



Analisis Potensi Sumur dan Peramalan Keadaan Sumur Dimasa Depan Dengan Menggunakan Metode Wiggins pada Sumur FS-09ST Lapangan Sukowati

Faroucki Seven Mahendra¹⁾, Hadziqul Abror^{1*)}

¹⁾ Teknik Perminyakan, Universitas Jember

* corresponding email: hadziqulabror@unej.ac.id

ABSTRACT

Production of the FS-09ST well began on January 17th, 2009 with oil production is 401 BOPD and peak production on May 13th, 2011 with oil production is 3254 BOPD. Over time, production has decreased until the well was shut-in on October 9th, 2020 with oil production is 11 BOPD due to the high watercut which reached 99.55%. The location of this research is administratively located in Campurejo Village, Bojonegoro District, Bojonegoro Regency. Analysis of well potential and well forecasting was carried out using the Wiggins method based on well test data conducted on November 10th, 2020. This method is used because the FS-09ST well has three-phase fluid and a high water cut. The results of the analysis show that the maximum flowrate is 3899.44 BFPD, the optimum flowrate is 2340 BFPD, and a recommended production flowrate is 2340 BFPD at flowing bottom hole pressure (P_{wf}) is 1240 Psi to avoid water coning. Based on forecasting future IPR, it is known that the economic limit rate of this well is when the reservoir pressure is 1965 Psi with a oil flowrate of 10.08 BOPD.

Keywords: IPR, Forecasting Future IPR, High Watercut

I. PENDAHULUAN

PT Pertamina EP Regional 4 Zona 11 Sukowati Field didirikan pada tanggal 20 Mei 2018. Proses kerja utama dari perusahaan ini adalah menyelenggarakan kegiatan usaha di sektor hulu bidang minyak dan gas bumi, meliputi eksplorasi dan eksploitasi. Sebelum diakuisisi oleh Pertamina EP, Lapangan Sukowati dikerjakan oleh beberapa perusahaan. Wilayah kerja operasional PT Pertamina EP Regional 4 Zona 11 Sukowati *Field* terbagi menjadi 2 cluster yaitu Sukowati Pad #A, secara administratif terletak di Desa Campurejo, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro dan Sukowati Pad #B yang terletak di Desa Ngampel, Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro. Lapangan Sukowati terletak di Blok Tuban yang termasuk dalam bagian Cekungan Jawa Timur dan reservoir minyak dari lapangan Sukowati berada di Formasi Tuban yang tersusun atas napal pasiran dan endapan batulempung dengan sisipan batugamping [1].

Lapangan Sukowati mulai berproduksi pada tahun 1988, sumur FS-09ST mulai diproduksi pada 17 Januari 2009, dengan produksi minyak sebesar 401 BOPD dan mencapai puncak produksi pada 13 Mei 2011 dengan produksi minyak sebesar 3254 BOPD. Seiring berjalannya waktu, produksi suatu sumur akan mengalami penurunan yang diakibatkan penurunan tekanan reservoir dan tingginya *watercut* [2] [3]. Sumur FS-09ST dishut-in pada 9 Oktober 2020 dengan produksi minyak 11 BOPD dan *watercut* yang mencapai 99,55%.

Dengan adanya persoalan tersebut, maka perlu dilakukan uji sumur dan analisis potensi sumur untuk menentukan produksi dari sumur FS-09ST agar terhindar dari *water coning problem*. Sumur FS-09ST tergolong sumur yang sudah tua yang mempunyai *watercut* tinggi, dalam hal ini memerlukan adanya prediksi IPR dimasa depan (*forecasting future IPR*) yang dijadikan acuan *economic limit rate* [4]. Analisis potensi sumur dilakukan dengan menganalisa kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR). Kurva IPR ialah sebuah kurva yang berisi gambaran kemampuan produksi suatu sumur, dinyatakan dalam hubungan antara tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) terhadap nilai laju alir produksi (q) [5] [6]. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis potensi sumur dan peramalan keadaan sumur dimasa depan dengan menggunakan metode Wiggins, penggunaan metode ini dikarenakan sumur FS-09ST memiliki fluida tiga fasa dan *watercut* yang tinggi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

