

PERENCANAAN POMPA ESP PADA SUMUR CNC-08 UNTUK MENINGKATKAN LAJU ALIR PRODUKSI

Michel Lee, Mohammad Lutfi, Rohima Sera Afifah, Afrida, Muhammad Imbron,
Maharani Rima, Iin Darmiyati
Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan, Indonesia
E-mail: Cincingsendana609@gmail.com

Copyright © 2022 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: 10.53866/jimi.v2i4.84

Abstract

Artificial Lift is a method used to enhance fluid pressure, enabling it to flow to the surface, particularly when the natural pressure of the well is insufficient. One type of Artificial Lift is the Electric Submersible Pump (ESP), which is inserted into the wellbore and operates using an electric motor to lift oil. This study aims to determine the optimal flow rate, the most suitable method for application, and the appropriate ESP pump design for the CNC-08 well. The well produces at a rate of 668.50 BPD, consisting of two liquid phases: oil and gas. The well data indicate that the bubble point pressure (Pb) exceeds the reservoir pressure; therefore, the two-phase Vogel method is applied to calculate the Inflow Performance Relationship (IPR). The ESP pump design results indicate an optimal flow rate of 774 BPD. The Vogel method is identified as the most appropriate approach. The recommended pump is the REDA AN900 type, with an efficiency of approximately 54%. The selected motor is a 540-series (30 HP, 435 volts, 45 A). The suitable cable type is 4 CU, while the transformer required is 2 x 25 KVA, and the switchboard type is DPH 2, size 72, type 3. Following the selection of appropriate components, a total voltage calculation was conducted. The results indicate a total voltage of 365.100 volts, which is lower than the available 435 volts. This confirms that the pump will operate effectively once installed. .

Keywords: *Vogel, Pump Stage, HP Pump, efficiency*

Abstrak

Artificial Lift adalah metode untuk meningkatkan tekanan fluida agar dapat mengalir ke permukaan, terutama ketika tekanan alami sumur tidak optimal. Salah satu jenis Artificial Lift adalah Electric Submersible Pump (ESP), yaitu pompa yang dimasukkan ke dalam sumur dan bekerja dengan motor listrik untuk mengangkat minyak. Penelitian ini bertujuan menentukan laju alir optimum, metode yang sesuai, serta desain ESP untuk sumur CNC-08. Sumur ini memiliki laju produksi 668,50 Bpd dengan dua fase cair, yaitu minyak dan gas. Data menunjukkan tekanan bubble point (Pb) lebih besar dari tekanan reservoir, sehingga metode Vogel dua fase digunakan untuk menghitung Inflow Performance Relationship (IPR). Hasil desain ESP menunjukkan laju alir optimum sebesar 774 Bpd. Metode Vogel adalah yang paling sesuai untuk diterapkan. Pompa yang direkomendasikan adalah REDA AN900 dengan efisiensi sekitar 54%. Motor yang digunakan adalah seri 540 (30 HP, 435 volt, 45 A). Kabel yang cocok adalah tipe 4 CU, dengan transformator berukuran 2 x 25 KVA dan switchboard tipe DPH 2 ukuran 72 tipe 3. Setelah pemilihan komponen, dilakukan perhitungan total tegangan. Hasil perhitungan menunjukkan tegangan total 365,100 volt, masih lebih kecil dari tegangan tersedia 435 volt. Hal ini memastikan bahwa pompa dapat beroperasi dengan baik setelah instalasi.

Kata Kunci: *Vogel, Stage Pompa, HP Pompa, efisiensi*

1. Pendahuluan

Produksi minyak dari suatu sumur dapat berlangsung secara alami selama tekanan reservoir masih cukup untuk mendorong fluida hingga ke permukaan (Adha, 2021). Proses ini dikenal sebagai produksi sembur alami (natural flow), yang umumnya terjadi pada sumur yang baru mulai memproduksi. Namun, seiring berjalannya waktu, tekanan dalam reservoir akan berkurang, menyebabkan laju produksi sumur mengalami penurunan (Lombogia & Andries, 2020). Ketika tekanan reservoir tidak lagi mampu mengangkat fluida ke permukaan, diperlukan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) untuk mempertahankan atau meningkatkan produksi minyak dari sumur tersebut (Ryka, 2022).

