

EVALUASI DAN DESAIN ULANG ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR “YS-19” LAPANGAN SUMATERA SELATAN

Yudi Suhartono¹, Joko Wiyono², Firdaus³, Bambang Wicaksono⁴, Nujisiho Manik⁵, Michael A. Pradana⁶
Seolah Tinggi Minyak Gas dan Bumi Balikpapan, Indonesia
email: yudisuhartono19@gmail.com

Copyright © 2023 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: [10.53866/jimi.v3i4.158](https://doi.org/10.53866/jimi.v3i4.158)

Abstract

Over time, the production process is ensured to decrease, causing the production rate to be reduced or not optimal and the way to optimize the production well is to use one of the artificial methods or Artificial Lift. The Electrical Submersible Pump is one alternative to help pour the pump into motion by an electric motor. The method used is the 3 phase Wiggins Inflow Performance Relationship (IPR) method. The Wiggins method is a development method from the Vogel method which assumes that each phase can be carried out separately so that the water rate (Q_w) and oil rate (Q_o) can be calculated respectively. each. The writing methodology used in this paper is carried out using well data, well production data, and other supporting data. The results of the IPR curve analysis from manual calculations can be said that The “YS-19” well has a Maximum Flow Rate (Q_{total}) of 2944 BFPD. After pairing the REDA pump type with the ESP type D2400N 60Hz 3500 rpm with a Head/Stage of 25 ft/stage, the HP/stage value is 0.52 HorsePower (HP), Pump Setting Depth of 2242.96 ft with Pump Intake Pressure (PIP) of 237.77 psi, 4CU 2AL cable and 68% pump efficiency. With the amount of oil production increasing to 702 BOPD, the rate of oil that can be produced is 1338 BOPD. and obtained a value from the Productivity Index (PI) of 3.4 bbl/day.

Keywords: IPR, Optimisation, Submersible Electrical Pump Design

Abstrak

Seiring waktu, proses produksi dipastikan akan menurun, menyebabkan laju produksi berkurang atau tidak optimal. Salah satu cara untuk mengoptimalkan sumur produksi adalah dengan menggunakan metode buatan atau Artificial Lift. Salah satu alternatif yang digunakan adalah Electrical Submersible Pump (ESP), yang berfungsi untuk mengalirkan fluida produksi menggunakan pompa yang digerakkan oleh motor listrik. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode 3 fase Wiggins Inflow Performance Relationship (IPR). Metode Wiggins merupakan pengembangan dari metode Vogel, yang mengasumsikan bahwa setiap fase dapat dianalisis secara terpisah, sehingga laju air (Q_w) dan laju minyak (Q_o) dapat dihitung masing-masing secara terpisah. Metodologi penulisan dalam makalah ini dilakukan dengan menggunakan data sumur, data produksi sumur, serta data pendukung lainnya. Hasil dari analisis kurva IPR berdasarkan perhitungan manual menunjukkan bahwa sumur “YS-19” memiliki laju alir maksimum (Q_{total}) sebesar 2944 BFPD. Setelah dipasangkan pompa jenis REDA dengan tipe ESP D2400N 60Hz 3500 rpm, dengan Head/Stage sebesar 25 ft/stage, nilai HP/stage adalah 0.52 HorsePower (HP), kedalaman pemasangan pompa (Pump Setting Depth) adalah 2242,96 ft, dengan tekanan masuk pompa (Pump Intake Pressure / PIP) sebesar 237,77 psi, menggunakan kabel 4CU 2AL, dan efisiensi pompa sebesar 68%. Dengan peningkatan produksi minyak menjadi 702 BOPD, laju produksi minyak yang dapat dicapai adalah 1338 BOPD, dan diperoleh nilai Productivity Index (PI) sebesar 3,4 bbl/hari.

