



# Optimasi laju produksi dengan cara desain ulang *sucker rod pump* pada sumur “EP” lapangan “NM”

EKO PRASTIO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jakarta Selatan, Jakarta, 12140, Indonesia

\*Korespondensi: [elvi.kustiyah@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:elvi.kustiyah@dsn.ubharajaya.ac.id)

Diterima:

Disetujui: 1 April 2024

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Secara umum metode produksi dibagi menjadi dua, yaitu semburan alami (natural flow) dan pengangkatan buatan (artificial lift). Metode mengalirnya fluida dari zona perforasi ke permukaan biasanya di sebut dengan semburan alami, hal ini disebabkan tekanan reservoir yang mendorong fluida naik ke permukaan masih sangat tinggi. Seiring dengan waktu berproduksi, akan terjadi penurunan tekanan di dalam reservoir dan keadaan ini mengakibatkan kurangnya tingkat produksi sumur, untuk menanggulangi masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara pengangkatan buatan (artificial lift). **Metode:** Adapun penggunaan metode artificial lift ini untuk membantu pengangkatan fluida dari dalam sumur ke permukaan. Salah satu penggunaan metode pengangkatan ini, yaitu sucker rod pump. Untuk meningkatkan produktivitas suatu pompa sucker rod pump harus diperhatikan kapasitas produksi pompa, panjang langkah, kecepatan pemompaan maupun letak kedalaman pompa. **Temuan:** Sumur EP adalah sumur migas yang terdapat di lapangan Kenali Asam Atas, PT Pertamina EP Asset 1 Field Jambi. Berdasarkan analisis kurva IPR Vogel diperoleh laju produksi maksimal ( $Q_{maks}$ ) untuk sumur EP yaitu sebesar 1089 BFPD. **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil analisis dan optimasi yang telah dilakukan diperoleh besar laju produksi yang dapat dicapai sumur EP sebesar 762 BFPD.

**KATA KUNCI:** laju produksi; *reservoir*; *sucker rod pump*.

## ABSTRACT

**Background:** In general the production method is divided into two, namely natural flow and artificial lift. Natural spray is a method of flowing fluid from the perforation zone to the surface of the well naturally, this is due to the reservoir pressure that drives the fluid up to the surface is still very high. Along with the time of production, a decrease in reservoir pressure will occur and this condition will reduce the level of production of the well, so to overcome this problem can be done by artificial lift. The purpose of the artificial lift is to help lift fluid from the well to the surface. **Methods:** One method of this appointment is the sucker rod pump. To increase the productivity of a pump sucker rod pump, it is necessary to pay attention to the pump production capacity, step length, pumping speed, and location of the pump depth. **Finding:** EP wells are oil and gas wells in the Kenali Asam Atas field, PT Pertamina EP Asset 1 Field Jambi. Based on Vogel's IPR curve analysis, the maximum production rate ( $Q_{maks}$ ) for EP wells is 1089 BFPD. **Conclusion:** Based on the results of the analysis and optimization that has been done, the production rate that can be achieved by EP wells is 762 BFPD.

**KEYWORDS:** production rate; *reservoir*; *sucker rod pump*.

## 1. Pendahuluan

### Cara Pengutipan:

Prastio, E. (2024). Optimasi laju produksi dengan cara desain ulang sucker rod pump pada sumur “EP” lapangan “NM”. *DYNAMES: Dynamics in Engineering Systems: Innovations and Applications*, 1(1), 42-57. <https://doi.org/10.61511/dynames.v1i1.750>.

**Copyright:** © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Proses dalam kaitannya dengan produksi minyak dan gas di suatu lapangan tidak terlepas dengan adanya penurunan tekanan dari bawah sumur sehingga terjadinya metabolisme penurunan laju produksi, untuk sumur semburan alami kondisi ini harus diganti metode produksinya dengan pengangkatan buatan dimana salah satunya adalah dengan menggunakan pompa sucker rod pump. Dalam kinerjanya, sucker rod pump tersebut harus selalu dipantau, karena semakin lama suatu sumur diproduksi mengakibatkan tekanan Reservoir (Pr) akan semakin turun yang berdampak pada menurunnya puncak cairan fluida di dalam sumur, sehingga kapasitas produksi sucker rod pump tidak sesuai lagi dengan kapasitas produksi formasi tersebut. Hal ini berpengaruh terhadap penurunan efisiensi volumetrik sucker rod pump, sehingga perlu dilakukannya upaya optimalisasi efisiensi volumetrik sucker rod pump dengan menyesuaikan kapasitas produksi pompa dengan kapasitas produksi formasi, dengan demikian diharapkan sumur dapat berproduksi secara optimal.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satunya yaitu dengan mengevaluasi kinerja Artificial Lift, untuk itu penulis akan membahas dan memfokuskan pada optimalisasi produksi Artificial Lift sebagai bahan studi digunakan adalah sucker rod pump. Data-data awal yang diperlukan dalam optimasi sucker rod pump adalah data uji sumur yaitu data pokok dalam penentuan kemampuan suatu sumur untuk berproduksi, dilihat dari kurva Inflow Performance Relationship masing masing sumur. Data ini meliputi tekanan static sumur, tekanan alir dasar sumur, water cut, sg air dan sg oil. Data Sonolog merupakan data kedalaman/level fluida tiap sumur, meliputi data static fluid level, data static fluid level merupakan level cairan saat Sumur tidak sedang beroperasi (saat kondisi statis) dan data dynamic fluid level, merupakan level cairan saat sumur sedang beroperasi (saat dinamik).

## 2. Metode

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan disalah satu perusahaan yang ada di Indonesia, divisi Petroleum Engineering (PE). Selanjutnya penelitian ini juga dilakukan dilokasi Sumur SRP yang terletak di kota kenali asam Jambi, tujuan penelitian ini juga untuk mengetahui bagaimana suasana dan penggunaan alat – alat produksi lainnya secara langsung di lokasi sumur produksi dengan langkah – langkah sebagaimana yang dikehendaki oleh pemakainya dengan menjunjung tinggi kesehatan dan keselamatan kerja (safety). Studi lapangan adalah pengumpulan data langsung ke lapangan dengan mempergunakan teknik observasi dan wawancara.

