

OPTIMASI PRODUKSI SUMUR “ZL” DENGAN MENGGUNAKAN ARTIFICIAL LIFT ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP PADA LAPANGAN “YY”

Erizaldi Musthofa Sudjito¹, Andi Jumardi², Firdaus³

^{1,2,3}STT Migas Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta KM 8 Karang Joang, Kalimantan Timur,
Indonesia

E-mail: erizaldimusthofa@gmail.com¹, jumardi.andi@gmail.com²,
Firdaus.malik42@yahoo.com³

Abstract

The well "ZL" is located in the Tarakan field which at the beginning of production did not use an Artificial Lift. However, these wells will experience a decrease in production rates due to lower reservoir pressure and increased water cut levels. An Artificial Lift is needed to help lift the fluid to the surface. The Artificial Lift chosen for the “ZL” well is the Electrical Submersible Pump. In the initial step of ESP design, the method used was appropriate to the field conditions "YY", namely the Vogel Method. Next determine the amount of pump efficiency (% EP) and perform optimization on the ESP pump by changing the operating frequency. The “ZL” well has a maximum flow rate of 3347.9 BFPD with a target flow rate of 2343.53 BFPD. Based on the target flow rate in the “ZL” well, it is recommended to use a REDA D2400N 60Hz pump. Furthermore, from the optimization results at a frequency of 50 Hz, a production rate of 1180.8 BFPD with 59% EP was obtained, at a frequency of 55 Hz, a production rate of 1659.6 BFPD with 66% EP was obtained, at a frequency of 60 Hz a production rate of 2346.8 BFPD was obtained with % EP 68%, at a frequency of 65 Hz the production rate was 2846.2 BFPD with % EP 64%, and at a frequency of 70 Hz the production rate was 3266.4 BFPD with % EP 60%. From the results obtained that the frequency of 60 Hz with a production rate of 2346.8 BFPD and % EP 68% were selected based on Best Efficiency.

Keywords: Electrical Submersible Pump, Artificial Lift, Operating Frequency

Abstrak

Sumur “ZL” berada pada lapangan Tarakan yang pada awal produksi tidak menggunakan Artificial Lift. Akan tetapi, sumur tersebut akan mengalami penurunan laju produksi diakibatkan karena menurunnya tekanan reservoir dan bertambahnya kadar water cut. Dibutuhkan Artificial Lift untuk membantu mengangkat fluida ke permukaan. Artificial Lift yang dipilih pada sumur “ZL” adalah Electrical Submersible Pump. Pada langkah awal desain ESP, Metode yang digunakan yang sesuai dengan kondisi lapangan “YY” yaitu Metode Vogel. Selanjutnya menentukan besarnya efisiensi pompa (%EP) dan melakukan optimasi pada pompa ESP dengan merubah operating Frequency. Sumur “ZL” memiliki laju alir maksimum sebesar 3347,9 BFPD dengan laju alir target

2343,53 BFPD. Berdasarkan laju alir target pada sumur “ZL” direkomendasikan menggunakan pompa REDA D2400N 60Hz. Selanjutnya dari hasil optimasi pada frekuensi 50 Hz didapatkan laju produksi 1180,8 BFPD dengan %EP 59%, pada frekuensi 55 Hz didapatkan laju produksi 1659,6 BFPD dengan %EP 66%, pada frekuensi 60 Hz didapatkan laju produksi 2346,8 BFPD dengan %EP 68%, pada frekuensi 65 Hz didapatkan laju produksi 2846,2 BFPD dengan %EP 64%, dan pada frekuensi 70 Hz didapatkan laju produksi 3266,4 BFPD dengan %EP 60%. Dari hasil yang didapatkan bahwa frekuensi 60 Hz dengan laju produksi 2346,8 BFPD dan %EP 68% yang dipilih berdasarkan Best Efficiency.