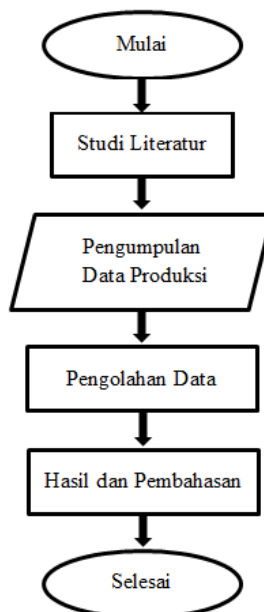
Lokasi penelitian ini secara administratif berada di Desa Campurejo, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro. Lokasi ini berjarak kurang lebih 111 KM sebelah barat Surabaya, dan 203 KM sebelah timur Semarang. Secara geografis lokasi ini berada pada 7°09'14.1" LS dan 111°54'36.1" BT. Berikut adalah peta dari lokasi penelitian:



Gambar 1. Peta lokasi operasi PT Pertamina EP Regional 4 lapangan Sukowati [7]

Reservoir minyak dari lapangan Sukowati berada di Formasi Tuban yang tersusun atas napal pasiran berwarna putih abu-abu, semakin ke atas berubah menjadi endapan batulempung biru kehijauan dengan sisipan batugamping berwarna abu-abu kecoklatan yang kaya akan foraminifera orbitoid, koral, dan alga. Semakin ke atas berubah menjadi batugamping pasiran berwarna putih kekuningan hingga coklat kekuningan. Formasi Tuban memiliki rasio planktonik bentonik berkisar 20% - 30% diendapkan pada lingkungan sublittoral (Pringgoprawiro, 1983).

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan *inflow performance relationship* (IPR), peramalan keadaan sumur di masa depan (*forecasting future IPR*), setelah itu dilakukan pengumpulan data produksi antara lain data tekanan reservoir (P_r), tekanan alir dasar sumur (P_{wf}), laju alir minyak (q_o), laju alir air (q_w), dan laju alir total (q_t), kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses pengolahan analisis potensi sumur menggunakan kurva IPR metode Wiggins sekaligus *forecasting future IPR* menggunakan metode Wiggins. Hasil dari proses pengolahan tersebut selanjutnya akan diberikan pembahasan serta kesimpulannya. Diagram alir penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Potensi Sumur

Lapangan Sukowati merupakan lapangan yang memiliki fluida multi fasa (minyak, air, dan gas), sehingga metode Wiggins sangat cocok diterapkan di lapangan dengan fluida seperti ini [8]. Analisis potensi sumur FS-09ST dilakukan dengan menganalisis kurva IPR metode Wiggins. Metode Wiggins mengembangkan dari metode dua fasa Vogel, dimana metode dua fasa tersebut disetarakan dengan metode tiga fasa, sehingga akan didapatkan sebuah metode yang lebih sederhana dari metode tiga fasa yang telah ada. Pada metode Wiggins diasumsikan bahwa dalam perlakuan setiap fase dapat dipisah-pisah, sehingga laju alir minyak (Q_o) dan laju alir air (Q_w) dapat diperhitungkan sendiri-sendiri [8]. Analisis ini berdasarkan data *well test* yang telah dilakukan pada tanggal 10 November 2020. Diketahui tekanan reservoirnya (P_r), tekanan alir dasar sumur (P_{wf}), dan laju produksi (Q) sebagaimana **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Data penunjang analisa potensi sumur FS-09ST

Data	Nilai	Satuan
<i>Reservoir Pressure (P_r)</i>	2650	Psi
<i>Flowing Pressure (P_{wf})</i>	1100	Psi
<i>Water Cut (WC)</i>	99.5	%
<i>Oil Flowrate (Q_o)</i>	12.35	BOPD
<i>Water Flowrate (Q_w)</i>	2457	BWPD
<i>Total Flowrate (Q_t)</i>	2469	BFPD

Adapun langkah-langkah untuk perhitungan potensi sumur menggunakan kurva IPR metode Wiggins adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data penunjang sebagaimana pada **Tabel 1**.
2. Menghitung nilai *Productivity Index (PI)*.