Kata Kunci: IPR, Optimasi, Desain Electrical Submersible Pump

1. Pendahuluan

Pada sumur “YS-19” Sumatera Selatan adalah sumur natural flow. Dimana sumur ini mengalirkan minyak ke permukaan dengan menggunakan tenaga atau tekanannya yang berasal dari reservoir/formasi sumur tersebut itu berada (Bioshop, M. G. 2001). Akan tetapi pada sumur ini tidak selalu pada kondisi tersebut. Dengan berjalannya waktu, sumur ini mengalami penurunan produksi dikarenakan adanya beberapa parameter seperti penurunan tekanan dan adanya clay yang membuat diameter dalam pipa semakin sempit sehingga sumur ini tidak mampu lagi mengangkat minyak ke permukaan secara alami atau tenaga dorong yang bersaal dari reservoir (Wiyono & Migas, 2022). Pada sumur ini telah terpasang *Artificial Lift Gas Lift* yang dimana berfungsi untuk maintenance laju alir produksi agar tetap stabil. Akan tetapi sumur “YS- 19” ini akan dilakukan pemasangan ulang artificial lift Electrical Submersible Pump (ESP) yang dimana bertujuan untuk meningkatkan laju produksi yang lebih tinggi (Adha, 2021).

Electrical Submersible Pump (ESP) adalah jenis pengangkatan buatan yang memiliki prinsip kerja dengan menggunakan gaya sentrifugal atau gaya putar yang dimana gaya sentrifugal ini digunakan untuk melakukan optimasi dan memberikan tenaga tambahan pada sumur minyak dan gas bumi (Sima, 2022). Prinsip kerja *Electrical Submersible Pump* (ESP) di sesuaikan dengan spesifikasi sumur, jenis fluida dan banyaknya fluida yang terangkat. Maka dalam hal ini dibutuhkan desain pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang tepat untuk sumur “YS-19” sehingga akan mendapatkan hasil yang optimal (Takacs, Gabor., 2009)

Electrical Submersible Pump (ESP) memiliki kelebihan dibandingkan dengan artificial lift lainnya. Yang dimana kelebihan dari metode ini yaitu fleksible dalam berbagai laju produksi dan prinsip kerjanya sangat sederhana. Pada sumur “YS-19” ini dilakukan desain Electrical submersible pump (ESP) yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pada sumur “YS-19” beberapa parameter Electrical Submersible Pump “ESP” yang harus di ubah untuk meningkatkan laju produksi yaitu pemasangan kedalaman pompa (*Pump Setting Deep*t) dan jumlah tahapan pompa (*Stage Pump*). Dalam penulisan tugas akhir ini hanya berfokus untuk mendesain Electrical Submersible Pump yang diharapkan dapat meningkatkan laju produksi yang optimum (Schlumberger., 2005).

2. Metode Penelitian

2.1. Objek, waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Sumur “YS-19” lapangan Operasi Area Kerja Blok South Sumatera PT. Medco Energi Indonesia. Sumur “YS-19” termasuk kedalam cekungan Sumatera Selatan.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data reservoir dan data kompleksi pada penelitian ini diperoleh dari analisis pada jurnal minyak dan bumi yang telah di legalitas oleh pihak yang bersangkutan.

2.3. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan yaitu metode Wiggins Inflow Performance Relationship (IPR) 3 fasa. metode wiggins merupakan suatu metode pengembangan dari metode Vogel yang mengasumsikan setiap fase dapat diperlakukan secara terpisah sehingga antara rate air (Q_w) dan rate oil (Q_o) dapat di hitung masing-masing. Tujuan dilakukan perhitungan Inflow Performance Relationship (IPR) yaitu untuk memprediksi apakah sumur “YS-19” dapat menerapkan Artificial Lift Electrical Submersible Pump (ESP) sehingga mendapatkan laju alir yang optimal. Dalam perhitungan Inflow Performance Relationship (IPR) ini apabila sumur “YS-19” dapat menggunakan Electrical Submersible Pump (ESP) maka perlu dilakukan optimasi dengan perencanaan desain Electrical Submersible Pump (ESP) yang akan di gunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1 Data-Data Reservoir Sumur “YS-19”

Tabel 3.1 Data-data Reservoir Sumur “YS-19”.