Kata kunci: *Electrical Submersible Pump, Artificial Lift, Operating Frequency*

PENDAHULUAN

Teknik pengangkatan fluida pada reservoir ke permukaan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan sembur alam/*natural flow* dan dengan menggunakan pompa atau *artificial lift*. Metode pengangkatan dengan *natural flow* diterapkan apabila tekanan reservoir melebihi tekanan hidrostatik sumur sehingga fluida reservoir dapat mengalir ke permukaan dengan tekanan yang memadai. Selama terjadinya produksi, tekanan reservoir akan mengalami penurunan dan apabila pada suatu saat tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi untuk mengalirkan fluida sampai ke permukaan atau pada saat laju alir yang dihasilkan sudah sangat tidak ekonomis lagi, maka untuk mengangkat fluida dari dasar sumur, diperlukan solusi yaitu dengan pengangkatan buatan atau *artificial lift*.

Artificial lift adalah pengangkatan buatan yang digunakan ketika tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi mengangkat *hydrocarbon* secara alamiah. Secara umum *artificial lift* mempunyai beberapa jenis yaitu *Sucker Rod Pump*, *Electrical Submersible Pump*, *Progressive Cavity Pump*, *Gas Lift*, dan *Jet Pump*. Tapi seiring berjalannya waktu pemasangan berbagai jenis pompa *Artificial Lift* akan mengalami Penurunan laju produksi pada sumur – sumur diakibatkan karena menurunnya tekanan reservoir seiring dengan diproduksikannya fluida reservoir dan bertambahnya kadar *water cut* yang terproduksi, sehingga menyebabkan fluida reservoir tidak dapat mengalir secara *natural flow* dan membutuhkan pengangkatan buatan (*artificial lift*) untuk membantu mengangkat fluida reservoir ke permukaan, dalam hal ini *artificial lift* yang digunakan adalah *Electric Submersible Pump* (ESP). Unit pompa ini merupakan pompa bertingkat banyak (*multistage*) yang terdiri dari *impeller*, *diffuser*, *housing* atau rumah pompa serta *shaft* atau poros.

Metode pengangkatan fluida dengan ESP merupakan metode yang paling umum digunakan karena sangat efektif untuk sumur yang memiliki *productivity index* (PI) yang tinggi, sumur yang dalam dan untuk sumur – sumur miring. Kadar air secara langsung mempengaruhi produktivitas total. Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi kinerja *inflow performance* yang sebenarnya. Air juga menyebabkan peningkatan kehilangan tekanan pada pipa, oleh karena itu densitas air lebih besar dari pada minyak, sehingga dibutuhkan tekanan yang lebih besar untuk mengangkat permukaan. Menurut Kermit E Brown (1984) yang paling cocok dengan kondisi seperti ini adalah pengangkatan dengan menggunakan *Electrical Submersible Pump* (ESP).

Maka dari itu peneliti akan melakukan optimasi pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) pada sumur “ZL” dengan tujuan dapat mengalirkan laju alir yang optimum dengan simulator petroleum dengan memperhatikan efisiensi pompa pada lapangan “YY”. Produksi sumur-sumur di lapangan Tarakan saat ini pada umumnya *water cut* sudah sangat tinggi, rata-rata 90% keatas, sehingga untuk perhitungan *inflow performance* sumur ini peneliti menggunakan, yaitu Metode Vogel karena sesuai dengan kondisi lapangan bahwa aliran fluidanya 2 fasa (minyak dan air).

METODA PENELITIAN

Perencanaan Penelitian

Dalam penelitian ini melakukan kegiatan terstruktur mulai dari studi literatur, pengambilan data dan pengolahan data yakni menganalisa produktivitas sumur kajian dengan kurva *Inflow performance relationship* (IPR) dua fasa menggunakan metode Vogel akan melakukan optimasi desain *Electrical Submersible Pump* (ESP) menggunakan metode perhitungan *simulator petroleum* Prosper pada sumur “ZL” di lapangan “YY”.

Inflow Performance Relationship (IPR) Dua Fasa

Ketika tekanan dasar sumur lebih rendah dari tekanan titik gelembung, aliran dua fase terjadi. Persamaan Vogel (1968) merupakan solusi yang paling umum digunakan untuk IPR aliran dua fasa. Persamaan Vogel dapat ditulis secara sistematis sebagai berikut:

$$\frac{Q_o}{Q_{max}} = 1 - 0,2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0,8 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \quad (1)$$