$$PI = \frac{Q_o + Q_w}{P_r - P_{wf}}$$

$$PI = \frac{12.35 + 2457}{2650 - 1100}$$

$$PI = 1.59 \text{ bbl/d/psi}$$

3. Menghitung nilai laju alir minyak maksimum ($Q_{o_{max}}$) dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{o_{max}} = \frac{Q_o}{1 - 0.52 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.48 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2}$$
$$Q_{o_{max}} = \frac{12.35}{1 - 0.52 \left(\frac{1100}{2650} \right) - 0.48 \left(\frac{1100}{2650} \right)^2} = 17.6 \text{ BOPD}$$

4. Menghitung nilai laju alir air maksimum ($Q_{w_{max}}$) dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{w_{max}} = \frac{Q_w}{1 - 0.72 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.28 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2}$$
$$Q_{w_{max}} = \frac{2457}{1 - 0.72 \left(\frac{1100}{2650} \right) - 0.28 \left(\frac{1100}{2650} \right)^2} = 3881,84 \text{ BWPD}$$

5. Menghitung nilai laju alir total (Q_t) maksimum dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{t_{max}} = Q_{o_{max}} + Q_{w_{max}}$$
$$Q_{t_{max}} = 17.6 + 3881,84 = 3899,44 \text{ BFPD}$$



6. Selanjutnya ialah menghitung nilai Q_o , Q_w dan Q_t setiap asumsi penurunan nilai P_{wf} , dengan menggunakan persamaan :

$$Q_o = \left(1 - 0.52 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.48 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \right) (Q_{o_{max}})$$

$$Q_w = \left(1 - 0.72 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0.28 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \right) (Q_{w_{max}})$$

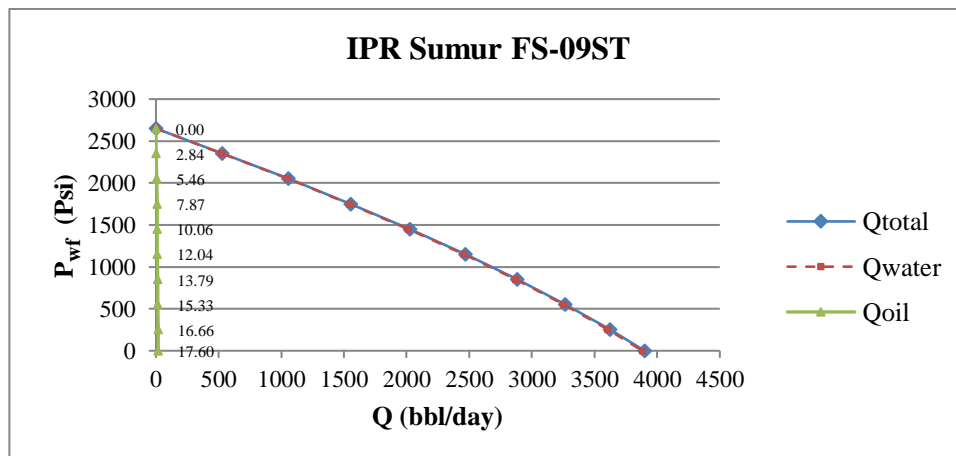
$$Q_t = Q_o + Q_w$$

7. Perhitungan Q_o , Q_w dan Q_t selama penurunan P_{wf} dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan Q_o , Q_w dan Q_t menggunakan microsoft excel

P_{wf} (Psi)	Q_o (BOPD)	Q_w (BWPD)	Q_t (BFPD)
2650	0.00	0	0.00
2350	2.84	526	529.13
2050	5.46	1051	1056.94
1750	7.87	1548	1556.19
1450	10.06	2017	2026.89
1150	12.04	2457	2469.04
850	13.79	2869	2882.63
550	15.33	3252	3267.68
250	16.66	3608	3624.17
0	17.60	3882	3899.44

8. Selanjutnya membuat grafik IPR, dimana nilai P_{wf} di plot pada sumbu Y dan nilai Q_o , Q_w , dan Q_t di plot pada sumbu X, didapatkan hasil grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Kurva IPR sumur FS-09ST

