

---

---

## Perencanaan Penggunaan Electrical Submersible Pump Pada Sumur "AM"

Anastasyah Maulidiah<sup>1</sup>, Engeline Malrin<sup>2</sup>, Mirza<sup>3</sup>, Yudiaryono<sup>4</sup>, Esterina Natalia Paindan<sup>5</sup>, Agista Ayu Ramadhani<sup>6</sup>, Pratama Bagus Restu.S<sup>7</sup>

<sup>1234567</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Migas; Indonesia  
correspondence : Anastasyah321@gmail.com

Submitted: Revised: 2022/10/01; Accepted: 2022/10/21; Published: 2022/11/23

---

### Abstract

"AM" wells are wells that no longer have the ability to produce fluid on their own. So it requires the utilization of artificial lift. The artificial lift process it self aims to increase fluid pressure so that it can flow to the surface. The production process for this well has been carried out by natural flow with a production of 593 BFPD. After several years of production, the reservoir pressure will decrease and the ability to lift the fluid will also decrease. If the pressure drop experienced by the reservoir is very large, the reservoir can no longer produce oil to the surface. But referring to the capability of the well, the production of this well can still be increased by using an Electric Submersible Pump (ESP) type artificial lift. Based on the desain method carried out is to plan the design of the artificial lift Electric Submersible Pump (ESP) using manual calculations.

---

### Keywords

Electrical Submersible Pump, Planning, Use, "AM" Well



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

---

## INTRODUCTION

Teknik pengangkatan fluida dari reservoir ke permukaan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui aliran alami (natural flow) dan melalui penggunaan pompa (*artificial lift*)<sup>1</sup>. Semburan alam adalah kemampuan alam untuk memanfaatkan tekanan reservoir untuk mendorong fluida dari bawah permukaan ke permukaan tanpa menggunakan alat bantu, sedangkan pengangkatan buatan adalah upaya untuk membantu mengangkat fluida dari sumur produksi ke permukaan dengan memberikan energi mekanik dari luar atau digunakan ketika tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi mengangkat hidrokarbon secara alami<sup>2</sup>. Terproduksinya minyak pada suatu sumur tidak lepas dengan adanya penurunan tekanan reservoir sehingga seiring dengan berjalannya waktu maka akan terjadi pengurangan tekanan sehingga terjadi ketidakmampuan

---

<sup>1</sup> Muslim Abdurrahman, "Analisis Potensi Hidrokarbon Dan Perhitungan Cadangan Oil Current Lapisan M1 Dan M2 Pada Formasi W Sumur AP#1 Lapangan Lirik," *Jurnal Mineral, Energi Dan Lingkungan* 2, no. 1 (2018): 38, <https://doi.org/10.31315/jmel.v2i1.2215>.

<sup>2</sup> Ikhwannur Adha, "RESERVOIR DI LAPANGAN CIPLUK KENDAL" 3, no. September (2021): 39–50.

sumur untuk diproduksi sehingga membutuhkan instalasi pengangkat buatan (*artificial lift*). Dalam situasi seperti ini, pengangkatan buatan harus digunakan untuk mengubah metode produksi sumur semburan alami (Batuan et al., n.d.). *Artificial Lift* merupakan pengangkat buatan berupa pompa yang digunakan ketika tekanan alami yang ada pada reservoir sudah tidak mampu lagi mengangkat hidrokarbon<sup>3</sup>. Secara umum artificial lift terbagi menjadi beberapa jenis yaitu *Sucker Rod Pump* (SRP), *Electric Submersible Pump* (ESP), *Progressive Cavity Pump* (PCP), *Gas Lift*, dan *Jet Pump*<sup>4</sup>. Pada sumur yang diteliti berada pada lapangan *offshore* yang berada di Balikpapan, Kalimantan Timur. Sumur AM sebelumnya yaitu sumur yang berproduksi secara natural flow, berdasarkan uji sumur yang dilakukan sumur AM dengan total kedalaman 6,240 MD/5,825 TVD dan di perforasi pada kedalaman 5,178 ft – 5,780 ft, mampu menghasilkan 593 bfpd (72-152-4-PB, n.d.).

