

DESAIN ULANG OPTIMASI ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR X LAPANGAN Y

Oleh :

Desi Kusrini¹⁾, Nurkhozin Adhi Nugroho²⁾, Karunia Indriani Panji³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Petroleum Balongan (ITPB)
email: Desiakamigas18@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 30 Maret 2024
Revisi, 1 April 2024
Diterima, 4 Mei 2024
Publish, 15 Mei 2024

Kata Kunci :

Artificial Lift,
Horse Power,
Head Capparecity.

ABSTRAK

PT. X Lapangan Y adalah perusahaan yang menyelenggarakan kegiatan usaha di sektor hulu bidang Minyak dan Gas Bumi yang meliputi Eksplorasi dan Eksploitasi. Seiring dengan berjalannya waktu sumur minyak akan mengalami masalah dalam penurunan produksinya. Masalah tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, berkurangnya cadangan di *reservoir*, menurunnya tenaga pendorong, kerusakan mekanis pada sumur atau peralatan bawah tanah seperti kebocoran *casing* atau pompa. Dari beberapa faktor tersebut dapat diketahui oleh kemampuan *artificial lift* pada metode *Electric Submersible Pump* (ESP). Dalam mendesain ada hal - hal yang harus di perhitungkan agar pompa dapat bekerja pada kapasitas yang optimal, yaitu *Head Capacity*, *Pump Efficiency*, *Head Capacity* menentukan *lift impeller* yang dapat menghasilkan semua tingkat aliran yang tersedia dan *Pump Efficiency* berguna pada saat pemilihan pompa yang baik dengan kriteria sumur yang ada karena setiap sumur memiliki karakteristik masing – masing. Metode yang digunakan dengan menghitung kembali pompa yang terpasang dengan pompa yang akan gunakan dilihat dari laju alir yang ada dan mengasumsikan laju alir. Setelah ditinjau kembali laju alir sebelumnya adalah 770 bfpd, evaluasi yang didapat dipompa terpasang D460N 60 Hz dan dipompa yang akan dipasang D800N 60 Hz memiliki jumlah *stages* 246 dan *horse power* sebesar 0,33 HP, PSD pada pompa terpasang 6214 ft sedangkan pada pompa redesain 5719 ft, TDH pada pompa sebelumnya sebesar 5905,179 sedangkan pada pompa redesain sebesar 5848,760, memiliki jumlah *stages* 254 dan memiliki *horse power* sebesar 0,24 HP. Evaluasi ini dilakukan untuk mengoptimalkan laju alir dengan menyesuaikan *operating range* pompa yang akan dipasang.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Nama: Desi Kusrini
Afiliasi: Institut Teknologi Petroleum Balongan (ITPB)
Email: Desiakamigas18@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Produksi minyak dari suatu sumur dapat dilakukan dengan dua cara, diantaranya dengan menggunakan Metode sembur alam (*Natural Flow Method*) dan metode pengangkatan buatan (*Artificial Lift*). Pada sumur sembur alam, tekanan reservoir mampu mengangkat fluida produksi dari dasar sumur sampai ke permukaan dan mengalirkannya sampai ke fasilitas proses. Sedangkan metode pengangkatan buatan digunakan apabila tekanan reservoir sudah

tidak mampu lagi mendorong fluida dari reservoir ke permukaan. Salah satu jenis pengangkatan buatan yang dapat dilakukan adalah *Electrical Submersible Pump* (ESP).

Pemilihan pompa ESP sebagai salah satu teknik pengangkatan buatan tentu saja berdasarkan pertimbangan teknis maupun ekonomis. Pompa ESP merupakan pompa *sentrifugal* bertingkat, dengan tiap tingkat terdiri dari *impeller* dan *diffuser*. Fluida yang masuk melalui *pump intake* akan bergerak menuju

tingkat pertama pompa. Putaran *impeller* tersebut akan memberikan gaya sentrifugal pada fluida dengan mempercepat pergerakannya, sehingga fluida tersebut akan memiliki energi lebih besar dari pada sebelumnya. *Diffuser* akan mengarahkan fluida untuk bergerak menuju *impeller* pada tingkat berikutnya dan proses tersebut akan terus berjalan sampai tingkat terakhir.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kuantitatif dan kualitatif dimana diperoleh data dari Lapangan kemudian dilakukan pengolahan data sehingga menjadi suatu kajian yang sesuai dengan bidang keahlian yang ada, atau melakukan pengamatan terhadap kerja suatu proses untuk dikaji sesuai dengan bidang keahlian yang dimiliki. Untuk mendukung kajian yang akan dilakukan, maka dapat dilakukan beberapa metode pelaksanaan, antara lain :