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan penelitian dan peninjauan langsung terhadap permasalahan yang diambil. Observasi dilaksanakan pada kantor PT. PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD JAMBI. Sementara itu, wawancara adalah metode pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab secara langsung yang ada kaitannya dengan topik optimasi laju produksi pompa SRP ini sendiri di PT. PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD JAMBI.

### 2.1 Studi pustaka

Metode ini dilakukan dengan maksud untuk memperoleh data-data sekunder atau data-data pendukung yang berfungsi sebagai landasan teori guna mendukung data-data primer yang diperoleh dari buku-buku serta referensi lainnya yang berkaitan dengan objek penelitian.

### 2.2 Analisis data

Untuk analisis data data yang telah diperoleh dari berbagai sumber maka data akan diolah dengan langkah – langkah. Pertama, data diseleksi dan dikelompokkan sesuai

kebutuhan untuk menjawab masalah penelitian. Kedua, data diolah sesuai dengan masalah penelitian. Ketiga, analisa data dengan menggunakan kata – kata yang sederhana sebagai jawaban terhadap masalah.

### 2.3 Pengolahan data

Setelah melakukan teknik pengolahan data, selanjutnya data dianalisis dan diolah dengan metode sebagai berikut. Pertama, menghitung ulang productivity index (PI). Kedua, menghitung laju alir optimum ( $Q_{opt}$ ). Ketiga, membuat kurva inflow performance relationship (IPR). Keempat, mendesain ulang pompa SRP dengan mendekati kapasitas pompa dan laju produksi Optimum ( $Q_{opt}$ ) dengan kondisi terbaik antara lain merubah kedalaman pompa bawah tanah (pump intake), mengganti tipe Panjang langkah (SL) dan Kecepatan Langkah (SPM).

Pada saat proses pirolisis, terjadi penguapan volatile matter dan penguraian polimer plastik menghasilkan uap monomer-monomer plastik. Uap yang terbentuk akan mengalir menuju kondensor untuk didinginkan oleh air pendingin sehingga bisa terkondensasi menjadi minyak plastik. Sedangkan sisa gas yang tidak bisa terkondensasi (non condensable), ditampung dalam tabung penampung gas lalu diambil sampelnya untuk diuji di laboratorium serta dibakar kemudian. Selain itu, terdapat sisa padatan yang tertinggal di dalam retort dan akan dikeluarkan setelah selesai percobaan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Sejarah sumur EP

Sumur EP dieksplorasi pada tanggal 8 November 1940 dan dilakukan pemboran vertikal sampai kedalaman 1.156 m dan dilakukan perforasi pada interval 1044 - 1049 m. Sumur ini juga awalnya diproduksi menggunakan pompa SRP. Pompa SRP yang digunakan yaitu THBC 3” dengan pumping unit LUF C – 456 - 305 -168 yang di set pada kedalaman 977 m. Laju Produksi yang didapat sebesar 667,60 BFPD dengan Water Cut sebesar 98%. Data Sumur EP adalah sebagai berikut.

- a. Total kedalaman sumur = 3791,68 ft (1.156 m)
- b. Kedalaman pompa (L) = 3204,56 ft (977 m)
- c. Statis fluid level (SFL) = 35 m
- d. Dynamis fluid level (DFL) = 458,09 m
- e. Kedalaman perforasi = 1044 – 1049 m
- f. Kedalaman mid perforasi (D) = 1047 m
- g. Tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) = 834,02 Psi
- h. Tekanan statis ( $P_s$ ) = 1433,7
- i. Kedalaman tubing (EOT) = 1000,09 mKB
- j. Specific gravity oil (SGo) = 0,8104
- k. Specific gravity water (SGw) = 1
- l. SG liquid = 0,99

Data produksi:

- a. Laju produksi maksimal ( $q_{max}$ ) = 1089,18 bfpd
- b. Laju produksi total ( $q_t$ ) = 667,60 bfpd
- c. Laju produksi minyak ( $q_o$ ) = 13,3 bopd
- d. Laju produksi air ( $q_w$ ) = 654,3 bwpd
- e. Kadar air (water cut) (WC) = 98%

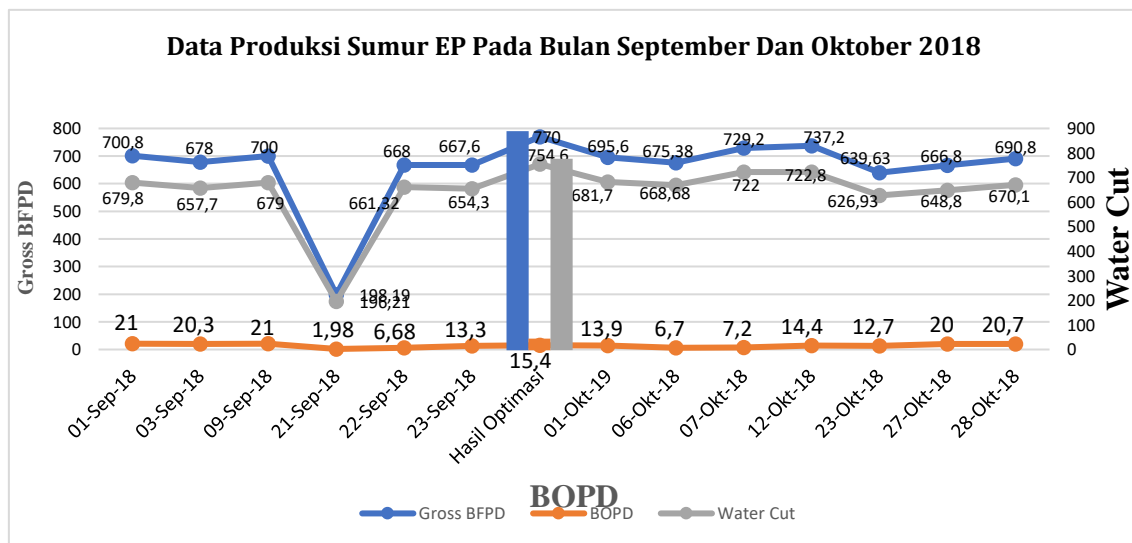
Data pompa dan peralatan:

- a. Jenis pompa = THBC 3”
- b. Type pumping unit = LUF C – 456 - 305 -168
- c. Diameter tubing = 3 1/2”

- d. Diameter plunger = 2,25"
- e. Panjang barrel = 22 ft
- f. Diameter rod = 7/8" dan 3/4"
- g. Panjang langkah (S) = 168
- h. Kecepatan pompa (N) = 10
- i. Service faktor = 0.5
- j. Crank pitman ratio (c/p) = 0.33
- k. Tensile strength minimum (T) = 90000

### 3.2 Kemampuan produksi sumur EP

Pemasangan Sucker Rod Pump (SRP) pada Sumur EP dengan tujuan untuk mendongkrak laju produksi sumur yang mengalami penurunan. Kenaikan produksi yang signifikan ini menunjukkan bahwa SRP merupakan pengangkatan buatan yang mampu untuk mengatasi penurunan produksi Sumur. Namun, tetap harus dilakukan penilaian kemampuan produksi sumur agar diketahui ketercapaian nilai produksi optimal produksi dari suatu sumur adalah 80 % dari produksi maksimal yang dapat diketahui dari kurva IPR. Lalu akan dilakukan perbandingan dengan produksi aktual, apabila produksi optimal sumur belum tercapai, maka harus dilakukan perancangan ulang atau optimalisasi SRP yang terpasang meliputi berbagai parameter SRP. Hasil dari perancangan ulang ini akan di aplikasikan pada SRP terpasang dengan cara mengubah parameter yang tidak sesuai dengan hasil perancangan ulang. Lihat Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Data produksi sumur EP

Di tanggal 21 september 2018 sumur EP mengalami penurunan gross produksi di karenakan standing valve penuh dengan lumpur. Cara mengatasi standing valve dan travelling valve penuh dengan lumpur yaitu horse head posisi harus tunduk ke bawah, dan di masukannya air saat polished rod bergerak naik turun. Dan bulan september dilakukan evaluasi dan perhitungan perencanaan ulang dapat dilihat pada Gambar 1. Di bulan oktober perencanaan ulang belum dilakukan dikarenakan produksi sumur tetap optimal.

### 3.3 Produktivitas formasi

Tujuan optimasi pompa adalah mengoptimalkan kinerja pompa untuk mendapatkan laju produksi yang sebesar-besarnya tanpa menimbulkan kerusakan dan masalah. PI menunjukkan kemampuan berproduksi dari suatu sumur berdasarkan perbedaan tekanan statis dan tekanan aliran sebagai berikut.

$$PI = \frac{q}{Ps - Pwf}$$

PI dapat dinyatakan dalam hubungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q &= 667,60 \\ Ps &= 1433,7 \\ Pwf &= 834,01 \\ PI &= \frac{q}{Ps - Pwf} \\ PI &= \frac{667,60}{1433,7 - 834,01} \\ PI &= 1,11 \text{ bfpd/psi} \end{aligned}$$

Keterangan:

PI = Productivity Index, Bbl/hari/Psi  
 Q = Laju Produksi, Bbl/hari  
 Ps = Tekana Statik Reservoar, Psi  
 Pwf = Tekanan Alir Dasar Sumur, Psi

### 3.4 Analisa kurva inflow performance relationship (IPR)

Untuk menganalisis kurva inflow performance relationship (IPR) dilakukan melalui tahapan menghitung gradien fluida, nilai Ps dan Pwf, serta menghitung laju produksi optimum sumur. Selanjutnya laju produksi minyak (q) dapat ditentukan untuk berbagai variasi harga Pwf Caranya adalah dengan mengganti atau mengasumsikan beberapa variasi harga PwfPs, dimana harganya terletak pada selang  $0 \leq PwfPs \leq 1$ . Membuat kurva inflow performance relationship (IPR). Data tekanan flowing (Pwf), tekanan statis (Ps) dan laju produksi kotor pada Tabel digunakan untuk membuat kurva IPR sumur, sehingga didapatkan data yang dibutuhkan di dalam perencanaan sucker rod pump agar sesuai dengan spesifikasi pompa yang ada, kurva tersebut menggambarkan kemampuan produksi sumur AMS. Rumus menghitung laju produksi optimum menggunakan metode Vogel adalah sebagai berikut.

$$\frac{Q}{Q_{max}} = 1 - 0,2 \times \frac{(Pwf)}{Ps} - 0,8 \times \left(\frac{Pwf}{Ps}\right)^2$$

Keterangan:

Q = Laju Produksi, BFPD  
 Qmaks = Laju Produksi Maksimum, BFPD  
 Pwf = Tekanan Alir Dasar Sumur, psi  
 Ps = Tekanan Statis, psi

Dimana tekanan statis reservoir (Ps) dan PI dianggap konstan, maka variabelnya adalah laju produksi (q) dan tekanan alir dasar sumur (Pwf), sehingga persamaan PI dapat ditulis sebagai berikut.