## METHOD

Teknik Produksi merupakan teknik mengangkat fluida reservoir secara optimal dari bawah permukaan ke atas permukaan<sup>5</sup>. Optimasi produksi bertujuan untuk mengoptimalkan produksi minyak dan gas secara teknik<sup>6</sup>. Optimasi produksi dapat dilihat sebagai kesetimbangan antara kemampuan dasar fluida dalam mengalirkan fluida dari bawah sumur ke permukaan atau tingkat laju produksi dengan batasan-batasan kondisi sumur dan fasilitas di permukaan. Langkah awal yang perlu dipahami dalam optimasi produksi pada lapangan tertentu adalah dengan terlebih dahulu mengenal fungsi alat-alat beserta fungsi tiap rangkaian sistem produksi yang akan atau sudah terpasang pada fasilitas permukaan (*surface*) dan bawah permukaan (*subsurface*) sebagai rangkaian sistem produksi fluida gas dan minyak dari reservoir menuju permukaan.

## RESULTS AND DISCUSSION

Peralatan di bawah permukaan pada pompa benam listrik terdiri dari motor, seal section, intake, pompa, pressure sensing instrumen, check valve, bleeder valve dan kabel.

### 1. Motor Listrik

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga untuk menggerakkan pompa dimana jenis motor ESP motor induksi dua kutub tiga fasa yang diisi pelumas khusus yang memiliki kekuatan dielektrik tinggi. Tenaga listrik motor dialirkan dari permukaan kabel sebagai penghantar ke motor. Kecepatan putaran motor adalah 3400 RPM-3600 RPM, tergantung dari frekuensi yang

---

<sup>3</sup> Sekolah Tinggi and Teknologi Migas, "KOMBINASI ANALISA DATA SUMUR, INVERSI SEISMIC DAN AMPLITUDE VERSUS OFFSET UNTUK KARAKTERISASI RESERVOAR PADA LAPANGAN B-1, SUB CEKUNGAN PALEMBANG SELATAN" 6, no. 2 (2024): 60–71.

<sup>4</sup> Khairun Nisa, "Studi Pola Dispersi Emisi Gas So<sub>2</sub> Dari Cerobong Kilang Pt Pertamina (Persero) Ru V Balikpapan," *PETROGAS: Journal of Energy and Technology* 5, no. 1 (2023): 1–17, <https://doi.org/10.58267/petrogas.v5i1.144>.

<sup>5</sup> (Salfigo, 2024)

<sup>6</sup> (Johanis, 2024)

diberikan dan beban yang diberikan oleh pompa saat mengangkat fluida.

Secara garis besar motor ESP sama seperti motor lainnya mempunyai dua bagian utama yaitu:

a. Rotor (Bagian berputar)

b. Stator (Bagian diam)

Rotor menerima energi listrik dari stator dan menggunakan energi tersebut untuk berputar. Dengan memutar rotor, poros tengah juga akan berputar, sehingga poros yang saling terhubung juga akan berputar (poros pompa, saluran masuk udara juga pelindung). Untuk jenis motor induksi biasanya terdapat perputaran medan magnet yang disebut "kecepatan sinkron." Jika tidak terdapat faktor kehilangan atau internal motor losses akibat beban dan gesekan poros, itu adalah perputaran medan magnet atau putaran motor. Rotasi motor biasanya tertera pada plat nama pabrikan, contoh: 3500 RPM / 60 Hz. Panas yang dihasilkan oleh putaran rotor akan dipindahkan ke rumah motor melalui media oli, dan kemudian dibawa ke permukaan oleh fluida sumur. Fungsi minyak adalah :

1. Sebagai pelumas
2. Sebagai tahanan (isolasi).

Dalam melakukan desain electrical submersible pump pada sumur AM, data yang digunakan yaitu laju produksi 593 bfpd, dengan kedalaman sumur 6240 ft, GOR (Gas Oil Ratio) 1318 scf/stb, top perforation 5178 ft dan bottom perforation 5780 ft, reservoir pressure 2365,7 psia, wellhead pressure 150 psi, outside diameter casing 7 inch, inside diameter casing 6,9 inch, dan water cut 78%. Dari data yang telah di atas didapatkan nilai Q maksimum melalui perhitungan dengan menggunakan wiggins sebesar 1128,49 bfpd, dengan masing-masing Q maksimum untuk oil dan water sebesar 627,66 bopd dan 500,83 bwpd.