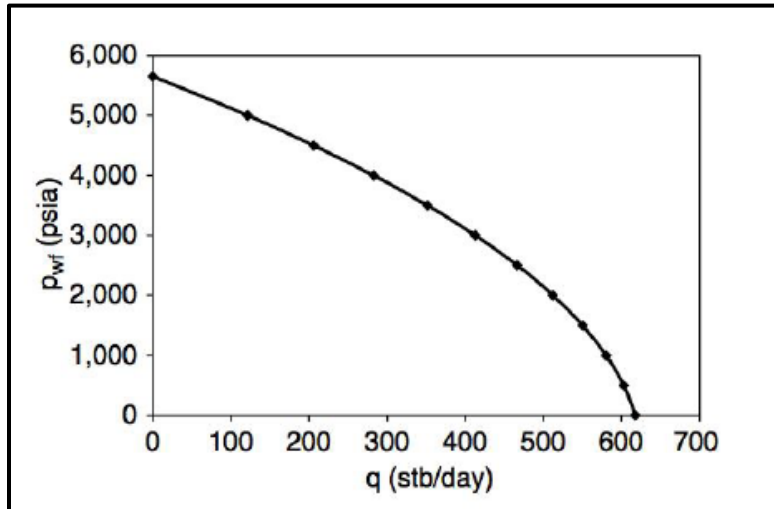
Dimana :

Q_o = laju alir produksi awal minyak, BOPD

Q_{max} = laju alir produksi maksimum, BOPD

P_r = tekanan reservoir, psi

P_{wf} = tekanan dasar sumur, psi



Gambar 1. Kurva IPR dua fasa (Ahmed Tarek, 2001)

Software PROSPER

PROSPER (*Production System Performance*) adalah perangkat lunak pengembangan teknologi terbaru dari *petroleum experts*. Prosper menggunakan prinsip nodal untuk merepresentasikan mekanisme aliran dari reservoir (dasar sumur) ke permukaan atau kepala sumur.

PROSPER digunakan untuk menganalisis kinerja sumur migas melalui analisis node, sehingga perhitungan sensitivitas yang dilakukan dapat mendorong optimalisasi desain sumur saat ini.

Menu dalam perangkat lunak PROSPER :

- Model kompleks sumur (single / multilateral / cased hole / open hole / gravel pack dll)
- PVT (Standing / BOM / Peng Robinson EOS / Convergence Pressure / Gas Impurities Effect)
- VLP Correlations (Dunn Ross / Hagedorn & Brown / Francher Brown / Gray Orkiszewski / Petex / Petex1-4 / GRE)

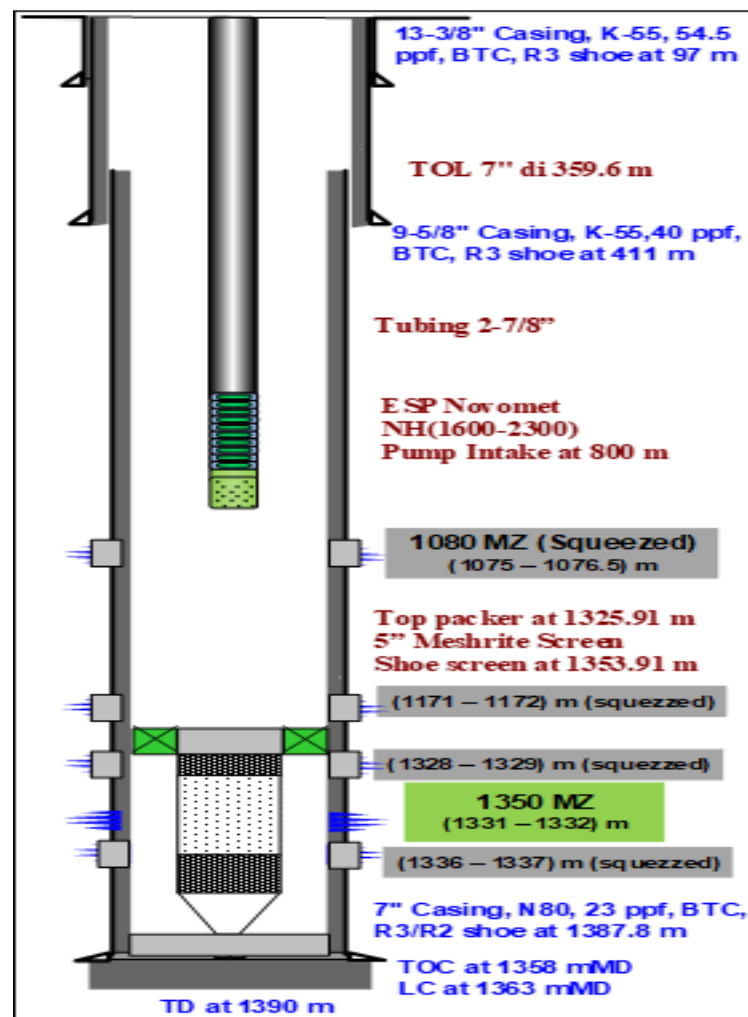
- IPR (PI / Darcy / Vogel / Composite / Fetkovich / Jones / Forcheimer / Transient IPR / Horizontal/Multilateral / Back Pressure / Fracture). Artificial Lift Model (GL / ESP / HSP / Jet Pump / PCP dan lain-lain).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Lapangan Sumur "ZL"