2.1 Pendahuluan

Dengan cara menelaah *literature-literature* yang berhubungan dan bersesuaian, baik *literature* dari perusahaan maupun dari luar perusahaan, wawancara dan observasi lapangan perusahaan.

2.2 Pengambilan Data

Data yang di butuhkan adalah data sumur, data pompa, serta data produksi. Data sumur yang dibutuhkan Kedalaman sumur, tekanan *reservoir*, *bottomhole temperature*, *tubing pressure*, *casing pressure*, *interval perforasi*. Data produksi yang dibutuhkan yaitu *Oil API*, *Qoil*, *Spesific Gravity*, *Water Cut*. Sedangkan data pompa yang dibutuhkan adalah *Pump Setting Depth*, jenis pompa, jumlah *stages*, dan frekuensi.

2.3 Pengolahan Data

Sebelum dilakukannya desain ulang pompa, perlu dilakukan perhitungan evaluasi pompa yang sebelumnya yaitu untuk mencari *Gradient fluida*, *pump intake pressure*, menghitung *inflow* (Pr, Pwf, PI, FAP minimum), menghitung *outflow*. Kemudian dilakukan perencanaan ulang serta pemilihan pompa yang akan dipasang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi *Electrical Submersible Pump* (ESP) pada sumur X dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara produktivitas formasi sumur, kajian terhadap kapasitas pompa yang sedang digunakan, dengan tujuan meningkatkan efisiensi pompa agar diperoleh laju produksi optimum yang sesuai dengan produktivitas formasinya.

a. Data Sumur X

Data ini meliputi data *reservoir* dan data konstruksi dari sumur X, sebagai berikut:

A. Data Reservoir

<i>Pressure Reservoir</i> (Pr)	: 2073	Psi
<i>Pressure well flowing</i> (Pwf)	: 742,98	Psi
<i>Bottom hole temperature</i>	: 260	°F
<i>Casing pressure</i>	: 148	Psi
<i>Tubing pressure</i>	: 119	psi

B. Data Produksi

Laju alir fluida	: 770	BFPD
<i>Water cut</i>	: 81.40	%
Laju alir minyak (<i>Q oil</i>)	: 279,36	BOPD
<i>Gas oil rasio</i>	: 556.59	bbl/scfd

C. Data Propertis Minyak

Oil specific gravity	: 0,87
Gas specific gravity	: 0,91
°API oil	: 30,9

D. Data konstruksi sumur

TVD	: 6819	ft
Perforasi	: 6950-6970	ft
Mid Perforasi	: 6960	ft

E. Data ESP Terpasang

Pump setting depth	: 6214	ft
Jenis pompa	: D 460	N
Jumlah stages	: 246	
Frekuensi	: 60	Hz

3.1 Penggambaran Kurva IPR Sumur X

Perencanaan ESP yang optimum membutuhkan laju alir yang optimum dan tekanan alir optimum. Untuk dapat menentukan laju alir optimum, diperlukan kurva *Inflow Performance Relationship* untuk mengetahui produktivitas formasi. Metode yang digunakan dalam perhitungan *Inflow Performance Relationship* Sumur X dan di dalam Penelitian ini adalah menggunakan metode *Vogel Saturated Oil*.

$$\frac{Q}{Q_{max}} = 1 - 0,2 \left[\frac{P_{wf}}{P_r} \right] - 0,8 \left[\frac{P_{wf}}{P_r} \right]^2$$

$$PI = \left[\frac{770}{2073 - 742,98} \right] = 0,578 \text{ b/d/psi}$$

Menghitung Q Max pada sumur X :

$$Q_{max} = \frac{Q}{1 - 0,2 \left[\frac{P_{wf}}{P_r} \right] - 0,8 \left[\frac{P_{wf}}{P_r} \right]^2}$$

$$Q_{max} = \frac{770}{1 - 0,2 \left[\frac{742,98}{2073} \right] - 0,8 \left[\frac{742,98}{2073} \right]^2}$$

$$= 932,71 \text{ BFPD}$$

Lakukan perhitungan yang sama pada Pwf asumsi dari 0 sampai nilai Ps.