Setelah mencari Q maksimum kemudian menentukan nilai untuk Q desain, sebelum mencari Q desain perlu diketahui terlebih dahulu Q kritis dengan mengambil  $\frac{3}{4}$  dari nilai Q maksimum, dan didapatkan nilai Q kritis 846,37 bfpd. Penentuan Q desain tidak boleh diambil lebih dari Q kritis karena apabila melakukan produksi di atas laju alir kritis dapat menyebabkan masalah produksi yaitu penggerusan sehingga terjadi kepasiran. Sehingga nilai Q target di ambil dibawah Q kritis yaitu 840 bfpd.

Untuk penyetelan pemasangan pompa atau pump setting depth (PSD) dilakukan dengan perhitungan dan didapatkan hasil 4986 ft.

Setelah mendapatkan nilai pump setting depth, maka perlu diketahui terlebih dahulu nilai dari perbedaan kedalaman terhadap perbedaan tekanan, nilai masing-masing untuk perbedaan

kedalaman didapatkan sebesar 192 ft dan untuk perbedaan tekanan didapatkan sebesar 150 psi.

Setelah mendapatkan dua nilai tersebut maka dapat dihitung pump intake pressure-nya secara manual dan kemudian didapatkan nilai 650 psi. Setelah itu mencari nilai dari total dynamic head (TDH). Sebelum mencari nilai dari TDH maka terlebih dahulu perlu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai dari fluid over pump (FOP), vertical lift (HD), friction loss, tubing friction loss (HF), dan tubing head (HT). nilai-nilai untuk mencari TDH didapat dengan cara menghitung manual dan didapatkan nilai fluid over pump sebesar 834 ft, vertical lift sebesar 4152 ft, friction loss sebesar 3 ft/ 1000 ft, friction loss tubing sebesar 15 ft, dan tubing head sebesar 192 ft. Kemudian didapatkan nilai untuk perhitungan total dynamic head dengan menjumlahkan nilai dari vertical lift, fraction loss tubing, serta tubing head dan didapatkan nilai dari total dynamic head (TDH) sebesar 4360 ft.

Setelah didapatkan nilai dari total dynamic head, penulis kemudian melakukan pemilihan jenis pompa untuk sumur AM dilapangan Tinker. Untuk pemilihan pompa sendiri penulis menggunakan pompa jenis REDA D1050N dari catalog schlumberger, pemilihan pompa ini didasarkan dari nilai Q desain yang didapat melalui perhitungan yaitu sebesar 840 bfpd dan masuk kedalam optimumkoperation range dari pompa REDA D1050N. pada pump aini nilai frekuensi yang digunakan oleh penulis didapatkan nilai 60 hz. Dari pump performance curve yang digunakan oleh penulis didapatkan nilai dari head capacity per 1 stagenya sebesar 29 ft/stage. Setelah itu kemudian dihitung jumlah stagenya dan didapat nilai sebesar 150 stages.

Kemudian setelah menentukan pompa untuk desain pengangkat buatan kemudian penulis melakukan pemilihan motor berdasarkan dari catalog schlumberger dari table 375 series motor. Dalam hal ini dibutuhkan tenaga yang lebih besar dari horse power (HP) yang telah dihitung melalui perhitungan total tenaga yang dibutuhkan motor (BHP). Untuk tenaganya dapat dilihat dari pumpkperformance curve dan didapatkan nilai HP per 1 stage sebesar 0.03 HP per 1 stage. Setelah itu dikalikan dengan jumlah stage yang terpasang pada perhitungan sebelumnya dengan nilai 150 stages dan dikalikan dengan nilai HP dan kemudian didapatkan nilai BHP sebesar 5 HP. Dikarenakan keharusan dari nilai pemilihan motor harus lebih besar dari tenaga yang dibutuhkan dari nilai BHP yang didapatkan, maka dipilihlah motor dengan tenaga sebesar 14,3 HP dengan tegangan motor sebesar 386 V dan ampere motor sebesar 27,1 A.