Mengenai desain pompa yang akan dilakukan pada sumur "ZL" menggunakan *Electrical Submersible Pump* dengan diaplikasikan ke Simulator Petroleum (PROSPER). Data property sumur "ZL" dan property fluida sumur "ZL" dapat ditampilkan oleh Tabel 1 dan 2.

Gambar 2 menunjukkan gambaran dari desain sumur "ZL". Agar fluidanya dapat mengalir walau hanya satu perforasi pada kedalaman 4370 ft maka dipasangkan *downhole sandscreen*, *screen* ini dipasangkan dibawah untuk mengatasi terjadinya kepasiran.



Gambar 2. Well Profile Sumur "ZL"

Tabel 1. Data Properti Sumur "ZL"

Profil	Nilai	Satuan
Nama Sumur	ZL*	
Tipe Sumur	Vertikal	
OD Casing	7	Inch
ID Casing	6,366	Inch
Depth Casing	4560,37	Ft
Depth Tubing	2625	Ft

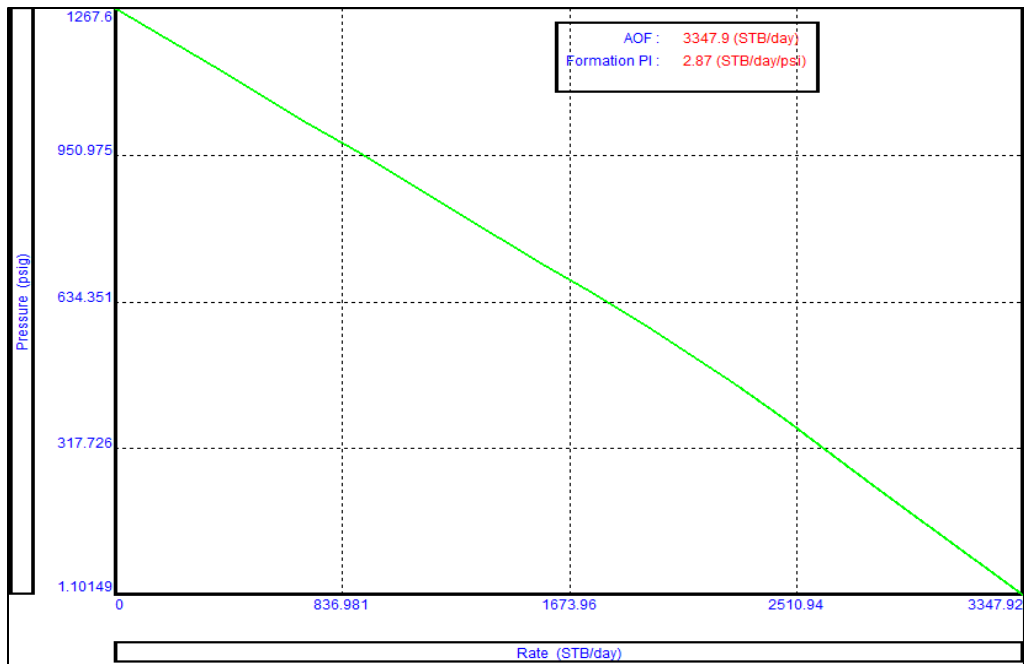
TVD Well	4560,37	Ft
OD Tubing	2,875	Inch
ID Tubing	2,441	Inch
Perforasi	4370	Ft
PSD	2625	Ft