Sumur CNC-08 merupakan sumur pengembangan yang mulai diproduksi pada tahun 1998 dengan laju produksi awal sebesar 113 BOPD serta water cut sebesar 45%. Seiring waktu, produksi sumur ini mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada awal tahun 2005, sumur ini masih mampu menghasilkan sekitar 126 BOPD, tetapi mengalami penurunan drastis hingga mencapai 39 BOPD di akhir tahun yang sama (Safirah, 2005). Penurunan ini menunjukkan bahwa tekanan dalam reservoir telah melemah hingga tidak lagi dapat menopang produksi minyak secara alami (Diba, 2022). Oleh karena itu, diperlukan metode pengangkatan buatan, seperti gas lift atau penggunaan pompa Electrical Submersible Pump (ESP), guna meningkatkan produksi minyak dari sumur ini (Miftahul Huda & Sahara, 2021).

Dalam penelitian ini, sumur CNC-08 dianalisis untuk menentukan metode pengangkatan buatan yang paling sesuai diterapkan. Fokus utama penelitian adalah penggunaan pompa ESP karena teknologi ini dinilai mampu memenuhi kebutuhan teknis dari sumur CNC-08 (Wiyono & Migas, 2022). ESP memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuannya dalam meningkatkan produksi minyak pada sumur dengan tekanan reservoir yang rendah serta menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan metode pengangkatan lainnya dalam kondisi tertentu (Salfigo, 2022).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju alir optimum dari sumur CNC-08, memilih metode Inflow Performance Relationship (IPR) yang paling tepat diterapkan pada sumur ini, serta merancang desain pompa ESP yang optimal (Malrin, 2022).

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh strategi optimasi produksi sumur CNC-08 menggunakan pompa ESP. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan tambahan bagi mahasiswa STT Migas Balikpapan serta praktisi di bidang perminyakan terkait implementasi ESP dalam meningkatkan produksi minyak pada sumur dengan tekanan reservoir yang rendah.

2. Metode Penelitian

2.1. Objek, waktu dan Tempat

Penelitian ini berfokus pada sumur CNC-08 yang terletak di wilayah kerja CNOOC Ltd. di Southeast Sumatera. Sumur ini merupakan salah satu sumur produksi minyak dan gas yang mengalami penurunan tekanan reservoir, sehingga diperlukan penerapan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) untuk menjaga dan meningkatkan laju produksinya. Dalam penelitian ini, perencanaan penggunaan Electric Submersible Pump (ESP) sebagai metode *artificial lift* menjadi fokus utama, dengan tujuan mengatasi penurunan produksi dan meningkatkan efisiensi aliran fluida dari dasar sumur ke permukaan. Pemilihan sumur CNC-08 sebagai objek penelitian didasarkan pada evaluasi terhadap riwayat produksi sumur, karakteristik reservoir, serta kebutuhan optimalisasi produksi guna meningkatkan perolehan minyak.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama. Tahap pertama adalah pengumpulan data, yang mencakup data historis produksi sumur CNC-08, karakteristik reservoir, properti fluida, serta data teknis peralatan produksi. Data ini diperoleh melalui laporan produksi lapangan dan basis data internal milik CNOOC Ltd. Tahap berikutnya adalah analisis teknis, yang melibatkan simulasi produksi dengan mempertimbangkan berbagai skenario penerapan ESP. Evaluasi dilakukan menggunakan perangkat lunak teknik perminyakan untuk menentukan spesifikasi ESP yang paling optimal sesuai dengan kondisi sumur. Setelah itu, dilakukan tahap evaluasi dan validasi, di mana hasil simulasi dibandingkan dengan kondisi aktual sumur untuk menilai kelayakan penerapan ESP. Proses validasi ini juga mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomi guna memastikan implementasi ESP dapat berjalan dengan efektif. Penelitian ini dilakukan sepanjang tahun 2022, mencakup seluruh tahapan mulai dari pengumpulan data hingga analisis dan evaluasi akhir.

Studi ini berlangsung di wilayah kerja CNOOC Ltd. yang berada di Southeast Sumatera, tepatnya di kawasan lepas pantai Laut Jawa. Wilayah ini merupakan bagian dari Cekungan Sunda dengan luas sekitar