Data	Nilai	Satuan
<i>Bottom Hole Pressure</i>	770	Psia
<i>Pressure Reservoir</i>	1069	Psia

<i>Bubble Point Pressure</i>	620	Psia
<i>Bottom Hole Temperature</i>	180	F
<i>API Oil</i>	35,8	°API
<i>SG Oil</i>	0,85	
<i>SG Gas</i>	0,86	
<i>SG Water</i>	1,07	
Gradien Tekanan	0,433	Psi/ft

3.1.2 Data-Data Fisik Sumur YS “19”

Tabel 3.2 Data-data Fisik Sumur “YS-19”.

Data	Nilai	Satuan
OD Tubing	2,875	Inch
ID Tubing	2,441	Inch
OD Casing	9,625	Inch
ID Casing	8,6	Inch
<i>Mid Perforation Depth</i>	2470	ft TVD
<i>Orifice Depth</i>	2314	ft TVD
<i>Wellhead Pressure</i>	100	Psia
<i>Casing Head Pressure</i>	690	Psia

3.1.3 Data-data Produksi Sumur “YS-19”

Tabel 3.3 Data-data Produksi Sumur “YS-19”.

Data	Nilai	Satuan
Laju Alir Fluida	1020	BFPD
Laju Alir Minyak	265	BOPD
Laju Alir Air	755	BWPD
Laju Alir Gas	700	Mscfd
<i>Water Cut</i>	76	%
GLR	686	scf/bbl
GOR	500	scf/bbl

3.1.4 Perhitungan Productivity Index (PI)

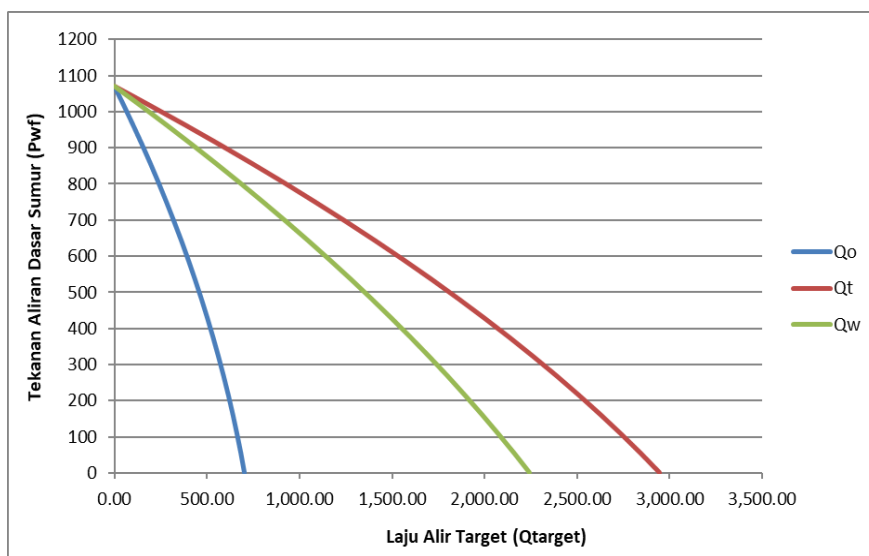
Berdasarkan data-data yang diperoleh, kemudian menghitung nilai dari *Productivity Index* (PI) untuk mengetahui kemampuan Laju Alir Produksi dari sumur “YS-19”. Untuk mendapatkan nilai

$$PI = PI = \frac{Q}{Ps - Pwf} \times 265$$

$$1070 - 770 \text{ PI} = 3.4 \text{ Bbl/Day}$$

3.1.4 Inflow Performance Relationship (IPR)

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel data-data sumur produksi sumur “YS-19”, diperlukan untuk menentukan laju alir yang optimum dengan sebuah gambaran yang akan mengetahui kondisi suatu sumur pada saat berproduksi. Pada sumur “YS-19” ini menggunakan perhitungan kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) dengan metode *Wiggins*. Gambar 4.2 dibawah ini merupakan kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) dari sumur “YS-19”.



Gambar 3.1 Kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) sumur “YS-19”.

Pada Gambar di atas menunjukkan Kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) dengan Tekanan Reservoir dengan menggunakan metode perhitungan *Wiggins* sebesar 1069.9 Psi dengan water cut 76% sehingga didapatkan Laju Alir Minyak Maksimal ($Q_{o,max}$) sebesar 702.65 bbl/day dengan Laju Alir Total (Q_{total}) adalah 2944.36 bbl/day.