$$Pwf = Ps - \frac{q}{PI}$$

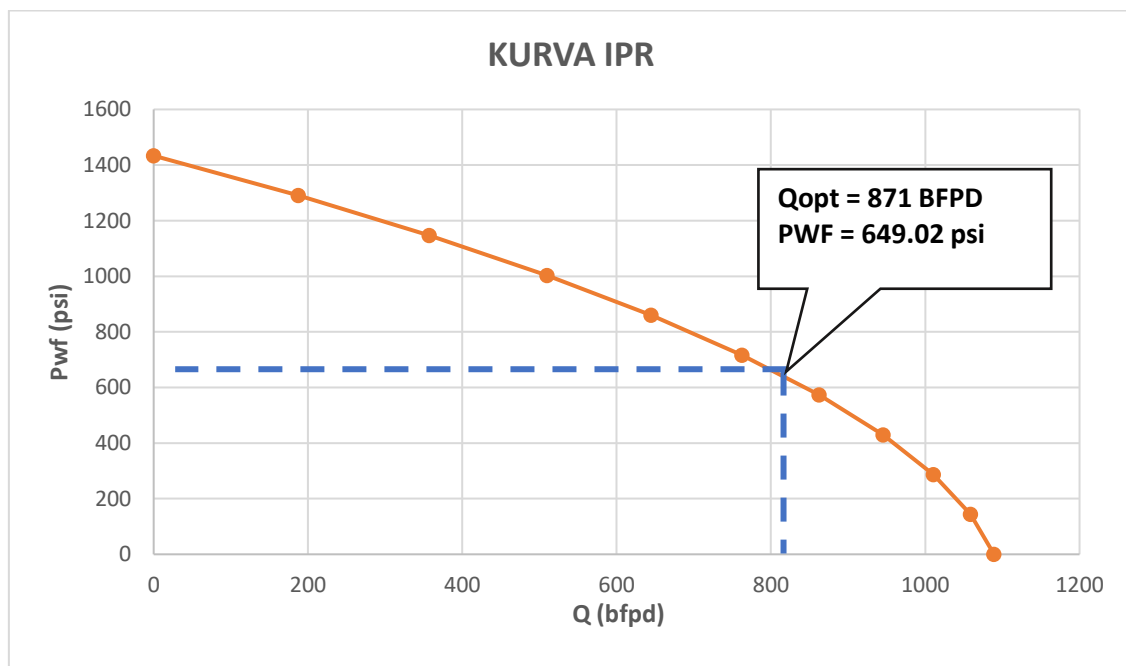
Berdasarkan definisi PI, maka untuk membuat grafik IPR, perlu diketahui data tentang:

Q = Laju produksi, BFPD  
 Pwf = Tekanan alir dasar sumur, psi  
 Ps = Tekanan static sumur, psi

3.4.1 Variasi harga Pwf

Tabel 1. Variasi harga Pwf menggunakan metode vogel 2 fasa

No.	Asumsi $\frac{Pwf}{Ps}$	Pwf	Q
1	0	0	1089,18
2	0,1	143,37	1058,60
3	0,2	286,74	1010,76
4	0,3	430,11	945,41
5	0,4	573,48	862,63
6	0,5	716,85	762,43
7	0,6	860,22	644,79
8	0,7	1003,59	509,25
9	0,8	1146,96	357,25
10	0,9	1290,33	187,34
11	1	1433,7	0



Gambar 2. Kurva IPR metode vogel 2 fasa

3.5 Perhitungan laju produksi aktual sumur EP

3.5.1 Menentukan peak polished rod load (PPRL) dan minimum polished rod load (MPRL)

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= (S \times N^2/70500) \times (1 + c/p) \\ &= (168 \times 10^2/70500) \times (1 + 0.33) \\ &= 0.32 \\ \alpha_2 &= (S \times N^2/70500) \times (1 - c/p) \\ &= (168 \times 10^2/70500) \times (1 - 0.33) \\ &= 0.16 \\ PPRL &= Wf + (0,9 + \alpha_1) Wr - Pwf \times Ap \\ &= 4759,67 + (0,9 + 0,32) 3479,69 - 834,02 \times 3,974 \\ &= 5690,49 \text{ lb} \\ MPRL &= (0,9 - \alpha_2) \times Wr \\ &= (0,9 - 0,16) \times 3479,69 \\ &= 2574,97 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.5.2 Menentukan stress maksimum ( $S_{max}$ ) dan stress minimum ( $S_{min}$ )

$$\begin{aligned} S_{max} &= \frac{PPRL}{A_{tr}} \\ &= \frac{5690,49}{0,601} \\ &= 9468,36 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{min} &= \frac{MPRL}{A_{tr}} \\ &= \frac{2574,97}{0,601} \\ &= 4284,47 \text{ lb} \end{aligned}$$

Periksa apakah desain sudah cukup aman untuk menahan Stress maksimum yang terjadi ( $S_A < S_{max}$ )

$$\begin{aligned} S_A &= (T/4 + 0,5625 \times S_{min}) \times SF \\ &= (90000/4 + 0,5625 \times 4284,47) \times 0,5 \\ &= 12455,1 \text{ lb} \\ &\text{Maka } S_A < S_{max} \end{aligned}$$

### 3.5.3 Menentukan counter balance effect ideal ( $C_i$ )

$$\begin{aligned} C_i &= \frac{PPRL + MPRL}{2} \\ &= \frac{5690,49 + 2574,97}{2} \\ &= 413,73 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.5.4 Menentukan torque maksimum

$$\begin{aligned} T_p &= (PPRL - 0,95 \times C_i) \frac{S}{2} \\ &= (5690,49 - 0,95 \times 4132,73) \frac{168}{2} \\ &= 148209,31 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.5.5 Menghitung net lift pompa

$$\begin{aligned} L_n &= L - \frac{P_{wf}}{0,433 \times G} \\ &= 2794 - \frac{834,02}{0,433 \times 0,99} \\ &= 848,40 \text{ ft} \end{aligned}$$

### 3.5.6 Beban percepatan

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{S \times N^2}{70500} \right) \\ &= \left( \frac{168 \times 10^2}{70500} \right) \\ &= 0,24 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.5.7 Menentukan plunger over travel