17.734 km² dan termasuk salah satu kawasan produksi minyak dan gas utama di Indonesia. Secara geografis, wilayah ini berbatasan dengan Pulau Belitung dan Pulau Bangka di utara, Pulau Sumatera di sebelah barat, Lapangan PHE ONWJ di timur, serta Pulau Jawa di bagian selatan. Lapangan minyak dan gas di Southeast Sumatera telah beroperasi selama beberapa dekade dan terus menjadi fokus optimalisasi produksi melalui penerapan teknologi pengangkatan buatan, seperti ESP, untuk menjaga kinerja produksi. Infrastruktur produksi di wilayah ini telah berkembang dengan baik, mencakup platform lepas pantai (offshore), jaringan pipa bawah laut, serta fasilitas pemrosesan minyak dan gas, yang mendukung kelangsungan operasi dan implementasi teknologi artificial lift seperti ESP.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan mengambil data historis produksi sumur CNC-08, karakteristik reservoir, properti fluida, dan data teknis peralatan produksi. Data ini diperoleh melalui dua sumber utama, yaitu laporan produksi lapangan dan basis data internal dari CNOOC Ltd. Laporan produksi lapangan memberikan informasi terkait dengan kinerja sumur dan kondisi operasional, sementara basis data internal menyediakan data yang lebih terperinci mengenai parameter teknis dan karakteristik reservoir yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Metode ini dipilih karena memberikan data yang relevan dan mendalam, yang sangat penting untuk perencanaan dan evaluasi produksi sumur secara akurat.

2.3. Teknik Analisis Data

Untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan statistik untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam mengenai pengaruh berbagai variabel terhadap produksi sumur CNC-08. Teknik analisis yang digunakan antara lain analisis regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel-variabel teknis seperti laju alir, tekanan reservoir, dan jenis pompa ESP. Selain itu, analisis varians (ANOVA) diterapkan untuk menguji perbedaan signifikan antara beberapa metode atau kondisi operasional yang diuji pada sumur tersebut.

Untuk validasi hasil perhitungan, teknik analisis ini didukung dengan data historis produksi dan data teknis peralatan yang terperinci, yang memastikan bahwa hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan. Seluruh proses analisis disesuaikan dengan tujuan penelitian, yaitu untuk mengoptimalkan produksi dan efisiensi penggunaan peralatan produksi di lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Data Properti Sumur CNC- 08

Tabel 3.1 Data Properti Sumur CNC-08

Sumber: Data sumur A-16 Lapangan Pendopo (Abrian, 2016)

Data	Nilai	Satuan
OD Tubing	2,875	In
ID Tubing	2,441	In
OD Casing	6,625	In
ID Casing	5,855	In
Wellhead Pressure (THP)	100	Psi
Top Perforation	2988	ft
Bottom Perforation	3022	ft

3.1.2. Data Reservoir Sumur CNC-08

Tabel 3.2 Data Reservoir Sumur CNC_08

Sumber: Data Sumur A-16 Lapangan Pendopo (Abrian, 2016)

Profil	Nilai	Satuan
Pr	472	Psi
<i>Solution GOR</i>	120	Scf/STB
Pwf	240	Psi
BPP	480	Psi
API Oil	35	API
<i>Gas Gravity</i>	0,79	
<i>Oil Gravity</i>	0,85	
BHT	180	°F
<i>Water Gravity</i>	1,07	
<i>Water cut</i>	45	%
Laju Alir Produksi	668,50	BFPD

3.1.3. Membuat Kurva IPR

a. Menghitung Q max

$$Q_{max} = \frac{668,50}{1 - 0,2 \left(\frac{240}{472} \right) - 0,8 \left(\frac{240}{472} \right)^2}$$

$$= 967 \text{ bpd}$$

b. Menghitung nilai Q untuk masing-masing nilai Pwf seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.3

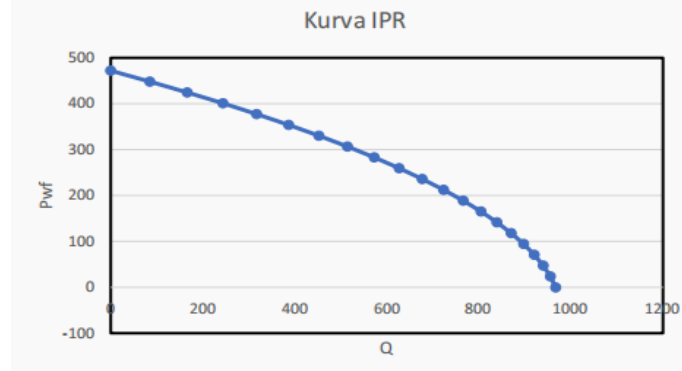
c. Menghitung nilai Pwf untuk masing - masing nilai Q seperti yang ditunjukkan tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai Q dan Pwf

Q (bpd)	Pwf (Psi)
0	472
85	448
166	401
244	378
317	354
387	330
452	207
514	283
572	260
626	236
677	212
723	189
766	165
804	142
839	118
870	94
897	71

920	47
955	24
967	0

d. Setelah diplot kedalam grafik, maka diperoleh kurva IPR ditunjukkan pada gambar 3.1.