Tabel 2. Data Properti Fluida Sumur “ZL”

Profil	Nilai	Satuan
Q Gross	607,2	BFPD
WC	97	%
Ps	1267,6	Psi
Pwf	1056,02	Psi
γ Water	1,05	
γ Oil	0,86	
API	28,5	
Φ	4,64	Cp
GOR	500*	Scf/Stb
Pb	1056,02*	Psi
Bo	1,2*	RB/Stb

Inflow Performance Relationship

Produktivitas sumur “ZL” dapat diketahui dengan menggunakan kurva *Inflow Performance Relationship*. Metode perhitungan IPR yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Vogel dari data yang divalidasi menggunakan software PROSPER. Maka didapatkan hasil pengerjaannya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Di dapatkan hasil Q_{max} sebesar 3347,9 STB/day dan mendapatkan nilai PI sebesar 2,87 STB/day/psi.



Gambar 3. Kurva IPR pada sumur ZL

Desain Unit Electrical Submersible Pump

Desain ESP pada sumur ZL maka langkah mendesain dalam Prosper sebagai berikut:
Set Artificial Lift pada kolom *Option Summary* dengan *Electrical Submersible Pump*. Diameter ESP harus pas dengan kedalaman *casing*, data *Downhole Equipment: tubing inside diameter* 2,441", *tubing outside diameter* 2,875", dan *casing inside diameter* 6,366". Data desain ESP ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 3. *Downhole equipment*

Label	Type	WellHead	Tubing	Casing
Measured Depth	Feet	0	2625	4560.37
<i>Tubing Inside Diameter</i>	Inches		2.441	
<i>Tubing Inside Roughness</i>	Inches		0.0006	
<i>Tubing Outside Diameter</i>	Inches		2.875	

<i>Tubing Outside Roughness</i>	Inches	0.0006	
<i>Casing Inside Diameter</i>	Inches	6.366	6.366
<i>Casing Inside Roughness</i>	Inche)	0.0006	0.0006
<i>Rate Multiplier</i>		1	1

Tabel 4. Data Desain ESP

<i>Label</i>	<i>Data</i>	<i>Type</i>
<i>Pump Depth</i>	2625	Feet
<i>Operating Frequency</i>	60	Hertz
<i>Maximum OD</i>	4	Inches
<i>Length Of Cable</i>	2625	Feet
<i>Gas Separator Efficiency</i>	0	Percent
<i>Design Rate</i>	2343.53	STB/day
<i>Water Cut</i>	97	Percent
<i>Total GOR</i>	500	Scf/STB
<i>Top Node Pressure</i>	20	Psig
<i>Motor Power Safety Margin</i>	0	Percent
<i>Pump Wear Factor</i>	0	Fraction
<i>Pipe Correlation</i>	Beggs and Brill	
<i>Tubing Correlation</i>	Hagedorn Brown	
<i>Gas DeRating Model</i>	None	

Setelah itu di *calculation* pada PROSPER, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan desain ESP sumur ZL

<i>Label</i>	<i>Data</i>	<i>Type</i>
<i>Pump Intake Pressure</i>	2,28299	Psig
<i>Pump Intake Temperature</i>	116,318	DegF
<i>Pump Intake Rate</i>	5031.91	RB/day

<i>Free GOR Entering Pump</i>	499,9	Scf/STB
<i>Pump Discharge Pressure</i>	1091,33	Psig
<i>Pump Discharge Rate</i>	2373,59	RB/day
<i>Total GOR Above Pump</i>	500	Scf/STB
<i>Mass Flow Rate</i>	820204	lbm/day
<i>Total Fluid Gravity</i>	0,88659	
<i>Average Downhole Rate</i>	2639,1	RB/day
<i>Head Required</i>	2836,26	Feet
<i>Actual Head Required</i>	2836,26	Feet
<i>GLR @ Pump Intake</i>	2,53364	Fraction
<i>Gas Fraction @ Pump Intake</i>	0,71701	Fraction
<i>Bo @ Pump Intake</i>	1,0119	RB/day
<i>Bg @ Pump Intake</i>	0,95753	ft3/Scf
<i>Average Cable Temperature</i>	115.466	DegF

Lalu jenis pompa yang dipilih yaitu REDA D2400N dan jenis Motor yang dipilih yaitu ESP 76,5 HP 1110 V 51 A. Untuk kabel yang dipilih yaitu jenis Alumunium.