## CONCLUSION

Dari hasil analisis perhitungan untuk perencanaan pengangkat buatan pada sumur AM dengan menggunakan Electric Submersible Pump (ESP) dalam upaya mengoptimalkan produksi maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan kurva IPR didapatkan nilai laju alir maksimum sebesar 1128,49 bfpd dengan nilai masing-masing laju alir maksimal oil dan laju alir maksimal water sebesar 627,66 bopd dan 500,83 bwpd.

$$\begin{aligned}
 Q_{w\max} &= \frac{Q_w}{1 - 0,72 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right) - \left( 0,28 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right)^2 \right)} \\
 &= \frac{462,54}{1 - 0,72 \left( \frac{251,23}{2365,7} \right) - \left( 0,28 \left( \frac{251,23}{2365,7} \right)^2 \right)} \\
 &= \mathbf{500,83 \text{ bwpd}} \\
 Q_{o\max} &= \frac{Q_o}{1 - 0,52 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right) - \left( 0,48 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right)^2 \right)} \\
 &= \frac{130,46}{1 - 0,52 \left( \frac{251,23}{2365,7} \right) - \left( 0,48 \left( \frac{251,23}{2365,7} \right)^2 \right)} \\
 &= \mathbf{627,66 \text{ bopd}} \\
 Q_{t\max} &= Q_{w\max} + Q_{o\max} \\
 &= 500,83 \text{ bwpd} + 627,66 \text{ bopd} \\
 &= \mathbf{1128,49 \text{ bfpd}}
 \end{aligned}$$

2. Laju alir yang ditargetkan yg diasumsikan pada sumur AM diambil sebesar 3/4 dari laju alir maksimum fluida dan dari laju alir maksimum tersebut didapatkan laju alir target sebesar 840 k bpd.

Pwf (psi)	Qo (Bopd)	Qw (Bwpd)	Qt (Bfpd)
2365.7	0	0	0
2265.7	38.73	26.85	65.58
2165.7	76.38	53.19	129.57
2065.7	112.95	79.04	191.99
1965.7	148.45	104.38	252.84
1865.7	182.88	129.23	312.10
1765.7	216.22	153.57	369.79
1665.7	248.49	177.41	425.90
1565.7	279.68	200.75	480.43
1465.7	309.80	223.59	533.38
1365.7	338.83	245.93	584.76
1265.7	366.80	267.76	634.56
1165.7	393.68	289.10	682.78
1065.7	419.49	309.93	729.42
965.7	444.22	330.26	774.49
865.7	467.88	350.10	817.97
765.7	490.46	369.43	859.88
665.7	511.96	388.26	900.21
565.7	532.38	406.58	938.97
465.7	551.73	424.41	976.14
365.7	570.00	441.74	1011.74
265.7	587.20	458.56	1045.76
165.7	603.32	474.89	1078.20
65.7	618.36	490.71	1109.07
0	627.66	500.83	1128.49

3. Berdasarkan dari hasil perencanaan desain ulang pompa didapatkan pump setting depth sebesar 4986 ft, pump intake pressure sebesar 650 psi, sehingga didapatkan total dynamic head sebesar 4360 ft, dari hasil tersebut didapatkan pilihan pompa jenis REDA D1050N dengan jumlah stage yang terpasang sebesar 150 stage, lalu dipilih jenis motor 375 series motor dengan spesifikasi 60 Hz, 14,3 HP, 386 V dan 27,1 A.