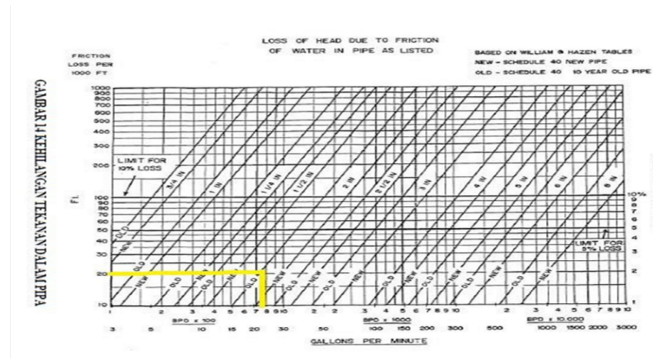
Gambar 3.1 Kurva IPR sumur CNC-08

3.1.4. Screening Artificial Lift

Tabel 3.4 Screening Artificial Lift

Well Condition	Specific	Rod Pump	PCP	Jet Pump	Gas Lift	ESP
Production Rate	< 1000 bpd	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Good
	1000 - 10000 bpd	Good	Good	Good	Excellent	Excellent
	>10000 bpd	Poor	Poor	Poor	Excellent	Excellent
Well Depth	<2500 ft	Excellent	Excellent	Good	Good	Good
	2500 - 7500 ft	Good	Good	Good	Excellent	Excellent
	>7500 ft	Good	Poor	Excellent	Excellent	Excellent
Well Inclination	Vertical	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	Deviated	Good	Poor	Good	Excellent	Excellent
	Horizontal	good	Poor	Good	Excellent	Excellent
Completion	Simple	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	Dual or Multiple Zone	Poor	Good	Poor	Excellent	Poor
Sand & Abrasive	<10 ppm	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	10 - 100 ppm	Good	Excellent	Good	Excellent	Good
	> 100 ppm	Poor	Excellent	Poor	Excellent	Poor
Fluid Viscosity	<100 cp	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	100 - 500 cp	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	>500 cp	Excellent	Excellent	Good	Good	Poor
GOR	<500 scf/stb	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Excellent
	500 - 2000 scf/stb	Good	Good	Good	Excellent	Excellent
	> 2000 scf/stb	Poor	Good	Good	Excellent	Good
Location	Onshore	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
	Offshore	Poor	Good	Good	Excellent	Excellent
	Remote	Good	Excellent	Good	Good	Excellent

Sumur CNC-08 merupakan sumur yang berlokasi di *offshore* yang mempunyai laju alir maksimal 967 Bpd. Sumur ini berada pada kedalaman 2988 ft dan nilai GOR 120 scf/STB. Dari semua kriteria tersebut maka *artificial lift* yang paling cocok adalah *Electrical Submersible Pump* (ESP).



**Gambar 3.2 Kehilangan Tekanan dalam Pipa
(Sistem Pengangkatan Buatan, 2003)**

Berdasarkan gambar 3.3 maka diketahui *friction loss* = 20 psi/1000 ft dan menggunakan tubing lama dengan ukuran 2 inch. Setelah mengetahui nilai *tubing pressure loss* maka langkah berikutnya yaitu menghitung H_f