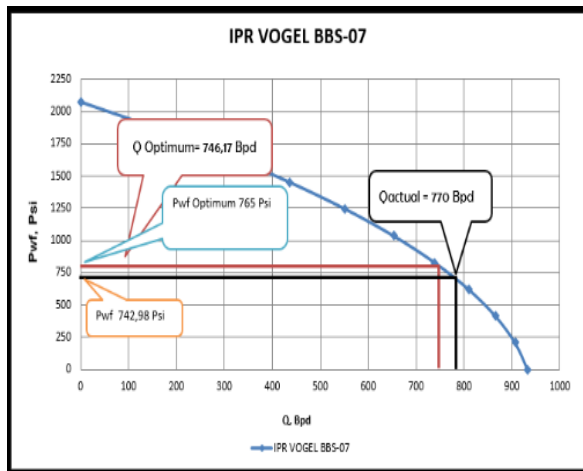
Tabel 3.1 Perhitungan IPR sumur X

Pwf (psi)	Q (Bfpd)
2073	0
1865,7	160,43
1658,4	305,93
1451,1	436,51
1243,8	552,16
1036,5	652,9
765	746,17
621,9	809,59
414,6	865,55
207,3	906,59
0	932,71

(Sumber : Pengolahan Data Penelitian Penulis)

Dapat disimpulkan pada Tabel 3.1 bahwa semakin besar tekanan alir dasar sumurnya (Pwf) maka akan semakin kecil laju alir produksi yang diperolehnya hingga 0, Setelah menghitung Laju alir

dari Pwf asumsi maka dengan menggunakan hasil perhitungan dapat dibuat kurva IPR sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kurva IPR Sumur X

Dari Gambar 3.1 diatas, dapat diketahui nilai Q optimum dari sumur X yaitu :

$$Q_{\text{optimum}} = 80\% \times Q_{t \text{ max}}$$

$$Q_{\text{optimum}} = 0,8 \times 932,71$$

$$Q_{\text{optimum}} = 746,17 \text{ bfpd}$$

Penentuan laju produksi yang diinginkan untuk optimasi adalah dengan menaikkan laju produksi menjadi 80% dari kemampuan produksi maksimum sumur. Perencanaan ulang laju produksi optimal ini dilakukan sesuai kurva inflow performance relationship. Dari Gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa laju produksi optimum yang dapat di produksikan oleh sumur adalah 746,17 bfpd pada tekanan pada tekanan optimum sebesar 765 Psi.

Tabel 3.2 Penentuan laju Alir optimum

Sumur	Qaktual, bfpd	Qmax, bfpd	Qopt, bfpd	Pwf Optimum, psi
X	770	932,71	746,17	765

Evaluasi Pompa pada sumur X

Perhitungan evaluasi ESP terpasang pada sumur X akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Gradien Fluida (Gf)

$$\gamma_{\text{Fluida Campuran}} = (\text{Water Cut} \times \gamma_w) + (\text{Oil Cut} \times \gamma_o)$$

$$= (0,814 \times 1,02) + (0,186 \times 0,87)$$

$$= 0,989$$

$$\text{Gradient Fluida (Gf)} = \gamma_{\text{Fluida Campuran}} \times 0,43 \text{ Psi/ft}$$

$$= 0,989 \times 0,433 \text{ Psi/ft}$$

$$= 0,428 \text{ Psi/ft}$$

2. Menghitung Pump Intake Pressure (PIP)

$$\text{PIP} = \text{Pwf} - (\text{Mid Perforasi} - \text{PSD}) \times \text{Gf}$$

$$= 742,98 - (6960 - 6214) \times 0,428$$

$$= 423,807 \text{ Psi}$$

3. Penentuan Total Dynamic Head (TDH)

$$\text{a. Fluid Over Pump} = \frac{\text{PIP}}{\text{GF}}$$

$$= \frac{423,807}{0,428} = 989,57 \text{ ft}$$

$$\text{b. Vertical Lift (Hd)} = \text{PSD} - \text{FOP}$$

$$= 6214 \text{ ft} - 989,57 \text{ ft}$$

$$= 5225,34 \text{ ft}$$

c. Friction Loss

Friction Loss adalah tahanan terhadap fluida yang mengalir didalam pipa serta turbulensi yang diakibatkan adanya pergesekan fluida dengan kekasaran permukaan dinding pipa agian dalam. Perhitungan friction loss yang dilakukan menggunakan persamaan Hazen-Williams.

