

PERENCANAAN DESAIN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* (ESP) UNTUK MENINGKATKAN LAJU ALIR PRODUKSI PADA SUMUR “L-18” LAPANGAN “Z” BERDASARKAN KEMAMPUAN RESERVOIR

Martinus Leo Andani¹, Risna¹, Sulardi¹, Charles Pangaribuan¹, Amiruddin¹, Rohima Sera Afifah^{1*}

¹Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

*E-mail: rohimasera.afifah@gmail.com

ABSTRACT

In the well "L-18" the reservoir pressure decreased which resulted in a decrease in the production rate, therefore an artificial lift type of Electrical Submersible Pump (ESP) was needed to optimize the production flow rate. The research method used in this final project is to carry out design planning. The results of pump design planning obtained the choice of REDA GN3200-60Hz type pump with the number of stages installed of 162.34 stage BHP motor of 227.3 HP and pump efficiency of 62%, then selected the type of motor 456 series motor with specifications 60 iHz, 240 HP, 1993 V and 78.6 A.

Keywords: *Artificial Lift, Electric Submersible Pump, Design*

ABSTRAK

Pada sumur “L-18” tekanan reservoir mengalami penurunan yang mengakibatkan laju produksi juga menurun, oleh karena itu dibutuhkan bantuan artificial lift jenis *Electrical Submersible Pump* (ESP) untuk mengoptimalkan laju alir produksi. Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu dengan melakukan perencanaan desain. Hasil perencanaan desain pompa didapatkan pilihan pompa jenis REDA GN3200-60Hz dengan jumlah stage yang terpasang sebesar 162.34 stage BHP motor sebesar 227.3 HP serta efisiensi pompa sebesar 62%, lalu dipilih jenis motor 456 series motor dengan spesifikasi 60 iHz, 240 HP, 1993 V dan 78.6 A.

Kata kunci: *Artificial Lift, Electric Submersible Pump, Desain.*

PENDAHULUAN

Permasalahan penelitian yaitu seiring berjalannya waktu tekanan reservoir secara alami mengalami penurunan, sehingga tekanan reservoir tidak dapat lagi mengangkat fluida ke atas permukaan. Hal tersebut menyebabkan produktivitas sumur menurun yang dapat berpengaruh terhadap laju produksi sumur. Produktivitas Sumur merupakan factor penting untuk dipertimbangkan dalam proses pemilihan pengangkatan buatan. Oleh karena itu, dalam

mempertahankan ataupun meningkatkan laju alir produksi dibutuhkan tenaga tambahan (*artificial lift*) untuk mengangkat fluida dari dasar sumur ke permukaan. Salah satu metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) yang banyak digunakan pada sumur minyak adalah *Electrical Submersible Pump* (ESP). ESP merupakan suatu metode pengangkatan buatan yang menggunakan pompa sentrifugal dan digerakkan oleh motor listrik yang dipasang di dalam sumur (Guo dkk., 2017).

Menurut Ramadhanty dkk (2023), Sumur “L-18” di lapangan “Z” merupakan sumur yang memproduksi minyak. Dimana sebelumnya sumur tersebut dapat memproduksi dengan tenaga dorong alamiah, namun seiring waktu produksi Sumur “L-18” mengalami penurunan tekanan reservoir sehingga menyebabkan penurunan produksi, sehingga dibutuhkan bantuan metode pengangkatan buatan (*Artificial Lift*) yaitu ESP dengan tujuan meningkatkan laju produksi dari sumur tersebut. Untuk mendapatkan laju produksi yang optimal, perlu dilakukan perencanaan desain ESP dengan melakukan evaluasi berdasarkan kemampuan reservoir yang dilihat dari nilai Productivity Index (PI) dan laju alir produksi maksimum (Q_{max}) sumur “L-18” dengan menggunakan perhitungan menggunakan Metode Wiggins.