$$H_f = 2988 \times \frac{20}{1000}$$

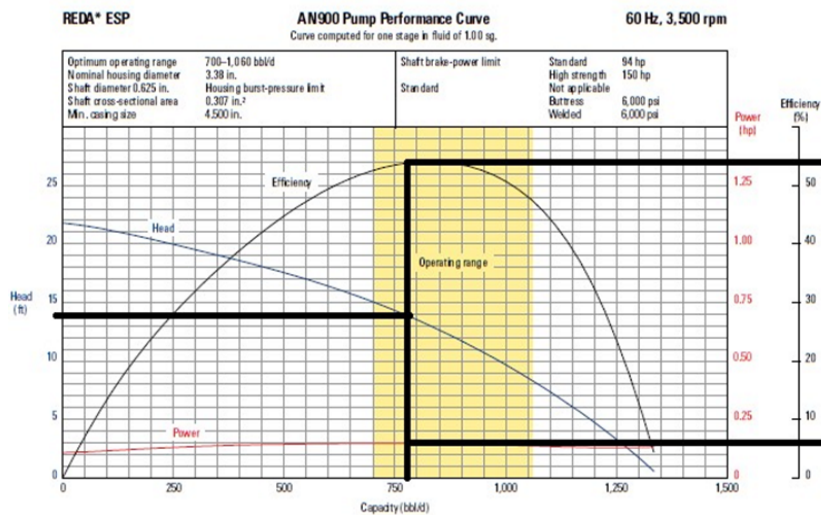
$$= 58 \text{ Psi}$$

3.1.5. Menghitung Total Dynamic Head

$$TDH = \frac{100}{3,37} + 2748 + 58$$

$$= 3076 \text{ ft}$$

3.1.5.1. Memilih jenis dan ukuran pompa yang sesuai dengan Q_o yang sudah ditentukan



**Gambar 3.3 Chart Performa Pompa Reda AN900
(ESP catalog, 2007)**

Berdasarkan laju alir produksi sebesar 774 Bpd maka jenis pompa yang cocok digunakan yaitu pompa Reda AN900. Pompa ini memiliki efisiensi mencapai 54%, *Horse Power* yaitu 0,125 HP dan *Head Capacity*-nya yaitu 14 ft/stage.

3.1.5.2. Menghitung jumlah stage

$$\begin{aligned} \text{Jumlah stage} &= \frac{3076}{14} \\ &= 220 \text{ stage} \end{aligned}$$

3.1.5.3. Menghitung Horse Power pompa total

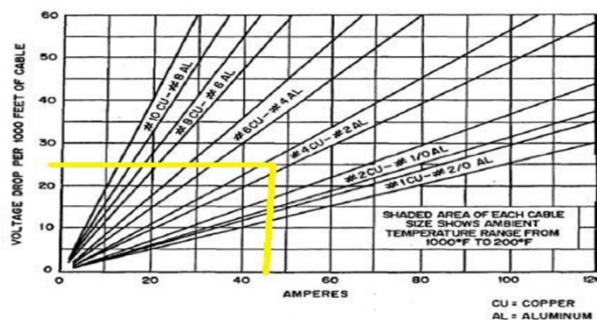
$$\begin{aligned} \text{HP pompa} &= 0,125 \times 220 \\ &= 27 \text{ HP} \end{aligned}$$

3.1.5.4. Memilih jenis motor yang memenuhi HP tersebut menggunakan chart.

HP motor harus lebih besar dari HP pompa sehingga dari chart diatas dipilih motor dengan spesifikasi: 540 series (5,43 OD Motor), 30 HP, 435 Volt, 45 A. 13. Menghitung kecepatan aliran dalam *annulus* motor

$$\begin{aligned} FV &= \frac{0,00119 \times 774}{(5,855)^2 - (5,43)^2} \\ &= 1,9 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

3.1.5.5. Memilih jenis kabel yang akan digunakan



**Gambar 3.4 Chart Pemilihan Kabel
(Sistem Pengkangan Buatan, 2003)**

Dari harga arus listrik motor, jenis kabel yang mempunyai tegangan sekitar 30 volt/1000 ft (umumnya setengah dari maksimum) dipilih dengan memplot arus yang dipakai (45 A). Dari *chart* diatas dipilih 4 CU. Kehilangan tegangan dari kabel jenis ini sebesar 25 Volt/1000 ft. Menghitung ΔV kabel menggunakan

$$\begin{aligned} \Delta V &= (2888 - 50)25/1000 \\ &= 71 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Menghitung tegangan yang dibutuhkan motor dan kabel

$$\begin{aligned} V_{tot} &= 435 + 71 \\ &= 506 \text{ Volt} \end{aligned}$$

3.1.5.6. Menghitung Kilo Volt Ampere

$$KVA = \frac{1,73 \times 506 \times 45}{1000}$$

$$= 39$$

3.1.5.7. Menentukan ukuran transformator

Tabel 3.6 Chart Transformator
(Sistem Pengangkatan Buatan, 2003)