Dimana C merupakan koefisien friction loss yang nilainya tergantung umur tubing. Tubing baru memiliki nilai C = 120.

$$\text{Friction loss} = \frac{92,083 \times \left(\frac{100}{c}\right)^{1,85} \times \left(\frac{Qt}{34,3}\right)^{1,85}}{ID^{4,8655}}$$

$$\text{Friction loss} = \frac{92,083 \times \left(\frac{100}{120}\right)^{1,85} \times \left(\frac{770}{34,3}\right)^{1,85}}{2,441^{4,8655}}$$

$$= 5,947/1000 \text{ ft}$$

d. Tubing Friction Loss (Hf)

$$= \frac{(\text{friction loss} \times \text{psd})}{1000 \text{ ft}}$$

$$= \frac{(5,947 \times 5719)}{1000 \text{ ft}} = \frac{34,013}{1000} \text{ ft}$$

e. Tubing Head (HT) =

$$= \frac{P_{\text{tubing}} \times 2,31}{SGF}$$

$$= \frac{(119 \times 2,31)}{0,428} = 641,855 \text{ ft}$$

f. Total Dynamic Head (TDH) = HD+HF+HT

$$= 5225,34 + 34,013 + 641,885 = 5905,179 \text{ ft}$$

Penentuan Efisiensi Pompa Volumetris

$$\text{Head Per stage (feet/Stage)} = \frac{\text{TDH}}{\text{Stage}}$$

$$= \frac{5905,179}{246} = 24 \frac{\text{ft}}{\text{stage}}$$

Berdasarkan Head per stage sebesar 24 ft/stage, maka dari Dari Lampiran 1 Pump Curve untuk tipe D 640 N, 60 Hz diperoleh harga laju fluida (Q_{teoritis}) sebesar 819,01 BFPD.

a. Menentukan % Efisiensi Pompa

Nilai efisiensi pompa dapat dilihat pada grafik pump performance curve untuk tipe pompa D460N. Dimana laju produksi aktual dapat ditarik ke atas untuk dipotongkan dengan kurva Pump Efficiency lalu didapatkan nilai efisiensi sebesar 40%.

b. Menentukan total horse power

Berdasarkan grafik pump performance curve nilai horse power 0,33 Hp. Untuk menentukan total horse power yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{THP} = \text{HP} \times \text{Jumlah Stages}$$

$$= 0,33 \times 264$$

$$= 81,18 \text{ Hp.}$$

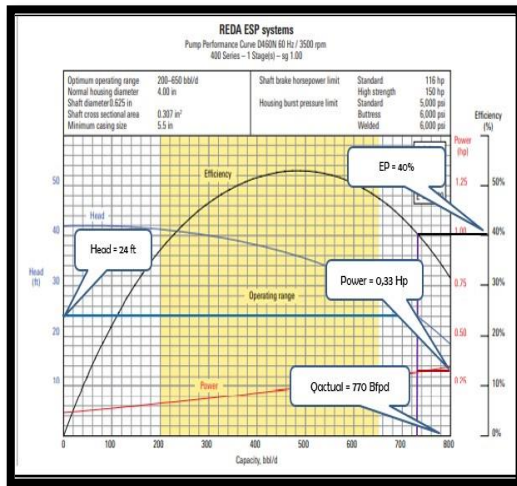
Tabel 3.3 Hasil evaluasi pompa pada sumur X

Pompa Terpasang	Freq, Hz	Jumlah Stages	Pwf, psi	PIP, Psi	TDH, Ft	Head/ St, ft	EP, %	EV, %
D460N	60	246	742,98	423,807	5905,179	24	40	94

Pada perhitungan Efficiency pump di tabel 3.2, dapat dilihat bahwa sumur x memiliki efficiency pompa sebesar 40 % dimana angka tersebut dapat di optimalkan lagi. Efisiensi volumetric 94% dihitung hanya sebagai pembandingan laju produksi actual

dengan teoritis berdasarkan *head/stages*-nya, dan tidak digunakan sebagai acuan.