9. Menghitung laju alir optimum, dimana sumur FS-09ST memiliki *water cut* yang tinggi yaitu 99.5%, dan kemungkinan akan terjadinya *water coning* lebih besar. Maka, untuk meminimalisir *water coning* ditentukan Q optimum dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{t_{optimum}} = SF \times Q_{t_{max}}$$

$$Q_{t_{optimum}} = 60\% \times 3899,44$$

$$Q_{t_{optimum}} = 2340 \text{ BFPD}$$



Dari hasil perhitungan dengan metoda Wiggins dapat diketahui nilai *productivity index* (PI) dari sumur FS-09ST, yaitu sebesar 1.59 bbl/d/psi. *Productivity index* merupakan ukuran keproduktifan suatu sumur [9]. Nilai *productivity index* pada sumur FS-09ST ini termasuk kategori tinggi atau bagus. Nilai *productivity index* berkategori tinggi jika bernilai diatas 1,5 bbl/d/psi, berkategori sedang jika bernilai 0,5 – 1,5 bbl/d/psi, dan berkategori rendah jika bernilai dibawah 0,5 bbl/d/psi [10].

Dari perhitungan juga didapatkan nilai laju alir maksimum dan laju alir optimum dari sumur FS-09ST. Nilai laju alir maksimum sebesar 3899,44 BFPD dan laju alir optimum sebesar 2340 BFPD. Setelah dilakukan perhitungan laju alir optimum, untuk mengurangi terjadinya *water coning* yang lebih besar disarankan sumur diproduksi dengan laju alir produksi 2340 BFPD pada tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) 1240 Psi. Melihat kurva IPR pada **Gambar 3**, hasil kurva IPR sumur tersebut didapatkan kurva yang mendekati linier, hal ini dikarenakan kadar air (*watercut*) di sumur FS-09ST Lapangan Sukowati yang sudah tinggi, dan hal ini menandakan bahwa penggunaan metode Wiggins sesuai dengan kondisi sumur saat ini.

3.2 Peramalan Keadaan Sumur Dimasa Depan

Future inflow performance relationship digunakan untuk memprediksi IPR dimasa depan setelah menurunnya tekanan reservoir, serta laju alir akibat proses produksi. Data yang digunakan untuk *forecasting future IPR* sebagaimana pada **Tabel 1**. Adapun langkah-langkah perhitungan *forecasting future IPR* menggunakan metode Wiggins adalah sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu menentukan nilai *future* Q_o maksimum, *future* Q_w maksimum, dan *future* Q_t maksimum pada saat P_r *future* 1965 Psi dan pada saat P_r *future* 1200 Psi dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{o_{maxf}} = (Q_{o_{maxp}}) \left(0.15 \left(\frac{P_{r_f}}{P_{r_p}} \right) - 0.84 \left(\frac{P_{r_f}}{P_{r_p}} \right)^2 \right)$$

$$Q_{w_{maxf}} = (Q_{w_{maxp}}) \left(0.59 \left(\frac{P_{r_f}}{P_{r_p}} \right) - 0.36 \left(\frac{P_{r_f}}{P_{r_p}} \right)^2 \right)$$

$$Q_{t_{maxf}} = Q_{o_{maxf}} + Q_{w_{maxf}}$$

Didapatkan nilai sebagaimana **Tabel 3** berikut

Tabel 3. Hasil perhitungan *future* Q_o , Q_w , dan Q_t maksimum

	P_r (psi)	Q_o max (BOPD)	Q_w max (BWPD)	Q_t max (BFPD)
Present	2650	17.60	3882	3899
Future	1965	10.08	2467	2477
Future	1200	7.12	1920	1927