## REFERENCES

- Ahmed, T., (2000). "Reservoir Engineering Handbook", Second Edition, Gulf Publishing Company, Houston Texas.
- Ariadji, T. 2016. "Esensi & Fondasi Pencanaan Pengembangan Lapangan POD (Plan of Development)". ITB. Bandung.
- Brown, Kermit E. 1980. "The Technology of Artificial Lift Methods Volume Iia". PennWell Publishing CV Company. Tulsa, Oklahoma.
- Brown, Kermit E. 1982. "The Technology of Artificial Lift Methods Volume Iib". PennWell Publishing CV Company. Tulsa, Oklahoma.
- Centrilift-Hughes, Inc. 1998. "Oilfield Centrilift-Hughes Submersible Pump Handbook". Claremore, Oklahoma.
- Guo B., Lyons W. C., Ghalambor A. 2017. "Petroleum Production Engineering: A Computer-assited Approach". Gulf Professional Publishing. US. Ibrahim, Arya A. 2016. "Perencanaan dan Optimasi Pemasangan Electric Submersible Pump pada Sumur AR, Sumur AH, dan IB". Universitas Trisakti. Jakarta.
- Martingano, A. 2013. "Artificial Lift Screening and Selection Master Class". Sinergy. USA.
- Nugroho, Eko. 2022. "Evaluasi Pemilihan Electric Submersible Pump (ESP) untuk Menggantikan Gas Lift (GL) Di Sumur X Lapangan Offshore Y". Jurnal Bhara Petro Energi.
- Prosper, E. 2010. "PROSPER Guide Book". Petroleum Expert Limited. Houston Schlumberger. 2020. "Artificial Lift: REDA Electric Submersible Pump Systems Technology Catalog". West Sam Houston Parkway North Houston, Texas. Suryadi, Didik. 2021 . "Analisis Perancangan Design Electric Submersible Pump Kawasan Timur Lapangan PS Pada Sumur G". Universitas Islam Riau.

- Budiwan, Jauhan, Furqon Hidayatulloh, and Asrowi Yusuf, Munawir. "The Profile of the Public Junior High School Students ' Character Values in Ponorogo." *Proceeding Iconsme* 5, no. x (2018): 243.
- Dewey, John. *Education and Democracy and Introduction to the Philoshopy of Education*. Iskandariyah: Library of alexsandria, 2010.
- Meidawati Suswandari. *Sosiologi Pendidikan*. Semarang: UPGRI, 2016.
- Montessori, Maria. *Absorbent Mind*. London: Kazi Publication Inc, 1949.
- Nasr, Seyyed Hossein. *Islamic Philosophy from Its Origin to the Present*. New York: State University of New York Press, 2006.
- SAYYED HOSSEIN NASR. *THE ISLAMIC INTELECTUAL TRADITION IN PERSIA*. New York: Curzon Press, 1996.
- Abdurrahman, Muslim. "Analisis Potensi Hidrokarbon Dan Perhitungan Cadanagan Oil Current Lapisan M1 Dan M2 Pada Formasi W Sumur AP#1 Lapangan Lirik." *Jurnal Mineral, Energi Dan Lingkungan* 2, no. 1 (2018): 38. <https://doi.org/10.31315/jmel.v2i1.2215>.
- Adha, Ikhwannur. "RESERVOIR DI LAPANGAN CIPLUK KENDAL" 3, no. September (2021): 39–50.
- Johanis, Sheehan, Elisa Karamoy, Adelia Rohani, Sekolah Tinggi, and Teknologi Migas. "PENENTUAN FLOW RATE SUMUR LHD-SY WILAYAH KERJA PANAS BUMI LAHENDONG BERDASARKAN" 6, no. 2 (2024): 32–41.
- Nisa, Khairun. "Studi Pola Dispersi Emisi Gas So2 Dari Cerobong Kilang Pt Pertamina (Persero) Ru V Balikpapan." *PETROGAS: Journal of Energy and Technology* 5, no. 1 (2023): 1–17. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v5i1.144>.
- Salfigo, Rahdin Fiqri, Esterina Natalia Painsan, Program Studi, Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi, and Teknologi Migas. "PREDIKSI PORE PRESSURE DAN FRACTURE GRADIENT ( PPFPG ) PADA SUMUR HSN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SUMUR RHN & FGO PADA LAPANGAN BUNYU" 6, no. 2 (2024): 1–10.
- Tinggi, Sekolah, and Teknologi Migas. "KOMBINASI ANALISA DATA SUMUR , INVERSI SEISMIK DAN AMPLITUDE VERSUS OFFSET UNTUK KARAKTERISASI RESERVOAR PADA LAPANGAN B-1 , SUB CEKUNGAN PALEMBANG SELATAN" 6, no. 2 (2024): 60–71.