3.1.5.8. Menghitung total tegangan

Menghitung kebutuhan tegangan saat start = $0,35 \times 435$

$$= 152,25 \text{ volt}$$

Menghitung kebutuhan tegangan selama start = 3×71

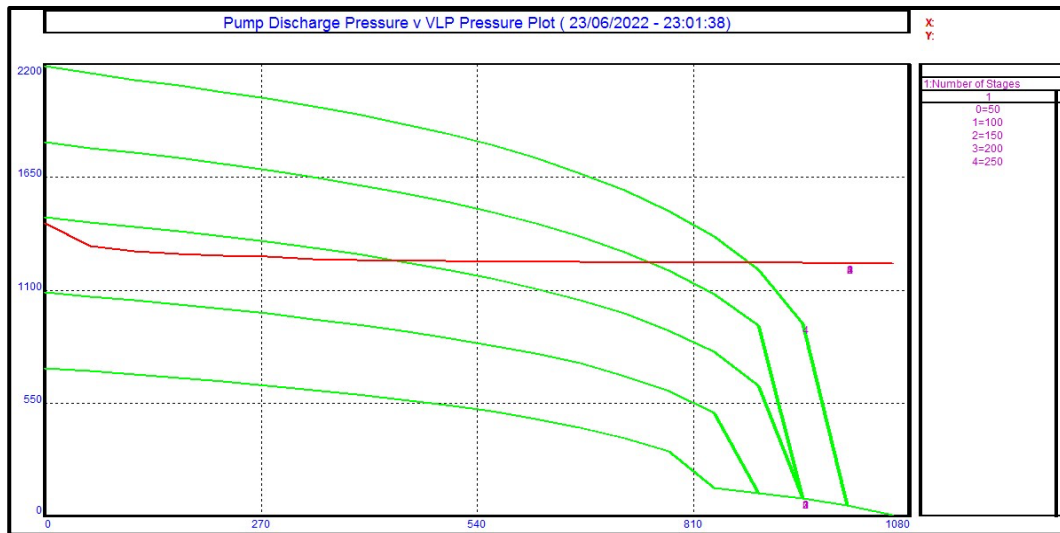
$$= 213 \text{ volt}$$

Total tegangan selama start = $152,25 + 213$

$$= 365,100 \text{ volt}$$

Tegangan yang tersedia 600 volt sedangkan total tegangan yang dibutuhkan yaitu 365,100 volt. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa semua peralatan yang telah dipilih dapat bekerja dengan baik.

3.1.6. Analisa Nodal pada ESP



Gambar 3.5 Hasil Analisa Nodal pada ESP

3.1.7. Hasil Perencanaan Pompa ESP

Tabel 4.8 Hasil Perencanaan Pompa ESP

Q (laju alir) target	774 bpd
Pwf target	184 Psi
SG (Specific Gravity) average	0,949
GF (Gradien Fluida)	0,37 psi/ft
HPIP (kedalaman pompa)	2988 ft

Zfi (aras kerja cairan)	2748 ft
Hf (Hilang tekanan sepanjang tubing)	20 Psi
TDH (<i>total dynamic head</i>)	3076 ft
Jenis Pompa	REDA AN900
Efisiensi Pompa	54%
HP (<i>horse power</i>)	0,125 HP/stage
HC (<i>Head capacity</i>)	14 ft/stage
Jumlah stage	220
HP Pompa	27
Jenis Motor	540 series
<i>Fluid Velocity</i>	1,9 ft/s
Jenis Kabel	4 CU
Tegangan drop	71 Volt
Volt total	506 Volt
KVA	39
Ukuran <i>Transformator</i>	50
<i>Switchboard</i>	Kelas DPH 2 Jenis 72 Ukuran 3
Kebutuhan tegangan untuk <i>start</i>	152,25 Volt
Kehilangan tegangan selama <i>start</i>	213 Volt
Total kebutuhan tegangan	365,25 Volt

3.2. Pembahasan

Sumur CNC-08 adalah salah satu sumur yang terletak di wilayah lepas pantai Laut Jawa dan telah berproduksi dalam kurun waktu tertentu. Seiring berjalannya waktu dan terus berlangsungnya proses produksi, laju produksi sumur ini mengalami penurunan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kembali laju produksinya, diperlukan pemasangan pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) sebagai salah satu metode pengangkatan buatan yang sesuai dengan kondisi sumur ini.

Sebelum melakukan desain ESP, langkah awal yang harus dilakukan adalah menyusun kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) guna mengetahui potensi peningkatan laju produksi. Penyusunan kurva IPR ini memerlukan data reservoir, seperti tekanan reservoir (P_r) dan tekanan dasar sumur (P_{wf}). Sumur CNC-08 memiliki laju produksi awal sebesar 668,5 BPD, dengan water cut sebesar 45%, sehingga alirannya bersifat dua fasa. Berdasarkan karakteristik ini, metode Vogel dipilih untuk menyusun kurva IPR. Adapun nilai tekanan reservoir (P_r) dan tekanan dasar sumur (P_{wf}) masing-masing adalah 480 psi dan 240 psi. Dari hasil analisis data tersebut, diperoleh kurva IPR dengan Q_{max} sebesar 967 BPD.