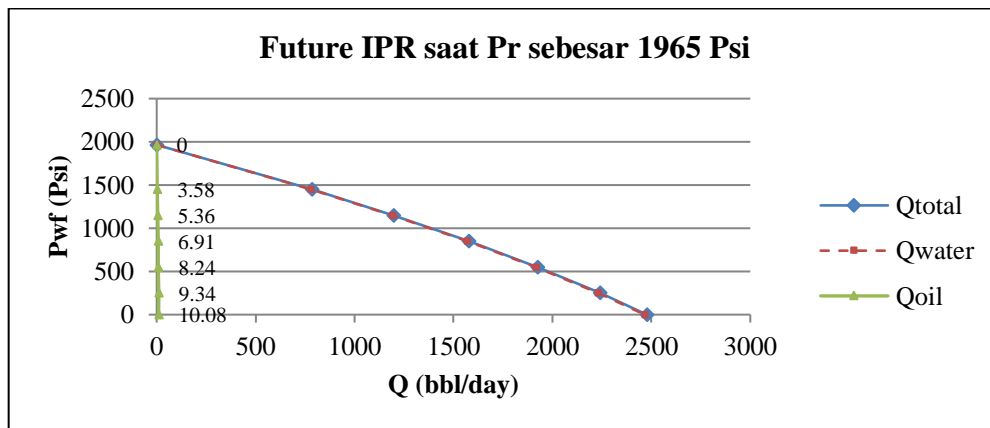
2. Menentukan nilai *Future* Q_o , Q_w , dan Q_t setiap asumsi penurunan nilai P_{wf} , untuk P_r *future* 1965 Psi dan P_r *future* 1200 Psi dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{o_f} = (Q_{o_{maxf}}) \left(1 - 0.52 \left(\frac{P_{w_f}}{P_r} \right) - 0.48 \left(\frac{P_{w_f}}{P_r} \right)^2 \right)$$

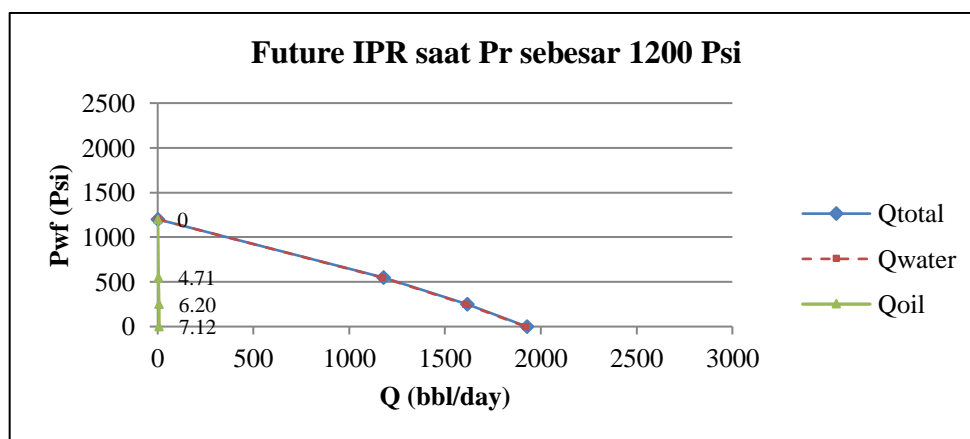
$$Q_{w_f} = (Q_{w_{maxf}}) \left(1 - 0.72 \left(\frac{P_{w_f}}{P_r} \right) - 0.28 \left(\frac{P_{w_f}}{P_r} \right)^2 \right)$$

$$Q_{t_f} = Q_{o_f} + Q_{w_f}$$

3. Setelah didapatkan Q_{o_f} , Q_{w_f} , dan Q_{t_f} setiap asumsi penurunan P_{w_f} , selanjutnya membuat grafik *future IPR* dimana nilai P_{w_f} di plot pada sumbu Y dan nilai Q_{o_f} , Q_{w_f} , dan Q_{t_f} di plot pada sumbu X, didapatkan hasil grafik seperti pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Future IPR pada saat $P_r = 1965$ Psi