1. Menghitung Laju Alir Minyak Maksimal ($Q_{o,max}$)
2. Membuat tabel dengan kolom tekanan aliran dasar sumur (pwf), laju alir minyak (Q_o), laju alir air (Q_w), dan laju alir total (Q_t) dengan nilai tekanan *reservoir* (P_r) sampai dengan 0.

Tabel 3.4 Perhitungan kurva IPR setiap Tekanan Aliran Dasar Sumur (Pwf).

Pwf	Laju Alir Minyak (Qo)	Laju Alir Water (Qw)	Total Liquid (Qt)
1069	0	0	0
1016	51.15	141.90	193.05
802	238.90	678.12	917.02
695	322.66	927.40	1250.05
642	362.01	1047.33	1409.33
588	399.67	1164.12	1563.79
481	469.93	1388.29	1858.22
321	562.68	1701.01	2263.69
267	590.23	1798.97	2389.20
53	683.54	2159.44	2842.98
0	702.65	2241.71	2944.36

Menentukan *Tubing Friction Loss* (HF), dalam menentukan *Tubing Friction Loss* (HF), harus terlebih dahulu mengetahui ukuran Tubing dari sumur “YS-19”. Yang dimana pada sumur “YS-19” ini menggunakan ukuran Tubing sebesar 2 7/8” atau 2.441 ID. Setelah mengetahui ukuran Tubing “YS-19”, lakukan perhitungan untuk mendapatkan *Friction Loss* (HF) pada sumur “YS-19” dengan persamaan berikut Pemilihan Pompa untuk menentukan pompa yang tepat pada sumur “YS-19” dengan menggunakan katalog. Hal ini dikarenakan Laju Alir yang diinginkan atau Q_{target} sebesar 2355 BFPD dengan Tipe Pompa D2400N, yang dimana optimum operating range pada pompa ini berkisar 1500-3300 BFPD. Menentukan Head/Stage dan HP/Stage Sebelum menentukan pompa yang dibutuhkan dalam grafik Pompa, harus terlebih dahulu menentukan Head/Stage dan HP/Stage sehingga didapatkan pompa seperti Gambar 3.3 dibawah ini.

Berdasarkan nilai Laju Alir Target (Q_{target}) sebesar 2355 BFPD, didpatkan Head/Stage sebesar 25 ft/stage dan diperoleh nilai HP/stage sebesar 0.52 HP dengan efisiensi 68 % dengan menggunakan pompa D2400N dan frekuensi sebesar 60 Hz serta 3500 RPM. Yang dimana grafik pompa D2400N sesuai dengan rate produksi yang diinginkan.

$$\begin{aligned} \text{Hitung Jumlah Stage} &= \text{TDH}/(\text{Head}/\text{Stage}) \\ &= 2026.44/(25 \text{ ft}/\text{stage}) \\ &= 81.06 \text{ stage} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hitung Brake HP Motor} &= \text{HP motor} \times \text{Jumlah Stage} \\ &= 0.52 \times 81.06 \\ &= 42,15 \text{ HP} \end{aligned}$$

3.1.4.1. Jenis Motor

Berdasarkan perhitungan Brake HP Motor didapatkan nilai 42,15 HP pada kondisi ideal, akan tetapi pada kondisi dilapangan terdapat banyak perubahan-perubahan yang menyebabkan tetap harus

memperhatikan Safety Factor, sehingga dipilih tipe motor dari katalog 456 series sebagai berikut.