Selain menentukan efisiensi, hal terpenting yang harus dilakukan adalah evaluasi kondisi pompa berdasarkan laju produksinya. laju produksi harus berada di dalam *operating range* pompa terpasang.



Gambar 3.2 *Pump Performance Curve*
(Sumber : Pengolahan Data Penelitian Penulis)

Berdasarkan Gambar 4.3 pada pompa terpasang D460N 60Hz, batas nilai *recommended operating range* adalah 200 BPD hingga 660 BPD. *Pump performance curve* yang digunakan adalah pada frekuensi 60Hz. Evaluasi kondisi laju aktual dan laju optimum produksi terhadap *operating range* ESP pada Sumur X dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kondisi Pompa ESP pada Sumur X

Laju Produksi	Qt, bfpd	Tipe	ROR Min, bfpd	ROR Max, bfpd	Keterangan
		ESP			
Aktual	770	D460 N	200	660	Terpasang (Upthrust)
Optimum	746,17	D460 N	200	660	Upthrust

(Sumber : Pengolahan Data Penelitian Penulis)

Berdasarkan Tabel 3.4 hasil evaluasi ESP terpasang pada Sumur X, dapat diketahui bahwa laju produksi aktual sebesar 770 bfpd. *Rate* tersebut berada di atas *operating range* pompa D460N 60Hz (200-660 BFPD) sehingga tidak mencakup laju yang diinginkan, maka apabila pompa tersebut tetap digunakan akan terjadi *Upthrust*. Dilihat dari hal tersebut maka pompa bekerja pada kondisi *Upthrust* dimana *impeller* bagian bawah bersinggungan dengan *diffuser* sehingga merusak *impeller*. Idealnya pada kondisi *operating range*, dimana *impeller* akan berputar di tengah-tengah *diffuser*.

Laju produksi optimal yang diinginkan adalah sebesar 80% dari laju produksi maksimumnya, yaitu 746,17 BFPD. Pompa yang terpasang dengan tipe D460N 60 Hz dengan kapasitas laju alir fluida produksi antara 200-660 BFPD melebihi *rate* yang diinginkan, maka apabila pompa tersebut tetap digunakan, maka akan terjadi *upthrust*, yaitu gerakan *impeller* mendesak keatas (*washer*) yang

menyebabkan kerusakan pada pompa. Untuk memenuhi standar, maka pompa tersebut harus diganti sesuai dengan laju produksi yang diinginkan.

Berdasarkan analisa diatas pompa yang terpasang di sumur X tidak dapat terus dipakai. Selanjutnya langkah berikutnya dilakukan analisa perencanaan ulang pompa guna mendapatkan *setting* pompa baru sebagai pompa desain yang sesuai dengan produktifitas formasi, dan *operating rate* pompa sehingga berproduksi secara optimum.

3.2 Perencanaan Desain Ulang Pompa *Electric Submersible Pump (ESP)*

Dalam perencanaan ulang pompa *Electrical Submersible Pump*, perlu di ketahui dasar apa yang menjadi alasan kenapa di lakukan perencanaan ulang pompa tersebut, Pada sumur X, Terpasang Pompa REDA D460N, 246 stage, 0,33 HP, 60Hz, PSD 6214 ft 6819 TVD. Alasan dilakukannya Perencanaan ulang adalah:

1. Untuk memperoleh laju produksi yang optimum sesuai kemampuan produktivitas sumur.
2. Pada pompa X bekerja tidak sesuai dengan *Recommended Operating Range*, dimana pompa bekerja pada kondisi *upthrust*, serta laju alir pompa pada saat ini tidak berada pada titik optimum berdasarkan grafik IPR, sehingga sumur X. diperlukan perencanaan ulang terhadap pompa terpasang baik dari frekuensi, jumlah *stage* maupun dari PSD-nya.