Gambar 5. Future IPR pada saat $P_r = 1200$ Psi

Berdasarkan hasil perhitungan diatas (**Tabel 3**), maka didapatkan nilai laju alir pada dua kondisi (*present dan future*) yang memperlihatkan penurunan laju alir produksi yang diakibatkan penurunan tekanan reservoir. Berdasarkan **Tabel 3** diperoleh nilai *Absolute Open Flow Potential* AOFP yang menurun, ketika tekanan reservoir (P_r) *future* 1965 Psi nilai AOFP sebesar 2476 BFPD, dan ketika tekanan reservoir (P_r) *future* sebesar 1200 Psi nilai AOFP sebesar 1927 BFPD. Penurunan tekanan juga mengakibatkan perubahan pada sifat fluida maupun sifat fisik batuan antara lain faktor volume formasi (FVF), viskositas, serta kelarutan gas dalam minyak [11]. Berdasarkan hasil peramalan keadaan sumur dimasa depan (**Tabel 3**) diketahui Q_o sebesar 10,08 BOPD pada saat P_r *future* 1965 Psi, hal ini menandakan bahwa *economic limit rate* dari sumur ini ialah ketika tekanan reservoir 1965 Psi, karena apabila sumur tetap diproduksi dengan Q_o di bawah 10 BOPD maka hasil tersebut tidak menguntungkan (biaya operasi lebih besar dari pemasukan).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai laju alir maksimum dan laju alir optimum dari sumur FS-09ST, laju alir maksimum sebesar 3899.44 BFPD dan laju alir optimum sebesar 2340 BFPD. Setelah dihitung laju alir optimum, disarankan sumur diproduksi dengan laju alir produksi 2340 BFPD pada tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) 1240 Psi untuk menghindari terjadinya *water coning*. Dan hasil dari peramalan keadaan sumur dimasa depan (*forecasting future IPR*) sumur FS-09ST ketika P_r *future* sebesar 965 Psi dan P_r *future* sebesar 1200 Psi didapatkan nilai *Absolute Open Flow Potential* (AOFP) sebesar 2476 BFPD dan 1927 BFPD. Berdasarkan peramalan keadaan sumur dimasa depan diketahui *economic limit rate* dari sumur ini ialah ketika tekanan reservoir 1965 Psi, karena apabila sumur tetap diproduksi dengan laju alir minyak (Q_o) di bawah 10 BOPD maka hasil tersebut tidak menguntungkan (biaya operasi lebih besar dari keuntungan).



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pringgoprawiro, H. 1983. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara dan Paleogeografinya: Sebuah Pendekatan Baru. Bandung: ITB.
- [2] A'yun, Q. 2021. Perhitungan Perbandingan Besarnya Laju Alir Produksi Di Masa Yang Akan Datang Dengan Metode Eickmair Dan Metode Couto's Pada Sumur X Lapangan Y. Pekanbaru: UIR.
- [3] Sukarno, P, dkk. 2001. Pengembangan Peramalan Kurva IPR Dua Fasa Secara Analitis. Proceeding Simposium Nasional IATMI. Yogyakarta.
- [4] Kelkar, B. and Cox, R. 1985. *Unified Relationship To Predict Future IPR Curves For Solution Gas-Drive Reservoirs*. SPE Paper. <https://doi.org/10.2118/14239-MS>
- [5] Musnal, A. 2014. Perhitungan Laju Aliran Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan. *Journal Of Earth Energy Engineering*, Vol. 3(1) pp. 1-8. <https://doi.org/10.22549/jeee.v3i1.934>
- [6] Brown, K.E 1997. *The Technology Of Artificial Lift, Vol 1 (Inflow Performance Multiphase Flow In Pipes, And The Following Well)*. Oklahoma : Pennwell Publishing Company.
- [7] Pertamina BPPKA. 1996. Petroleum Geology Of Indonesian Basins : Principles, Methods, And Applications. IV : East Jawa Basin.
- [8] Yasutra, A, dkk. 2007. Penerapan Metoda Wiggins Untuk Perhitungan Potensi Sumur Dengan *Water Cut* Tinggi Di Lapangan Tanjung. Proceeding Simposium Nasional IATMI. UPN Veteran Yogyakarta.
- [9] Musnal, A., dan Melisa, R. 2016. Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan Range Efisiensi *Electric Submersible Pump* Pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP - Pertamina Hulu. *Journal Of Earth Energy Engineering*, Vol. 5(1) pp. 42-51. <https://doi.org/10.22549/jeee.v5i1.460>
- [10] Widaputra, Y, dkk. 2015. Studi Pengaruh Ukuran Pipa Produksi Terhadap Tingkat Laju Produksi Pada Sumur Produksi Y-19, W-92, Dan HD-91 Di PT. Pertamina EP Asset-1 Field Jambi. (Id):1-7
- [11] Chase, R.W. and Carter A, S. 2009. *Optimal Use Of Vogel's Dimensionless IPR Curve To Predict Current And Future Inflow Performance Of Oil Wells*. SPE Paper. <https://doi.org/10.2118/125737-MS>.