MOTOR 60 HZ								
357 SERIES (3.75" OD)			456 SERIES (4.56" OD)			540 SERIES (5.43" OD)		
HP	VOLTS	AMP	HP	VOLTS	AMP	HP	VOLTS	AMP
7.5	415	20	10	435	15	20	440	29
10.5	590	12	15	435	23	25	755	17
15	330	34	15	655	16	30	435	45
	415	27	20	450	25.5	40	710	25
19.5	415	35	20	750	17	40	435	50
	650	22.5	25	450	39	50	660	40
22.5	440	38.5	25	690	22	50	730	35
	730	22.5	30	425	57	50	880	30
22.5	650	29.5	30	675	33	60	425	72
	780	24.5	30	755	25	60	725	45
TANDEM MOTOR								
30	630	35.5	35	385	57	60	905	34
39	575	51	35	675	33	60	425	91
	774	35	35	735	25	60	645	60
45	660	51.5	40	430	59	70	870	45
51	740	51	40	770	33	70	970	40
	1000	37	40	850	29	70	710	69
	1250	31	60	640	59	70	1160	45
58.5	880	51	60	745	52	100	710	69
67.5	990	51.5	60	810	47	100	635	75
76.5	1110	51	60	970	39	100	1070	50
			70	540	62.5	120	810	29
			70	750	60	120	655	55
				945	47	120	1030	73
				1135	39	120	1295	59
						130	2165	33
						130	925	65
						130	1125	57

Tabel 3.5 Jenis Motor “456 SERIES” (Novonent ESP catalogue, 2013).

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa Jenis Motor “456 SERIES” (4, 56 OD Motor), diperoleh nilai Horse Power (HP) sebesar 50 HP dengan Tegangan 815 Volt serta memiliki Arus 39 Ampere.

3.1.4.2. Hitung Kecepatan Aliran Dalam Annulus Motor

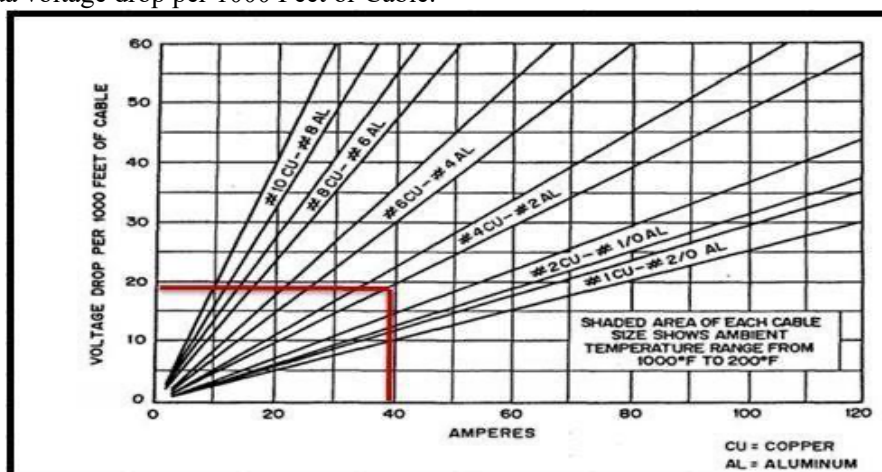
$$FV = \frac{0.0119 \times Q_{total}}{(ID_{casing})^2 - (OD_{motor})^2}$$

$$FV = \frac{0.0119 \times 2355}{(8.6)^2 - (4.56)^2}$$

$$FV = 0.4942 \text{ ft/s}$$

3.1.4.3. Tentukan Jenis Kabel

Menentukan Jenis Kabel yang digunakan dalam gambar chart hilang tegangan (tegangan drop) pada voltage drop per 1000 Feet or Cable.



Gambar 3.4 Kehilangan Tegangan Kabel (Brown, Kernit E., 1984)

3.1.4.4. Hitung Tegangan Drop pada ΔV Kabel dan Volts Total

$$\begin{aligned}\Delta V \text{ Kabel} &= (PSD_{max} + 50) \times (\text{Tegangan Drop}/1000) \\ &= (2242.96 + 50) \times (19/1000) \\ &= 43.56 \text{ Volt} \\ V_{total} &= V_{motor} + \Delta V \text{ Kabel} \\ &= 815 + 43.56 \\ &= 856.56 \text{ Volt}\end{aligned}$$

3.1.4.5. Tentukan Pemilihan Transformator

Dalam pemilihan Transformator harus terlebih dahulu mengetahui nilai KVA yang dibutuhkan, dikarenakan agar pemilihan Transformator sesuai dengan KVA yang dibutuhkan. Untuk menghitung nilai KVA dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{KVA} &= \frac{1.73 \times V_{total} \times \text{Ampere}}{1000} \\ &= \frac{1.73 \times 856.56 \times 39}{1000} \\ &= 57.79 \text{ KVA}\end{aligned}$$