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{40,8 \times L^2 \times \alpha}{E} \\ &= 40,8 \times 2794^2 \times 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{30 \times 10^6}{2,5} \text{ in} \\
 \text{Et} &= \frac{5,20 \times G \times \text{DFL} \times A_p \times L}{E \times A_t} \\
 &= \frac{5,20 \times 0,99 \times 1502,53 \times 3,974 \times 2794}{30 \times 10^6 \times 3,077} \\
 &= 0,9 \text{ in} \\
 \text{Er} &= \frac{5,20 \times G \times \text{DFL} \times A_p \times L}{E \times A_r} \\
 &= \frac{5,20 \times 0,99 \times 1502,53 \times 3,974 \times 3204,56}{30 \times 10^6 \times 0,601} \\
 &= 5,4 \text{ in} \\
 \text{Sp} &= S + e_p - (e_t + e_r) \\
 &= 168 + 2,5 - (0,9 + 5,4) \\
 &= 164,2 \text{ in}
 \end{aligned}$$

### 3.5.8 Menentukan kapasitas pompa (pump displacement)

$$\begin{aligned}
 V &= 0,5897 \times S_p \times N \\
 &= 0,5897 \times 164,2 \times 10 \\
 &= 968,28 \text{ bpd}
 \end{aligned}$$

### 3.5.9 Menentukan efisiensi volumetris pompa (Ev)

$$\begin{aligned}
 E_v &= \frac{q}{v} \times 100\% \\
 &= \frac{667,60}{968,28} \times 100\% \\
 &= 68 \%
 \end{aligned}$$

### 3.5.10 Menentukan hydraulic horsepower (Hh), friction horsepower (Hf) dan brake horsepower (Hb)

$$\begin{aligned}
 H_h &= (7,36 \times 10^{-6}) q G L_N \\
 &= (7,36 \times 10^{-6}) \times 667,60 \times 0,99 \times 848,40 \\
 &= 4,1 \text{ Hp} \\
 H_f &= (6,31 \times 10^{-7}) \times W_r \times S \times N \\
 &= (6,31 \times 10^{-7}) \times 3479,69 \times 168 \times 10 \\
 &= 3,6 \text{ Hp} \\
 H_b &= 1,5 (H_h + H_f) \\
 &= 1,5 (4,12 + 3,68) \\
 &= 11,7 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Data Parameter Aktual Sumur EP

$$\begin{aligned}
 \text{SL} &= 168 \text{ inch} \\
 \text{SPM} &= 10 \text{ spm} \\
 \text{Plungger} &= 2,25 \text{ inch} \\
 Q &= 667,60 \text{ bfpd} \\
 P_{wf} &= 834,02 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

### 3.6 Perhitungan optimasi laju produksi sumur EP

#### 3.6.1 Menentukan besarnya harga $A_p$ , $A_r$ , $K$ , $W_r$ dan $W_f$

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0,25 \pi d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times (2,25)^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= 3,974 \text{ inch} \\
 \text{Ar} &= 0,25 \pi d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times (7/8)^2 \\
 &= 0,601 \text{ inch} \\
 \text{K} &= 0,1484 \text{ Ap} \\
 &= 0,1484 \times 3,974 \\
 &= 0,5897 \text{ inch} \\
 \text{Wr} &= (M \times L) \\
 &= 2,22 \times 1567,43 \\
 &= 3479,69 \text{ lb} \\
 \text{Wf} &= 0,433 \times G \times L \times \text{Ap} \\
 &= 0,433 \times 0,99 \times 2794 \times 3,974 \\
 &= 4759,67 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

3.6.2 Menentukan konstanta a,b,dan c untuk persamaan:

PI untuk harga N = a + b q  
 PI untuk harga S = a + c q<sup>2</sup>  
 $a = 1/\text{Ap} (\text{Wf} + (0,9 - 0,5063)\text{Wr} - (\text{T}/4 \times \text{SF} \times \text{AR}))$   
 $= 1/3,974 (4759,67 + (0,9 - 0,5063 \times 0,5)3479,69 -$   
 $= (9000/4 \times 0,5 \times 0,601))$   
 $= 62,72 \text{ psi}$   
 $b = \text{Wr} \times \text{N} / 56400 \times \text{K} \times \text{Ap} (1 + 0,5625 \times$   
 $\text{SF} + (1 - 0,5625 \times \text{SF})c/p)$   
 $= 3479,69 \times \text{N} / 56400 \times \text{k} \times \text{Ap} (1 +$   
 $0,5625 \times 0,5 + (1 - 0,5625 \times 0,5) 0,33)$   
 $= 0,039 \text{ N lb}$   
 $c = \text{Wr} / 45120 \times \text{K}^2 \times \text{Ap} \times \text{S} (1 + 0,5625 \times$   
 $\text{SF})c / p)$   
 $= 3479,69 / 45120 \times 0,5897^2 \times 3,97 \times \text{S}$   
 $(1 + 0,5625 \times 0,5 + (1 - 0,5625 \times 0,5) 0,33)$   
 $= 0,084/\text{S}$   
 $= 0,084/\text{S}$