Berdasarkan hasil evaluasi, sumur ini mempunyai laju produksi aktual berada diatas *recommended operating range*, sedangkan pada laju optimumnya perlu dilakukan perencanaan ulang pompa, dengan langkah:

- a. Pemilihan tipe pompa yang optimum.
- b. Penentuan *pump setting depth* optimum dengan uji sensitivitas.
- c. Penentuan jumlah *stages* pompa berdasarkan *Total Dynamic Head*.

Pemilihan tipe pompa yang optimum

Laju produksi yang diinginkan harus disesuaikan dengan laju produksi *recommended operating range* tertentu yang dapat dilihat pada *pump performance curve* pada masing-masing tipe pompa. Dengan menggunakan pompa yang optimum, diharapkan tidak terjadi masalah *downthrust* dan *upthrust*. Pemilihan tipe pompa berdasarkan REDA *Pump* dapat dilihat pada berikut.

Tabel 3.5 Pemilihan Tipe Pompa

TABEL PEMILIHAN POMPA ESP REDESIGN						
Qtarget (Optimum), bfpd	Series	Tipe	Min Casing Size	ROR Min, bfpd	ROR Max, bfpd	Keterangan
746,17	400	D460N	5 1/2	200	660	Tidak Cocok (Upthrust)
746,17	400	D800N	5 1/2	400	950	Cocok (Optimasi)
746,17	400	D1050N	5 1/2	300	1600	Cocok (Optimasi)

(Sumber: REDA *Pump*.2020)

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, tipe pompa yang dipilih berdasarkan laju produksi optimum adalah tipe D800N dengan *base freq* 60Hz, dimana

recommended operating range nya berkisar antara 400 BFPD – 950BFPD.

Penentuan *Pump Setting Depth* dilakukan untuk menentukan kedalaman dari pompa, yang mana dilakukan uji sensitivitas agar mengetahui kadar gas yang akan ikut terproduksi oleh pompa. Adapun langkah-langkah perhitungannya pada Sumur X adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *Working Fluid Level* (WFL)

$$WFL = \text{Depth mid perf} - \frac{Pwf \text{ desain}}{GF}$$

$$= 6960 - \frac{765}{0,428} = 5173,921 \text{ ft}$$

2. Perhitungan PSD Minimum dan PSD Optimum

$$PSD \text{ min} = WFL + \frac{Pc}{GF} = 5172,617 + \frac{148}{0,428}$$

$$= 5519,494 \text{ ft}$$

$$PSD \text{ Max} = \text{Depth mid perfo} - \frac{Pc}{GF}$$

$$= 6960 - \frac{148}{0,428}$$

$$= 6614,587 \text{ ft}$$

3. Menentukan PSD Optimum

Nilai PSD optimum antara 6114,907 ft – 6614,587 ft. *Pump Setting Depth* (PSD) optimum menandakan bahwa pompa yang digunakan dapat menghisap fluida dari dalam sumur dengan efisien yang optimal. $PSD_{opt} = PSD + 200 = 5519+200 = 5719 \text{ ft}$

4. Perhitungan *Pump Intake Pressure*.

PSD Optimum 5719 ft. Maka PIP dihitung dengan :

$$PIP = Pwf_{optimum} - (D_{mid \text{ Perfo}} - PSD_{opt}) \times SGf$$

$$= 765 - (6960 - 5719) \times 0,428 = 233,655 \text{ Psi}$$

Penentuan Total Dynamic Head (TDH)

- a. Fluid Over Pump
- b. Vertical Lift (Hd)
- c. Friction Loss
- d. Tubing Friction Loss (HF)
- e. Tubing Head
- f. Total Dynamic Head

Perhitungan Jumlah Stages dan Efisiensi Pompa

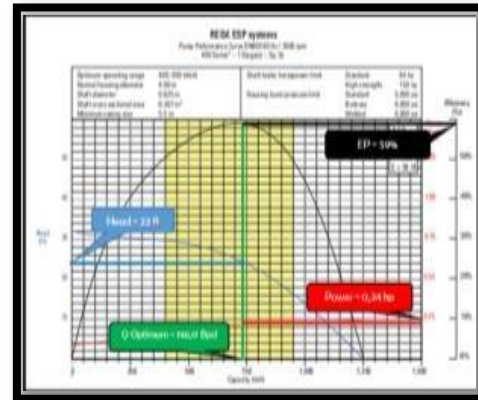
Pada pemasangan pompa D1050N didapat jumlah *stage* 294 *stages* sedangkan untuk menentukan *head per stage*, (ft/*stage*) Jumlah *stage* hasil redesain di tetapkan sebanyak 155 *stages*. dengan persamaan dibawah ini.