3.2. Pembahasan

Perencanaan pemasangan ulang sistem Artificial Lift menggunakan Electrical Submersible Pump (ESP) pada sumur "YS-19" di Lapangan Sumatera Selatan dilakukan karena seiring berjalannya waktu, sumur tersebut diprediksi akan mengalami penurunan tekanan akibat peningkatan laju produksi air (water cut) serta faktor-faktor lain seperti kehadiran clay yang menyebabkan penyempitan pipa, sehingga minyak tidak dapat terangkat ke permukaan secara alami. Penerapan Artificial Lift menjadi krusial untuk membantu mengangkat minyak ke permukaan dan menjaga kestabilan laju alir (Q), sehingga produksi minyak dapat dioptimalkan.

Artificial Lift Electrical Submersible Pump (ESP) dapat digunakan untuk mencegah penurunan produksi sehingga minyak dapat naik ke atas permukaan dan juga dapat meningkatkan Laju Alir Produksinya berdasarkan data-data sumur, produksi, serta data kompleksi dari sumur "YS-19". Setelah mendapatkan semua data terkait sumur ini, selanjutnya dilakukan perhitungan dan pembuatan kurva kurva Inflow Performance Relationship (IPR) dengan menggunakan metode 3 fasa Wiggins. Didapatkan nilai Specific Gravity Minyak (SG Minyak) sebesar 0.204 dan Specific Gravity Air (SG Air) sebesar 0.8132 serta Specific Gravity Campuran (SG Campuran) sebesar 0.10172 dengan Gradient Fluida yang didapatkan sebesar 0.440 Psi/ft. Kemudian menghitung nilai dari Static Fluid Level (SFL) didapat 720 ft dan Dynamic Fluid Level (DFL) sebesar 1829,09 ft. Selanjutnya dilakukan perhitungan Kedalaman Pompa (Pump Setting Depth) minimal dan maximal agar pompa tersebut dapat berjalan dengan tepat dan efisien, didapatkan nilai Kedalaman Pompa (Pump Setting Depth) minimal sebesar 1602.70 ft dan maximal sebesar 2242.96ft.

Setelah melakukan perhitungan manual untuk menentukan Total Dynamic Head (TDH) pada desain Electrical Submersible Pump (ESP), diperoleh nilai Fluid Over Pump (FOP) sebesar 539,84 ft, Vertical Lift (HD) sebesar 1703,12 ft, Friction Loss sebesar 42,92 ft/1000, Tubing Friction Loss (HF) sebesar 96,28 ft, dan Tubing Head (HT) sebesar 227,04 ft. Dengan demikian, nilai Total Dynamic Head (TDH) yang dihitung adalah sebesar 2026,44 ft.

Pada sumur "YS-19", dipilih pompa tipe D2400N karena Laju Alir Target (Q_{target}) yang dicapai sebesar 2355 bfpd menunjukkan bahwa pompa bekerja pada efisiensi rate maksimum sesuai dengan grafik Pump Performance Curve. Pompa ini beroperasi pada frekuensi 60 Hz dan 3500 RPM. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai Head per Stage sebesar 15, sehingga jumlah stage yang diperlukan mencapai sekitar 81,06 stage dengan Brake Horse Power (BHP) motor sebesar 42,50 HP. Pemilihan motor menggunakan Tabel 456 SERIES (OD motor 4,56) menghasilkan motor dengan spesifikasi 50 HP per stage, tegangan 815 Volt, dan arus 39 Ampere. Selanjutnya, jenis kabel yang digunakan adalah #4CU - #2AL, yang memiliki kehilangan tegangan sebesar 19 Volt per 1000 feet pada

arus 39 Ampere. Setelah perhitungan KVA menghasilkan nilai 57,79, ukuran transformator yang disarankan adalah 75 KVA.