3.6.3 Menentukan harga N dengan mengasumsikan beberapa harga q sehingga diperoleh persamaan pump intake (Pi)

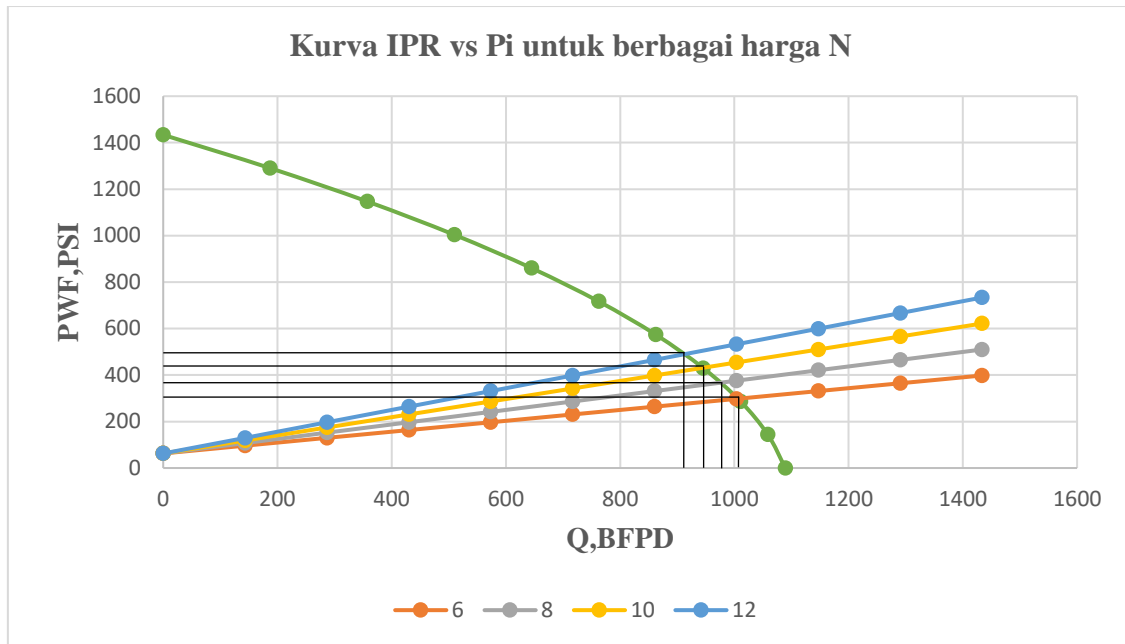
Tabel 2. Pump intake untuk berbagai harga N dan Q

Q	Asumsi	SPM (N)			
	Q	6	8	10	12
BFPD	Q	6	8	10	12
1089,18	0	62,72	62,72	62,72	62,72
1058,60	143,37	96,26	107,45	118,63	129,81
1010,76	286,74	129,81	152,18	174,54	196,91
945,41	430,11	163,36	196,91	230,46	264,1
862,63	573,48	196,91	241,64	286,37	331,1
762,43	716,85	230,46	286,37	342,29	398,2
644,79	860,22	264,01	331,10	398,20	465,3
509,74	1003,59	297,56	375,84	454,12	532,4
357,25	1146,96	331,10	420,57	510	599,49
187,34	1290,33	364,65	465,30	565,94	666,59
0	1433,7	398,20	510,03	621,86	733,69

Tabel 3. Pasangan data (q,N)

Q	N
1010	6

970	8
940	10
910	12



Gambar 3. Kurva IPR vs N

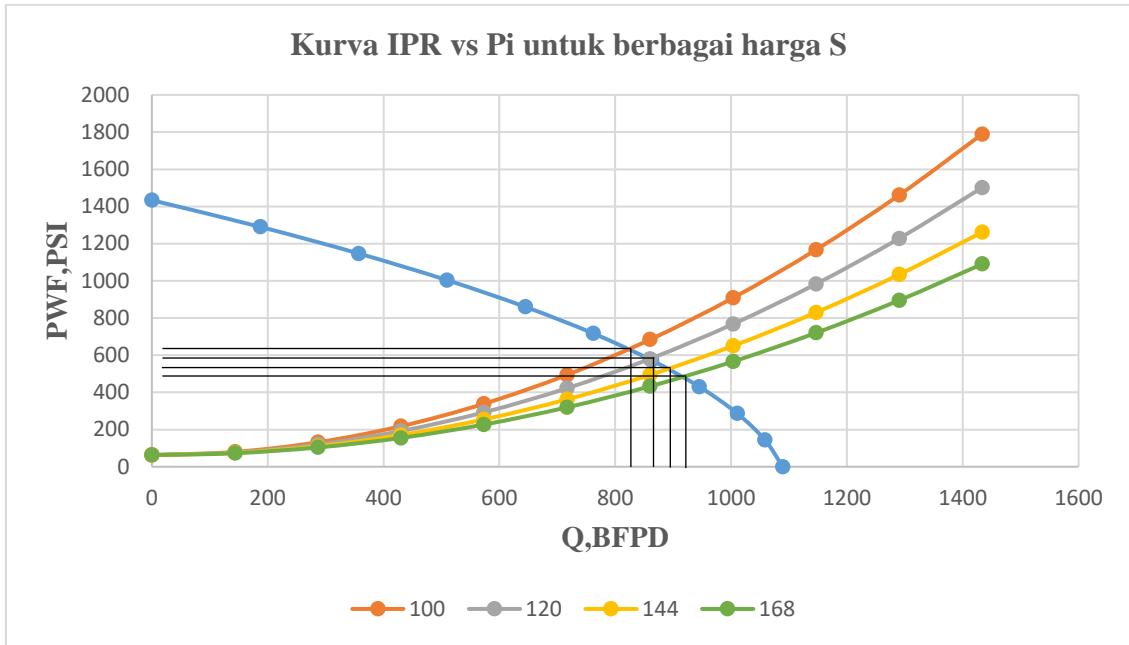
3.6.4 Menentukan suatu harga *S* dan mengasumsikan untuk beberapa harga *q* sehingga di peroleh harga pump intake (*Pi*).  $P_i = 62,72 + (0,084/S) (q)^2$

Tabel 4. Pump intake untuk berbagai harga *S* dan *Q*

Q BFPD	Asumsi Q	Stroke length (SL)			
		100	120	144	168
1089,18	0	62,72	62,72	62,72	62,72
1058,60	143,37	79,98	77,10	74,71	72,99
1010,76	286,74	131,78	120,27	110,68	103,82
945,41	430,11	218,11	192,21	170,63	155,21
862,63	573,48	338,97	292,93	254,56	227,15
762,43	716,85	494,37	422,43	362,47	319,65
644,79	860,22	684,30	580,70	494,37	432,70
509,74	1003,59	908,76	767,75	650,24	566,31
357,25	1146,96	1167,75	983,58	830,10	720,47
187,34	1290,33	1461,27	1228,18	1033,94	895,19
0	1433,7	1789,33	1501,56	1261,75	1090,46