Inflow performance Relationship (IPR) metode Wiggins merupakan pengembangan dari metode Vogel dimana Wiggins menyetarakan metode dua fasa dari Vogel dengan metode tiga fasa, sehingga mendapatkan suatu metode tiga fasa yang lebih sederhana dari metode tiga fasa yang sudah ada. Metode Wiggins merupakan suatu pengembangan reservoir yang dapat memprediksi kinerja suatu sumur untuk menentukan skema produksi yang optimal dan memperkirakan produksi desain dan peralatan pengangkatan buatan agar mendapatkan operasi yang efisien (Wiggins, 1994). Salah satu solusi untuk meningkatkan produksi sumur, adalah melakukan perencanaan pemasangan artificial lift dan mendesain electrical submersible pump (Adnan dkk., 2021).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu dengan melakukan perencanaan desain *artificial lift electrical submersible pump* dan untuk metode IPR yang digunakan penulis menggunakan IPR tiga fasa wiggins. Adapun tahapan desain dimulai dari : (1). Menentukan nilai *specific gravity* rata-rata, (2). Memperkirakan *pump setting depth*, (3). Menentukan *pump intake pressure*, (4). Menghitung total *dynamic head*, (5). Menghitung

tingkat pompa. (6). Menentukan kemampuan pompa, dan yang terakhir (7). Memilih motor yang sesuai.

Productivity Index (PI) merupakan index yang digunakan untuk menyatakan kemampuan suatu formasi untuk berproduksi pada suatu beda tekanan tertentu atau merupakan perbandingan antara laju produksi yang dihasilkan formasi produktif pada *drawdown* yang merupakan beda tekanan dasar sumur saat kondisi statis (P_s) dan saat terjadi aliran (P_{wf}). Untuk menentukan harga PI secara langsung adalah sewaktu sumur tersebut flowing. Kemudian dicatat harga P_{wf} dan q sumur tersebut. Berdasarkan pengalamannya, telah mencoba memberikan batasan terhadap besarnya produktivitas sumur, yaitu sebagai berikut: (a.) PI rendah jika besarnya kurang dari 0,5 (b.) PI sedang jika besarnya berkisar antara 0,5 sampai 1,5 (c.) PI tinggi jika lebih dari 1,5. (Brown dan Kermit, 1980). Rumus PI sebagai berikut:

$$PI = \frac{q}{P_s - P_{wf}} \quad (1)$$

Dimana:

- PI = Produktivity index, Bbl/d/psi
- q = Laju produksi, STB/d
- P_s = Tekanan statik, psi
- P_{wf} = Tekanan alir dasar sumur, psi

Inflow performance relationship (IPR) merupakan pernyataan PI secara grafis yang menggambarkan perubahan-perubahan dari harga tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) versus laju alir (q) yang dihasilkan karena terjadinya perubahan tekanan alir dasar sumur tersebut. IPR menunjukan produktivitas sumur/lapisan produktif. Jika hubungan tersebut di-plot dalam bentuk grafik, maka kurva yang dihasilkan disebut sebagai kurva IPR. Kurva IPR merupakan kurva plot antara laju alir (q) dengan tekanan alir dasar sumur (P_{wf}). Dari kurva plot ini kita dapat menentukan PI (Productivity Index). (Brown dan Kermit, 1982). *Inflow Performance Relationship* (IPR) sumur menggunakan metode wiggins dikarenakan persen water cut untuk sumur tinggi yaitu (Hamid, 2016). Langkah membuat kurva IPR tiga fasa dengan menggunakan wiggins yaitu dengan menentukan Laju Produksi air (Q_w), Laju Produksi Minyak (Q_o), Laju alir maksimum oil dan water (Q_{omax} dan Q_{wmax}).