$$a. \text{Head Per stage (feet/Stage)} = \frac{TDH}{\text{Stage}}$$

$$= \frac{5848,760}{254} = 23 \text{ ft/stage}$$

- b. Menentukan efisiensi pompa (%EP)

Nilai efisiensi pompa dapat dilihat pada grafik *pump performance curve* untuk tipe pompa D460N. Dimana laju produksi aktual dapat ditarik ke atas untuk dipotongkan dengan kurva *Pump Efficiency* lalu didapatkan nilai efisiensi sebesar 59%.



Gambar 3.3 *Pump Performance Curve*
(Sumber : Pengolahan Data Penelitian Penulis)

- c. Menentukan total *horse power*

Berdasarkan grafik *pump performance curve* nilai *horse power* 0,24 Hp. Untuk menentukan total *horse power* yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$THP = HP \times \text{Jumlah Stages} = 0,24 \times 245 = 61,03 \text{ Hp.}$$

Pembahasan

Evaluasi Electrical Submesible Pump Yang Terpasang

Pada sumur X terpasang pompa REDA D460N, 194 stage, 0,33HP, dan PSD 6214 ft dengan produksi 770 BFPD. Berdasarkan hasil evaluasi ESP terpasang pada Sumur X, dapat diketahui bahwa laju produksi aktual sebesar 770 bfpd. *Rate* tersebut berada di atas *operating range* pompa D460N 60Hz (200-660 BFPD). Dilihat dari hal tersebut maka pompa bekerja pada kondisi *Upthrust* dimana *impeller* bagian bawah bersinggungan dengan *diffuser* sehingga merusak *impeller*. Idealnya pada kondisi *operating range*, dimana *impeller* akan berputar di tengah-tengah *diffuser*.

Laju produksi optimal yang diinginkan adalah sebesar 80% dari laju produksi maksimumnya, yaitu 931,71 BFPD. Pompa yang terpasang dengan tipe D460N 60 Hz dengan kapasitas laju alir fluida produksi antara 200-660 BFPD melebihi *rate* yang diinginkan, maka apabila pompa tersebut tetap digunakan, maka akan terjadi *upthrust*, yaitu gerakan *impeller* mendesak keatas (*washer*) yang menyebabkan kerusakan pada pompa. Untuk memenuhi standar, maka pompa tersebut harus diganti sesuai dengan laju produksi yang diinginkan. Berdasarkan analisa diatas pompa yang terpasang di sumur X tidak dapat terus dipakai. Selajutnya langkah berikutnya dilakukan analisa perencanaan ulang pompa guna mendapatkan *setting* pompa baru sebagai pompa desain yang sesuai dengan produktifitas formasi, dan *operating rate* pompa sehingga berproduksi secara optimum.

Hasil Perencanaan Ulang *Electrical Submersible Pump*

Berdasarkan hasil perencanaan ulang *electric submersible pump* diatas diperoleh tekanan dasar alir sumur optimum sebesar 765 psi dengan *pump intake pressure* sebesar 233,655 Psi. Sedangkan untuk *total dynamic head* yang optimum untuk pompa dapat beroperasi dengan baik sebesar 5848,760 ft dengan *head/stages* sebesar 23 *stage/ft*.

Dari hasil perhitungan perencanaan ulang tersebut didapat laju alir sebesar 746,17 bfpd dengan penurunan laju alir fluida produksi sebesar 23,83 bfpd terhadap laju alir *actual*. Sehingga dapat dilihat pada grafik *pump performance curve* untuk tipe pompa D800N. Dimana laju produksi optimum dapat ditarik ke atas untuk dipotongkan dengan kurva *Pump Efficiency* lalu didapatkan nilai efisiensi sebesar 59%.