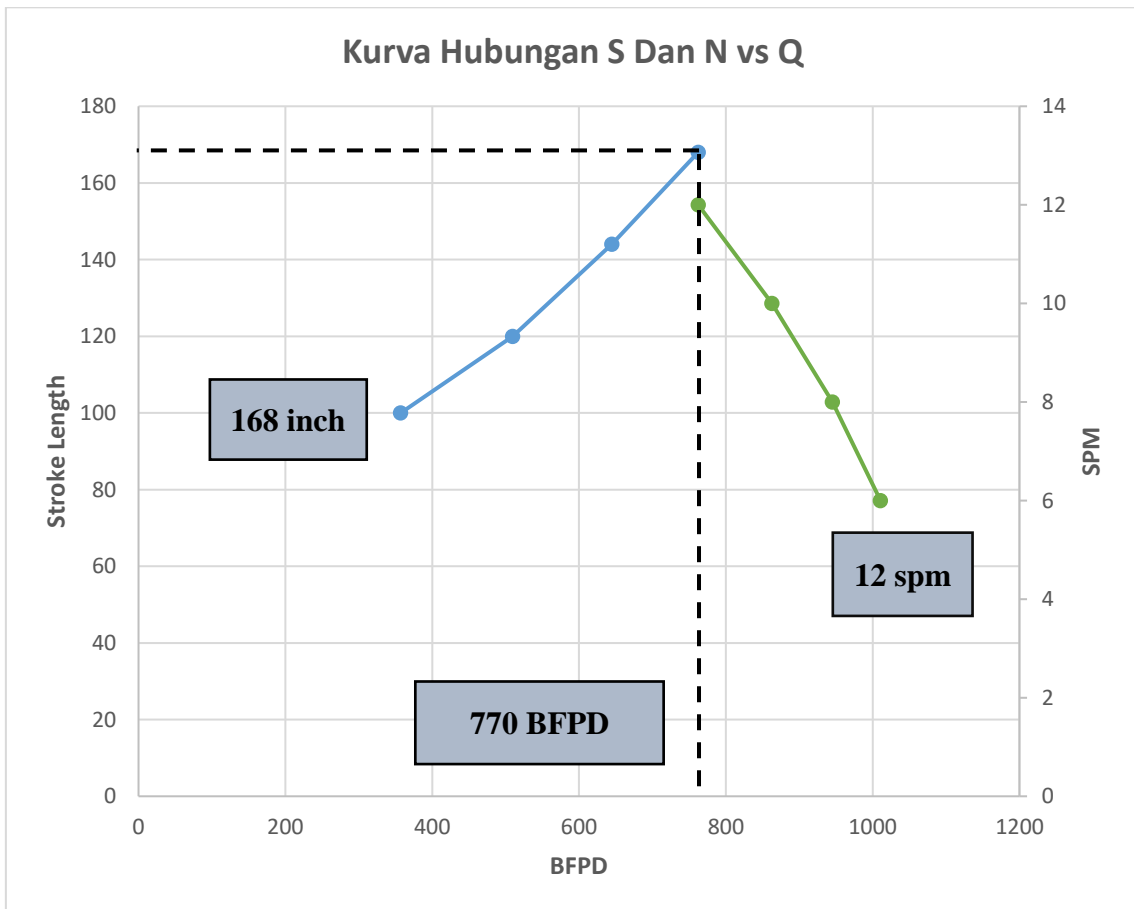
Tabel 5. Pasangan data (q,S)

Q	S
830	100
870	120
890	144
910	168



Gambar 4. Kurva IPR vs S

3.6.5 Dari perpotongan kedua kurva tersebut (Gambar 3 dan Gambar 4) didapatkan data (q,N) dan data (q,S). Plot pasangan data (q,N) dan (q,S) menjadi satu kurva pada skala yang sama sehingga diperoleh kurva hubungan N dan S terhadap Q



Gambar 5. Kurva hubungan S dan N vs Q

Hasil optimasi pompa sucker rod berdasarkan stroke maksimum pompa terpasang yang di peroleh dari Gambar 5 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} N &= 12 \text{ spm} \\ S &= 168 \text{ inch} \\ Q &= 770 \text{ bfpd} \\ P_{wf} &= 733,7 \text{ psi} \end{aligned}$$

### 3.6.6 Menentukan peak polished rod load (PPRL) dan minimum polished rod load (MPRL)

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= (S \times N^2 / 70500) \times (1 + c/p) \\ &= (168 \times 12^2 / 70500) \times (1 + 0,33) \\ &= 0,46 \\ \alpha_2 &= (S \times N^2 / 70500) \times (1 - c/p) \\ &= (168 \times 12^2 / 70500) \times (1 - 0,33) \\ &= 0,23 \\ \text{PPRL} &= W_f + (0,9 + \alpha_1) W_r - P_{wf} \times A_p \\ &= 4759,67 + (0,9 + 0,46) 3479,69 - \\ &\quad 733,7 \times 3,974 \\ &= 6576,32 \text{ lb} \\ \text{MPRL} &= (0,9 - \alpha_2) \times W_r \\ &= (0,9 - 0,23) \times 3479,69 \\ &= 2331,39 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.6.7 Menentukan stress maksimum (Smax) dan stress minimum (Smin)

$$\begin{aligned} S_{\max} &= \frac{\text{PPRL}}{A_{tr}} \\ &= 6576,32 / 0,601 = 10942,29 \text{ lb} \\ S_{\min} &= \frac{\text{MPRL}}{A_{tr}} \\ &= 2331,39 / 0,601 = 3879,18 \text{ lb} \end{aligned}$$

Periksa apakah desain sudah cukup aman untuk menahan Stress maksimum yang terjadi ( $S_A < S_{\max}$ )

$$\begin{aligned} S_A &= (T/4 + 0,5625 \times S_{\min}) \times SF \\ &= (90000/4 + 0,5625 \times 3879,18) \times 0,5 \\ &= 12341,02 \text{ lb} \\ \text{Maka } S_A &< S_{\max} \end{aligned}$$