Tahapan desain, langkah pertama menghitung ESP dengan menentukan *specific gravity* rata – rata, setelah itu menghitung gradient fluida, selanjutnya menentukan kedalaman pompa (HPIP) dimana motor harus diatas perforasi atas setelah itu menentukan rate minyak yang diproduksi dari total *rate gross*, selanjutnya menghitung *pump intake pressure* (PIP), kemudian menghitung limit kerja pada cairan (Zfl) (Adnan, M., Afifah, R. S., & Yudiaryono, Y, 2021).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis perencanaan pemasangan *artificial Lift* jenis *electric submersible pump* (ESP) pada sumur “L-18” dilakukan dengan mengetahui kemampuan berproduksi sumur, dengan mengkaji secara teknis serta pemilihan jenis pompa yang optimal untuk digunakan. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Sumur “L-18”

Parameter	Nilai	Satuan
OD Casing	7	In
ID Casing	6.5	In
Total depth	8399	Ft
Perforasi atas	7779	Ft
Perforasi bawah	8250	Ft

Tabel 2. Data Produksi “L-18”

Parameter	Nilai	Satuan
Laju produksi	1758	BFPD
Pr	2614.7	Psi
Pwf	1664.7	Psi
Wellhead Pressure	53	Psi
Oil API	33	Api
SG oil	0.86	
SG gas	0.7	
SG water	1	
GLR	200	SCF/STB
Watercut	96	%

Berdasarkan data produksi kemudian dianalisa produktivitas sumurnya, yaitu PI dan IPR. Dengan gross sebesar 1758 bfpd, didapatkan nilai PI sebesar 1.85 bbl/d/psi. IPR yang digunakan adalah IPR 3 fasa Wiggins, hal ini karena nilai water cutnya diatas 50% yaitu 96% (Ramadhanty dkk, 2023). Dari perhitungan IPR Wiggins 3 fasa didapatkan inilai Q maximum total sebesar 3220.93 bfpd, Q maximum untuk oil sebesar 104.93 bopd dan Q maximum untuk water 3116 bwpd.

Dalam penentuan nilai untuk Q desain, sebelum mencari Q desain perlu diketahui terlebih dahulu Q kritis dengan mengambil 80% dari nilai Q maximum, sehingga didapatkan nilai Q kritis 2576.7 bfpd. Penentuan Q desain tidak boleh di ambil lebih dari Q kritis karena apabila melakukan produksi diatas laju alir kritis dapat menyebabkan masalah produksi yaitu drag force atau pengerusan sehingga terjadi kepasiran, drag force sendiri dapat terjadi karena dua hal yaitu laju alir yang tinggi dan viscositas yang tinggi. Sehingga nilai Q target diambil dibawah Q kritis yaitu 2570 bfpd.

Untuk menentukan nilai *specific gravity* campuran dan gradient fluida didapatkan nilai melalui perhitungan manual, dengan nilai *specific gravity water* 0.96, *specific gravity oil* 0.034 dan *specific gravity* campuran 0.994. Setelah mendapat nilai *specific grafivity* campuran kemudian langkah berikutnya mengalikan hasil dari *specific gravity* dengan gradient tekanan sebesar 0.433 psi/ft, sehingga didapatkan gradient fluida 0.43 psi/ft.

Kemudian dilakukan perhitungan penyetelan pemasangan pompa atau *pump setting depth* (PSD) dan diperoleh nilai sebesar 7655.8 ift. maka loss yang terjadi akibat gesekan fluida dan tubing adalah 56.8 ft. Dari nilai tekanan tubing (pwh) maka didapatkan nilai tubing head 123.1 ft serta didapatkan nilai Vertical lift sebesar 6423 ft. Dari semua beban tersebut, total beban fluida yang harus diangkat pompa (TDH) adalah sepanjang 6980.72 ft.