Berdasarkan perhitungan manual, diperoleh bahwa Laju Alir Total (Q_{total}) mencapai 2944 BFPD, yang merupakan peningkatan sebesar 1924 BFPD dari nilai awal 1020 BFPD. Selain itu, produksi minyak meningkat dari 265 BOPD menjadi 702 BOPD, sehingga laju produksi minyak potensial mencapai 1338 BOPD. Nilai Productivity Index (PI) yang dihitung adalah sebesar 3,4 bbl/hari.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan manual pada sumur “YS-19” untuk merancang sistem Artificial Lift dengan Electrical Submersible Pump (ESP) yang tepat dan efisien, didapatkan hasil desain sebagai berikut; Untuk pembuatan kurva Inflow Performance Relationship (IPR), diperoleh nilai laju alir maksimal total fluida sebesar 2944,36 BFPD. Secara terpisah, laju alir minyak maksimal ($Q_o \max$) mencapai 702,65 BOPD dan laju alir air maksimal ($Q_w \max$) mencapai 2241,71 BWPD. Selain itu, nilai Productivity Index (PI) yang dihitung adalah 3,4 bbl/hari; Dalam desain ESP dengan laju alir target (Q_{target}) sebesar 2355 BFPD, dipilih pompa tipe D2400N yang memiliki efisiensi 68% dan Head per Stage sebesar 25 ft/stage, sehingga diperoleh nilai HP per stage sebesar 0,52 HP. Pompa ini beroperasi pada frekuensi 60 Hz dan RPM 3500. Perhitungan menunjukkan Pump Setting Depth sebesar 2242,96 ft dan Pump Intake Pressure (PIP) sebesar 237,77 psi. Pemilihan motor mengacu pada Tabel 456 SERIES (dengan OD Motor 4,56), yang memiliki spesifikasi 60 Hz, 50 HP, 815 Volt, dan arus 39 Ampere. Selain itu, transformator yang digunakan berkapasitas 75 KVA.

Bibliografi

- Adha, I. (2021). Reservoir di Lapangan Cipluk Kendal. *Reservoir*, 3(September), 39–50.
- Bishop, M. G. (2001). South Sumatera Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic total petroleum system. *Open File Report 99-50-S*. U.S. Geological Survey, Colorado.
- Brown, K. E. (1980). *The technology of artificial lift methods* (Vol. 2a, Chapter 2, pp. 37–52). Petroleum Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- Brown, K. E. (1984). *The technology of artificial lift methods* (Vol. 1, Chapter 1, pp. 4–22). Penwell Publishing Co., The University of Tulsa, Oklahoma.
- De Coster, G. L. (1974). The geology of the Central and South Sumatera Basin. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention* (pp. 70–110). Jakarta: IPA.
- Lesmana, J. (2019). *Optimasi produksi sumur EC-6 dengan membandingkan pengangkatan buatan gas lift dan electrical submersible pump* [Skripsi, Universitas Trisakti].
- Novoment. (2013). *Artificial Lift NOVOMENT Electric Submersible Pump System Technology Catalog*.
- Pertamina. (2003). Sistem pengangkatan buatan. In *Perencanaan dan Troubleshooting (ESP)* (Vol. 31). Pertamina. [Catatan: Mengacu pada Coefficient Hazen-Williams Formula 1903].
- Pulunggono, A., & Cameron, N. R. (1984). Sumatra microplates, their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatera Basin. In *13th Annual IPA Proceedings* (Vol. 1, pp. 339–360).
- Schlumberger. (2005). *REDA Electric Submersible Pump Technology: ESP Catalog* (p. 548).
- Sima, N., Sinaga, J. F., Perminyakan, T., Migas Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta Km, S., & Joang Kalimantan Timur, K. (2022). Optimasi hydraulic pumping unit pada sumur “Wn-98” Lapangan “X”. *Petrogas*, 4(1), 47–56.
- Takacs, G. (2009). *Electrical submersible pump manual*. Burlington: Gulf Professional Publishing.
- Wiggins, M. L. (1994). Generalized inflow performance relationship for three phase flow. *SPE Reservoir Engineering*, August, 1–8.
- Wiyono, J., & Migas, T. T. (2024). Evaluasi jebakan stratigrafi pada lapisan reservoir sandstone dengan menggunakan data pre-stack dan post-stack seismik 3D. *Reservoir*, 6(2), 53–59.