Tabel 6. Pemilihan Pompa, Motor, dan Kabel

Label	Type
Pump	REDA D2400N (1500-3200 RB/day)
Motor	ESP_Inc375_50 76,5 HP, 1100 V, 51 A
Cable	#1Alumunium 0.33(Volts/1000ft) 95 (amps) max

Dari hasil yang didapat dari desain pompa *Electrical Submersible Pump* pada *software* PROSPER diatas dengan menggunakan tipe pompa REDA D2400N didapatkan hasil desain sumur “ZL” sebesar 2347 Bpd dengan jumlah *stages* 122, *operating frequency* 60Hz dan tingkat efisiensi kinerja pompa (%EP) sebesar 68%.

Tabel 7. Hasil Desain ESP D2400N 60Hz

Label	Data	Type
--------------	-------------	-------------

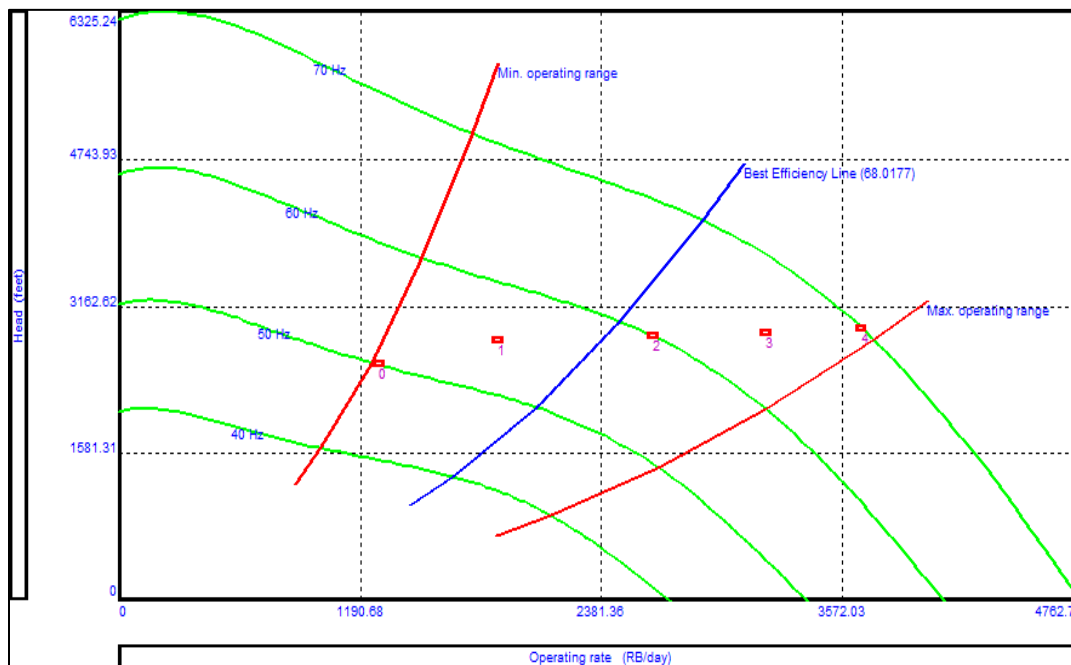
<i>Liquid Rate</i>	2346,8	STB/day
<i>Gas Rate</i>	0,035203	MMscf/day
<i>Oil Rate</i>	70,4	STB/day
<i>Water Rate</i>	2276,4	STB/day
<i>Solution Node Pressure</i>	431,21	Psig
<i>dP Friction</i>	40,5705	Psi
<i>dP Gravity</i>	1459,07	Psi
<i>Label</i>	Data	Type
<i>Pump Intake Pressure</i>	2,28299	Psig
<i>Pump Discharge Pressure</i>	1091,49	Psig
<i>Average Rate Through Pump</i>	2642,01	RB/day
<i>Pump Head Generated</i>	2834,57	Feet
<i>Pump Power Requirement</i>	72,3702	Hp
<i>Pump Efficiency</i>	67,3861	Percent
<i>Motor Amps Requirement</i>	48,7394	Amps
<i>Motor Power Generated</i>	72,3702	Hp
<i>Motor Efficiency</i>	78,39	Percent
<i>Motor Speed</i>	3468,06	RPM
<i>Voltage @ Surface</i>	1154,97	Volts
<i>Free Gas In Pump</i>	2,53422	Fraction
<i>Torgue On Shaft</i>	109,599	lb.ft

