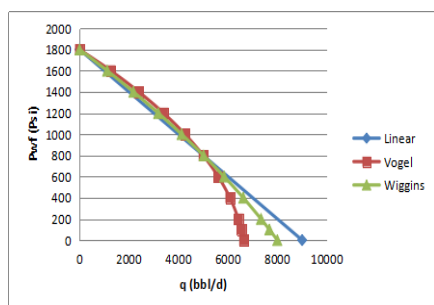
Sumur	q <sub>max</sub> (bbl/day)	
	Oil	Water
SLM	40	2181
DOM	21	4639
CKI	371	7627



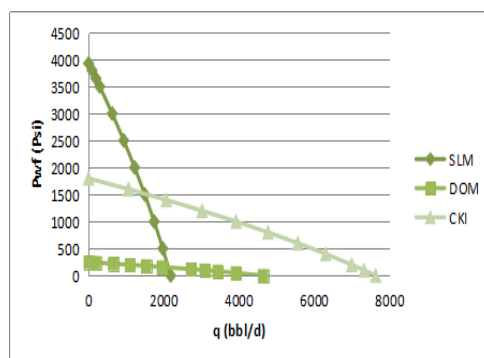
Gambar 1. Kombinasi kurva IPR sumur SLM



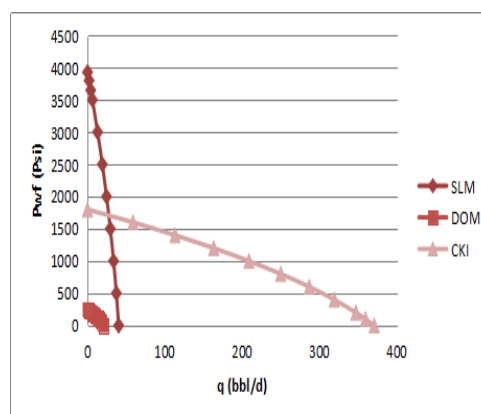
Gambar 2. Kombinasi kurva IPR sumur DOM



Gambar 3. Kombinasi kurva IPR sumur CKI



Gambar 4. Kombinasi kurva IPR Wiggins q<sub>water</sub>



Gambar 5. Kombinasi kurva IPR Wiggins q<sub>oil</sub>

Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan beberapa kombinasi kurva IPR dengan metode berbeda pada sumur tertentu. Sementara gambar 4 dan 5 menunjukkan kombinasi kurva IPR pada beberapa sumur dengan menggunakan metode Wiggins terhadap masing-masing fluida. Pada dasarnya kelengkungan yang terjadi yang ditunjukkan oleh metode Vogel merupakan menggambarkan manifestasi gas pada fluida hidrokarbon. Sementara itu kurva linier menunjukkan kondisi fluida satu fasa yaitu berupa cairan tanpa kehadiran gas. Model Wiggins, 1994 menunjukkan perhitungan yang lebih detil untuk menjawab

permasalahan yang buntu karena asumsi yang digunakan pada metode Vogel's maupun Linear tidak dapat menjelaskan fenomena water cut tinggi secara komprehensif.

Secara umum pada gambar 1, 2, dan 3 kurva yang berada di atas Pwf acuan, berturut-turut, Vogel memiliki harga yang lebih tinggi diikuti oleh Linear dan kemudian Wiggins. Sementara itu di bawah Pwf acuan, berturut-turut harga Linear lebih tinggi diikuti oleh Wiggins dan kemudian Vogel. Terlihat bahwa kurva Wiggins lebih mencerminkan kondisi water cut tinggi dari bentuk kurva yang mendekati model kurva Linear satu fasa. Sedangkan kelengkungan yang tajam pada kurva Vogel menunjukkan bahwa kurva ini tidak sesuai untuk meramalkan perilaku sumur minyak dengan water cut tinggi dengan tidak mengindikasikan kondisi water cut tinggi jika dibandingkan dengan kurva Linear satu fasa. Pada gambar 4 dan gambar 5, mengabaikan besaran tekanan dan produksi, kurva  $q_{\text{water}}$  cenderung lebih linear daripada kurva  $q_{\text{oil}}$  yang menunjukkan terdapatnya gas ikutan pada produksi minyak.

#### KESIMPULAN

Kurva IPR Wiggins lebih tepat digunakan untuk meramalkan perilaku sumur minyak ber-water cut sangat tinggi (di atas 90%) dibandingkan dengan metode Vogel yang biasa digunakan pada sumur-sumur ber-water cut sangat tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

N.N., 1998. Introduction to Well Testing, Bath, England, Schlumberger Wireline & Testing.  
Adel, M., Ragab, S., 2013, Investigation Of Inflow Performance Relationship In Gas Reservoir for Vertical And Horizontal Wells, Petroleum Technology Development Journal, 3, 17 - 35.

Brown, Kermit .E., 1977, The Technology Of Artificial Lift Methods, Tulsa, PennWellBooks.  
Buntoro A., dkk., 2007, Penerapan Metoda Wiggins Untuk Perhitungan Potensi Sumur Dengan Water Cut Tinggi Di Lapangan Tanjung, Simposium Nasional IATMI 2007, Yogyakarta: IATMI.  
Guo, B., Ghalambor, A., 2007, Petroleum Production Engineering: A Computer- Assisted Approach, Elsevier Science & Technology Book.  
Jahanbani, A., 2009, Determination Of Inflow Performance Relationship (IPR) By Well Testing, The Canadian International Petroleum Conference (CIPC) 2009, Calgary, Alberta, Canada: Petroleum Society.  
Rantelembang, D.M., 2014, Evaluasi Electrical Submersible Pump SST-3021 Pada Sumur X Lapangan Y PT. Pertamina EP Asset 5 Field Papua, D3 Teknik Perminyakan dan Gas Bumi, Universitas Negeri Papua.  
Sukarno, P., Regina, I., 2001, Pengembangan Peramalan Kurva IPR Dua Fasa Secara Analitis, Simposium Nasional IATMI 2001, Yogyakarta: IATMI.  
Wiggins, M.L., 1994, Generalized Inflow Performance Relationships For Three-Phase Flow, Oklahoma, SPE.