Setelah kurva IPR diperoleh dan Q_{max} ditentukan, langkah selanjutnya dalam desain ESP adalah menentukan Q target, yaitu 80% dari Q maksimum. Dari perhitungan, didapatkan Q optimum sebesar 774 BPD dengan nilai P_{wf} target sebesar 184 psi. Langkah berikutnya adalah menentukan Specific Gravity (SG) rata-rata serta menghitung Gradien Fluida (GF). Dari hasil perhitungan, nilai SG rata-rata yang diperoleh adalah 0,949, sementara Gradien Fluida (GF) adalah 0,41 psi/ft, dan setelah dilakukan koreksi gas, nilai GF menjadi 0,37 psi/ft.

Setelah SG dan GF diketahui, langkah berikutnya adalah menentukan kedalaman pompa (HPIP), yang harus ditempatkan sekitar 100 ft di atas perforasi atas (HS). Dari hasil perhitungan, diperoleh kedalaman HPIP sebesar 2888 ft. Setelah itu, dilakukan perhitungan untuk menentukan tekanan yang dihasilkan oleh pompa (PIP), berdasarkan data kedalaman pompa (HPIP), sehingga diperoleh tekanan pompa sebesar 147 psi.

Tahapan selanjutnya adalah menentukan limit kerja cairan (Zfi), kehilangan tekanan sepanjang *tubing* (Hf), serta menghitung *Total Dynamic Head* (TDH). Dari hasil perhitungan, diperoleh Zfi sebesar

2748 ft, Hf sebesar 58 psi, dan TDH sebesar 3076 ft. Setelah itu, dilakukan pemilihan jenis dan ukuran pompa berdasarkan laju produksi yang telah ditetapkan, yaitu 774 BPD. Pemilihan dilakukan menggunakan chart katalog pompa, dan jenis pompa yang paling sesuai untuk sumur CNC-08 adalah REDA AN900, yang memiliki kisaran optimal 700 BPD – 1050 BPD, dengan efisiensi sebesar 54%.

Setelah jenis pompa ditentukan, tahap selanjutnya adalah menghitung *Horse Power* (HP) Pompa serta *Head Capacity* (HC) dengan menggunakan chart perhitungan. Dari hasil analisis, diperoleh HP sebesar 0,125 HP/stage dan HC sebesar 14 ft/stage. Berdasarkan data tersebut, ditentukan jumlah *stage* yang akan dipasang, yaitu 220 *stage*, dengan total HP pompa sebesar 27 HP.

Setelah itu, tahap berikutnya adalah menentukan jenis motor yang sesuai untuk sumur CNC-08 menggunakan chart perhitungan motor. Dalam pemilihannya, HP motor harus lebih besar dari HP pompa. Dari hasil analisis, motor yang paling cocok digunakan adalah motor seri 540 (5,43 OD) dengan spesifikasi 30 HP, 435 volt, dan 45 A.

Langkah selanjutnya adalah menghitung kecepatan aliran dalam *annulus motor* (*Flow Velocity/FV*), dengan syarat bahwa nilai FV harus lebih besar dari 1 ft/s. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai FV sebesar 1,9 ft/s, yang berarti memenuhi kriteria operasional. Setelah itu, tahap berikutnya adalah menentukan jenis kabel yang akan digunakan berdasarkan chart pemilihan kabel, dengan syarat bahwa tegangan harus berada di bawah 30 volt/1000 ft. Dengan mempertimbangkan data arus sebesar 45 A, jenis kabel yang paling sesuai adalah kabel 4 CU dengan tegangan 25 volt/1000 ft. Setelah menentukan jenis kabel, dilakukan perhitungan terhadap penurunan tegangan kabel (ΔV kabel) serta tegangan yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan, diperoleh ΔV kabel sebesar 71 volt dan tegangan yang diperlukan sebesar 520 volt.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan KVA yang dibutuhkan untuk menentukan *Transformer* yang sesuai. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai KVA sebesar 39 KVA. Berdasarkan nilai tersebut dan mempertimbangkan bahwa sumur CNC-08 beroperasi dalam dua fasa, ukuran *Transformer* yang digunakan adalah 2 x 25 KVA.

Setelah menentukan *Transformer*, langkah selanjutnya adalah memilih *Switchboard* yang sesuai berdasarkan chart perhitungan *switchboard*. *Switchboard* yang dipilih harus memiliki kapasitas lebih besar dari kebutuhan pompa (30 HP, 435 volt, 45 A). Dari hasil analisis, *switchboard* yang paling cocok adalah kelas DPH 2 jenis 72 ukuran 3.