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Perencanaan Ulang Pompa ESP

Sumur	Qact, bfpd	Qmax, bfpd	Q opt, bfpd	Penurunan rate, bfpd
X	770	931,71	746,17	23,83

Tabel 3.7 Perubahan Laju Perencanaan Ulang Pompa ESP

Pompa	Freq.	Stages	Pwf,	PIP,	TDH,	Head/	EP, %
	Hz		psi	Psi	Ft	St, ft	
D800N	60	254	765	233,655	5848,760	23	59

Tabel 3.8 Perbandingan sebelum dan sesudah Desain Ulang ESP

Parameter	Terpasang	Optimasi
Qt, bfpd	770	746,166
Qo, bopd	279,36	138,787
Pwf, psi	742,98	765
PIP, psi	423,807	233,655
DFL, ft	6050,12	5173,921
PSD, ft	6214,907	5719,494
TDH, ft	5905,179	5848,760
Pompa	D460N	D800N
Frekuensi, Hz	60	60
Head/St, ft	24,005	23,00
Stages	246	254
Eff (%)	40%	59%

(Sumber : Pengolahan Data Penelitian Penulis)

4. KESIMPULAN

Dari Hasil Penelitian ini, penulis menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan nilai IPR yang didapatkan, proses yang pertama harus dilakukan adalah menghitung nilai PI, Q_{tmax}, kemudian menghitung Q_{target} beserta p_{wf} targetnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk evaluasi pompa ESP terpasang dengan melakukan perhitungan Gradient Fluida, Selanjutnya penentuan PSD optimum yang dilanjutkan dengan perhitungan PIP, kemudian penentuan kedalaman dari WFL. Dilanjutkan

perhitungan TDH, lalu pemilihan pompa beserta penentuan frekuensi pompa, *head/stages*, efisiensi pompa, total HP, dan jumlah *stages*.

2. Berdasarkan hasil perencanaan ulang pompa yang di telah dilakukan pada sumur X, maka pompa yang digunakan yaitu diganti dengan seri pompa D800N dengan frekuensi 60 Hz. Kemudian untuk jumlah *stages* yang dibutuhkan setelah dilakukannya perencanaan ulang sebanyak 254 *stages* yang sebelumnya sebanyak 246 *stages*. Selanjutnya posisi *pump setting depth* berubah dari yang sebelumnya pada kedalaman 6214 ft menjadi 5719 ft. efisiensi pompa yang didapatkan sebesar 59% dengan cara melihat grafik *pump curve performance* sesuai dengan pompa yang digunakan.

Total dynamic Head yang didapatkan yaitu sebesar 5848 ft dari yang sebelumnya sebesar 5905 ft. hp motor yang didapatkan berdasarkan grafik *pump curve performance* yaitu sebesar 0,24 Hp yang sebelumnya yaitu menggunakan 0,33 Hp. Dan laju alir produksi yang didesain yaitu sebesar 746,17 Bpd yang merupakan kondisi optimum, dari laju produksi sebelumnya.

Pompa yang akan digunakan yaitu menggunakan *type* pompa D800N series 400 dengan Frekuensi 60 Hz yang digantikan dengan pompa yang sebelumnya menggunakan pompa D460N dengan frekuensi 60 Hz.

5. REFERENSI

- Bradley B. Howard, 1987 *Electric Submersible Pump. Petroleum Engineering Handbook*;
- Brown, Kernit E.1980.*The Technology of Artificial Lift Method*.The University of Tulsa : United States ;
- Clegg, J.D., Bucaram, S.M. and Hein, N.W., *New Recommendations and Comparisons for Artificial Lift Method Selection*, SPE24834;
- REDA Schlumberger, 1999 *Speed Star 2000 Manual Operation Variable Speed Drive*, REDA;
- Siswanto, Fariz. 2016. *Evaluasi electric submersible pump pada sumur mudi a-1 job pertamina-petrochina east java*; Cepu.
- Takacs,Gabor.1947.*Electric Submersible Pump Manual*.Gulp Equipment Guides; Abu Dhabi;
- Triyono,Jaswadi,Y.Widodo.,2015. *Electric Submersible Pump Peralatan*. PT PERTAMINA EP:Jakarta;