Optimasi Desain Unit Electrical Submersible Pump

Optimasi produksi pada sumur “ZL” dengan pompa ESP dapat dilakukan dengan merubah frekuensi (kecepatan putaran pompa) dari kondisi actual 60 Hz secara bertahap dari 50 Hz, 55 Hz, 60 Hz, 65 Hz dan 70 Hz dengan menggunakan *variable operating frequency* pada pompa terpasang, tanpa merubah jumlah stages.

Tabel 8. Hasil %EP pada Berbagai Nilai Frekuensi

Frekuensi	Laju Produksi	%EP
50	1180,8	59 %
55	1659,6	66 %
60	2346,8	67 %
65	2846,2	64 %
70	3266,4	60 %



Gambar 3. *Best efficiency* pada sumur ZL

Dilihat dari grafik diatas didapatkan hasil *best efficiency* pompa yaitu dengan frekuensi 60 Hz karena di mana titik merah sangat dekat dari garis biru atau *best efficiency line*. Laju produksi yang terlalu besar dari kemampuan kapasitas pompa maka akan menyebabkan *upthrust* kerusakan terjadi pada *diffuser* bagian atas, sedangkan laju produksi terlalu kecil dari kemampuan kapasitas pompa maka akan menyebabkan *downthrust* yang akan merusak *diffuser* bagian bawahnya .

KESIMPULAN

Modeling sumur ZL dengan metode Vogel di dapatkan q max sebesar 3347,9 BFPD dan PI sebesar 2,87. Pompa yang dipilih tipe REDA D2400N dengan frekuensi 60Hz dan jenis motor yang dipilih tipe ESP 76,5 HP, 1110 V, dan 51 A di dapatkan hasil sebesar 2346,8 stb/d dengan jumlah stages 122 dan tingkat *Best* efisiensi kinerja pompa (%EP) sebesar 68%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dan membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Andi Jumardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang telah sangat banyak membantu dan memberikan support penuh, Mas Firdaus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini, Bapak Yudha Kusuma Rizal, selaku Asisten Manajer fungsi E&P PT.Pertamina EP Aset 5 Tarakan Field yang telah mengizinkan saya untuk menuntut ilmu di perusahaan yang bapak pimpin, Mas M. Ariq Dewantara, Mas Rian Apriandi, dan Mas Faris Andi Astaman selaku pembimbing saya di perusahaan yang selalu sabar mengajarkan banyak hal dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T. (2018). Reservoir engineering handbook. In Reservoir Engineering Handbook.
<https://doi.org/10.1016/C2016-0-04718-6>.
- Annisa Karoma Muqsiht. (2016) “Evaluasi dan Optimasi Electrical Submersible Pump (ESP) Pada Sumur "X" Lapangan "Y"”, Tugas Sarjana, Teknik Perminyakan, STT Migas Balikpapan.
- Brown, Kermit E. (1984) The Technology of Artificial Lift Methods, Volume I, II, dan IV, Pennwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- Guo, Boyun; Lyons, William; Ghalambor, A. (2007). • ISBN: 0750682701 • Publisher: Elsevier Science & Technology Books • Pub. Date: February 2007 (Issue February).
- Schlumberger. (2007). Reda Electric Submersible Pump Technology, Esp Catalog. 548.
- Wahono, P. A., Komar, S., & Suwardi, F. R. (2015). Evaluasi Pompa Esp Terpasang Untuk Optimasi Produksi Minyak Pt . Pertamina Asset I Field Ramba. Journal Teknik Kimia, 21(1), 57–63.
- “Data Lapangan dan Produksi”, Pertamina EP Tarakan 2019