Tahap terakhir adalah menghitung kehilangan tegangan saat start, tegangan selama start, serta total tegangan guna memastikan bahwa sistem pompa ESP dapat beroperasi dengan baik. Dari hasil perhitungan, kehilangan tegangan saat start adalah 152,25 volt, kehilangan tegangan selama start adalah 213 volt, dan total tegangan yang diperoleh adalah 365,25 volt. Agar pompa ESP dapat bekerja dengan baik, total tegangan yang dihitung harus lebih kecil dari tegangan yang tersedia. Dalam hal ini, tegangan yang tersedia adalah 600 volt, sehingga dapat dipastikan bahwa sistem ESP akan beroperasi secara optimal tanpa kendala.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada sumur CNC-08, penelitian ini menyimpulkan bahwa metode inflow performance relationship (IPR) yang paling sesuai adalah metode Vogel, dengan laju alir maksimum (Q_{maks}) sebesar 967 Bpd dan laju alir optimum sebesar 774 Bpd. Untuk meningkatkan efisiensi produksi, perencanaan pompa ESP menunjukkan bahwa jenis pompa yang paling cocok adalah REDA AN900 dengan efisiensi sebesar 54%, didukung oleh motor series 540 (5,43"), kabel 4 CU, serta transformator berkapasitas 2 x 25 KVA. Pemilihan switchboard kelas DPH 2 jenis 72 ukuran 3 juga menjadi bagian dari sistem yang optimal untuk operasi sumur ini. Temuan ini memberikan kontribusi dalam optimasi produksi sumur minyak dengan sistem ESP yang lebih efisien, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam hal efisiensi pompa yang dapat ditingkatkan melalui penelitian lebih lanjut mengenai pemilihan konfigurasi pompa dan optimasi parameter operasional.

Bibliografi

- Adha, I. (2021). Reservoir di Lapangan Cipluk Kendal. *Jurnal*, 3(September), 39–50.
- Ariadji, T. (2016). *Esensi & fondasi perencanaan pengembangan lapangan (POD) migas* (Vol. I). Bandung: ITB.
- Brown, K. (1997). *The technology of artificial lift methods* (Vol. I). Oklahoma: PennWell Publishing Company.
- Diba, A. F., Mukmin, M. N., & Afifah, R. S. (2023). Analisa lumpur pemboran terhadap swelling clay pada sumur “X” Lapangan “Affikah”. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 1(1), 46–56. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v1i1.151>
- Fitrianti. (2017). Perencanaan pengangkatan buatan dengan sistem pemompaan berdasarkan data karakteristik reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*.
- Guo, A. G. (2007). *Petroleum production engineering*. USA: Elsevier Science & Technology Books.
- Haniru, P. A. (2016). *Optimasi produksi sumur "MA24" dengan perubahan artificial lift dari gas lift menjadi electrical submersible pump pada lapangan "SBL"*. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi.
- Malrin, E., Studi, P., Perminyakan, T., Tinggi, S., & Migas, T. (2022). Terhadap produksi reservoir multilayer. *Jurnal*, 4(September), 1–16.
- Miftahul Huda, A. M., & Sahara, A. (2021). Penentuan sumber gempa lokal berdasarkan waktu tiba gelombang P dan S: Studi kasus Lengan Utara Pulau Sulawesi. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 3(2), 29–38. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v3i2.68>
- Musnal, A. (2012). Perhitungan laju aliran fluida kritis untuk mempertahankan tekanan reservoir pada sumur Ratu di Lapangan Kinantan. *Journal of Earth Engineering*.
- Rubiandini, R. (2010). *Artificial lift*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ryka, H., Pratikno, F. A., & Battu, D. P. (2022). Aplikasi analytical hierarchy process (AHP) metode pairwise comparison untuk penentuan kawasan rawan banjir di Balikpapan Tengah. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 4(2), 42–50. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v4i2.103>
- Salfigo, R. F., Paiman, E. N., Studi, P., Perminyakan, T., Tinggi, S., & Migas, T. (2024). Prediksi pore pressure dan fracture gradient (PPFG) pada sumur HSN menggunakan pendekatan sumur RHN & FGO pada Lapangan Bunyu. *Jurnal*, 6(2), 1–10.
- Sari, D. A., & dkk. (2016). Re-design electric submersible pump pada PT Chevron Pacific Indonesia - Minas Pekanbaru. *Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 25–33.
- Widyanti, S. (2016). Evaluasi keberhasilan matrix acidizing dalam peningkatan produksi sumur Rama A-02 dan Rama A-03 pada Lapangan Rama-A. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*.
- Wiyono, J., & Migas, T. T. (2024). Evaluasi jebakan stratigrafi pada lapisan reservoir sandstone dengan menggunakan data pre stack dan post stack seismik 3D. *Jurnal*, 6(2), 53–59.