Setelah didapatkan nilai dari *total dynamic head*, tahapan selanjutnya yang dilakukan yaitu memilih jenis pompa untuk isumur "L-18" di lapangan "Z". Berdasarkan catalog reda ESP system (Schlumberger, 2020) untuk pemilihan pompa sendiri penulis menggunakan pompa jenis REDA GN3200-60Hz, pemilihan pompa ini didasarkan dari nilai Q desain yang didapat melalui perhitungn yaitu sebesar 2570 bfpd dan masuk kedalam optimum operating range dari pompa REDA GN3200-60Hz. Pada pompa ini nilai dari frekuensi yang digunakan oleh penulis sebesar 60 hz. Dari pump performance curve yang digunakan oleh penulis didapatkan nilai dari head capacity per 100 staginya sebesar 4300 hp/100 stage dan HP motor

sebesar 140 Hp/100stage. Setelah itu kemudian dihitung jumlah stagenya dan didapatkan nilai sebesar 162.34 stages. Kemudian dari jumlah stages dikalikan dengan HP motor didapatkan BHP sebesar 227.3 HP

Untuk menggerakkan fluida sebesar 2570 bfpd dan pompa sebesar 227.3 HP, maka berdasarkan catalog motor schlumberger, penulis menggunakan motor 456 series max. ESP motor 60 Hz. Motor ini menghasilkan maksimal HP 240 Hp, 1993 volt, 78.6 ampere. Velocity of fluid adalah kecepatan alir fluida disekitar motor, dengan OD pompa 4.56 inch dan ID casing 6.5 inch, maka kecepatan fluida disekitar motor adalah 1 ft/detik. Hasil ini menunjukkan bahwa motor tetap dalam keadaan dingin.

KESIMPULAN

Sumur “L-18” memiliki nilai PI sebesar 1.85 bbl/stb/day. Berdasarkan perhitungan kurva IPR, diperoleh nilai laju alir maksimum sebesar 3220.93 bfpd dengan nilai masing-masing laju alir maksimal *oil* dan laju alir maksimal *water* sebesar 104.93 bopd dan 3116 bwpd. Untuk desain pompa didapatkan pilihan pompa jenis REDA GN3200-60Hz dengan jumlah *stage* yang terpasang sebesar 162.34, *stage* BHP motor sebesar 227.3 HP, dan efisiensi pompa sebesar 62%, kemudian dipilih jenis motor 456 series motor dengan spesifikasi 60 Hz, 240 HP, 1993 V dan 78.6 A

PENGAKUAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan jurnal ini, termasuk para rekan lapangan selama kegiatan sebelum, saat dan setelah proses penelitian berlangsung. Terima kasih ucapkan pula kepada Petrogas Sekolah Tinggi Teknologi Migas yang telah memberikan wadah untuk penerbitan jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., Afifah, R. S., & Yudiaryono, Y. (2021). Memprediksi Keadaan Sumur Dimasa Depan Dengan Melakukan Optimasi Menggunakan Electrical Submersible Pump Pada Sumur “AD-96”. PETROGAS: Journal of Energy and Technology, 3(1), 1-10.
- Brown, Kermit E. (1980). *The Technology of Artificial Lift Methods Volume Ila*. PennWell Publishing CV Company. Tulsa, Oklahoma

- Brown, Kermit E. (1982). *The Technology of Artificial Lift Methods*, Volume IIb. iPennWell Publishing CV Company. Tulsa, Oklahoma
- Ramadhanty, D. A., Sulistyanto, D., & Oetomo, R. H. K. (2023). Evaluasi Dan Optimasi Sumur Gas Lift Dengan Mendesain Ulang Pada Sumur DA-011. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 12(1), 57-69.
- Guo B., dkk. (2017). *Petroleum Production Engineering Second Edition*. Elsevier. United Kingdom
- Schlumberger. (2020). *Artificial Lift: REDA Electric Submersible Pump Systems Technology Catalog*. West Sam Houston Parkway North Houston, Texas.
- Wiggins, M. L. (1994). *Generalized inflow performance relationships for three-phase flow*. SPE Reservoir Engineering