### 3.6.8 Menentukan counter balance effect ideal (Ci)

$$\begin{aligned} C_i &= \frac{\text{PPRL} + \text{MPRL}}{2} \\ &= \frac{6576,32 + 2331,39}{2} \\ &= 4453,85 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.6.9 Menentukan torque maksimum

$$\begin{aligned} T_p &= (\text{PPRL} - 0,95 \times C_i) \frac{S}{2} \\ &= (6576,32 - 0,95 \times 4453,85) \frac{168}{2} \\ &= 196993,65 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.6.10 Menghitung net lift pompa

$$\begin{aligned} L_n &= L - P_{wf} / 0,433 \times G \\ &= 2794 - 733,7 / 0,433 \times 0,99 \\ &= 1082,42 \text{ ft} \end{aligned}$$

### 3.6.11 Beban percepatan

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{S \times N^2}{70500} \right) \\ &= (168 \times 12^2 / 70500) \\ &= 0,34 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 3.6.12 Menentukan plunger over travel

$$\begin{aligned} E_p &= 40,8 \times L^2 \times \alpha \\ &= \frac{40,8 \times 2794^2 \times 0,34}{30 \times 10^6} \\ &= 3,6 \text{ in} \\ E_t &= \frac{5,20 \times G \times DFL \times A_p \times L}{E \times A_t} \\ &= \frac{5,20 \times 0,99 \times 1502,53 \times 3,974 \times 3204,56}{30 \times 10^6 \times 3,077} \\ &= 0,9 \text{ in} \\ E_r &= \frac{5,20 \times G \times DFL \times A_p \times L}{E \times A_r} \\ &= \frac{5,20 \times 0,99 \times 1502,53 \times 3,974 \times 3204,56}{30 \times 10^6 \times 0,601} \\ &= 5,4 \text{ in} \\ S_p &= S + e_p - (e_t + e_r) \\ &= 168 + 3,6 - (0,9 + 5,4) \\ &= 165,3 \text{ in} \end{aligned}$$

### 3.6.13 Menentukan kapasitas pompa (pump displacement)

$$\begin{aligned} V &= 0,5897 \times S_p \times N \\ &= 0,5897 \times 165,3 \times 12 \\ &= 1169,72 \text{ bpd} \end{aligned}$$

### 3.6.14 Menentukan efisiensi volumetris pompa (Ev)

$$\begin{aligned} E_v &= q/v \times 100\% \\ &= 770 / 1169,72 \times 100\% \\ &= 65 \% \end{aligned}$$

### 3.6.15 Menentukan hydraulic horsepower (Hh), friction horsepower (Hf) dan brake horsepower (Hb)

$$\begin{aligned} H_h &= (7,36 \times 10^{-6}) q G L_N \\ &= (7,36 \times 10^{-6}) \times 770 \times 0,99 \times 1082,42 \\ &= 6,1 \text{ Hp} \\ H_f &= (6,31 \times 10^{-7}) \times W_r \times S \times N \\ &= (6,31 \times 10^{-7}) \times 3479,69 \times 168 \times 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,4 \text{ Hp} \\
 H_b &= 1,5 ( H_h + H_f ) \\
 &= 1,5 ( 6,1 + 4,4 ) \\
 &= 15,7 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Data parameter optimal sumur EP

$$\begin{aligned}
 \text{SL} &= 168 \text{ inch} \\
 \text{SPM} &= 12 \text{ spm} \\
 \text{Plungger} &= 2.25 \text{ inch} \\
 \text{Q} &= 770 \text{ bfpd} \\
 \text{Pwf} &= 733.7 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Perbandingan hasil perencanaan ulang SRP dengan SRP terpasang

Parameter	SUMUR EP THBC 3"		
	Terpasang	Perencanaan ulang	Satuan
Ap	3,974	3.974	In
Ar	0,601	0,601	In
K	0,5897	0,5897	In
Wr	3479,69	3479,69	Lb
Wf	4759,67	4759,67	Lb
SPM (N)	10	12	Spm
SL	168	168	In
PPRL	5690,49	6576,32	Lb
MPRL	2574,97	2331,39	Lb
Smax	9468,36	10942,29	Lb
Smin	4284,47	3879,18	Lb
Sa	12455,1	12341,02	Lb
Ci	4132,73	4453,85	Lb
Peak torque	148209,31	196993,65	Lb
Net lift pump	848,40	1082,42	Ft
Ep	2,5	3,6	In
Et	0,9	0,9	In
Er	5,4	5,4	In
Sp	164,2	165,3	In
Pump displacement	968,28	1169,72	Bpd
Eff.volumetris (%)	68	65	%
Hh	4,1	6,1	Hp
Hf	3,6	4,4	Hp
Hb	11,7	15,7	Hp
Laju produksi	667,60	770	Bfpd
Laju produksi minyak	13,3	15,4	Bopd

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada sumur EP, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Pertama, sumur EP memiliki kemampuan untuk berproduksi dengan nilai  $P_i$  1,11 dan laju produksi maksimal 1089 BFPD. Namun laju produksi optimal senilai 770 BFPD belum tercapai yang ditunjukkan oleh produksi aktual hanya senilai 667,60 BFPD. Kedua, hasil perancangan ulang adalah nilai SPM menjadi 12 SPM, Berdasarkan evaluasi dan perhitungan, di usulkan untuk merubah parameter-parameter sucker rod pump menjadi agar produksi bisa optimal sebesar 770 BFPD tercapai. Ketiga, efisiensi Volumetris pompa sebesar 65% dengan kedalaman pompa 3204,56 ft. Keempat, pompa yang digunakan pada

sumur EP yaitu tipe Tubing Heavy Wall Bottom Cup (THBC) dengan diameter 3 inch, dengan parameter pemilihan pompa, yaitu diameter plunger sebesar 2,25 inch dan diameter tubing 3 ½ inch. Menggunakan kombinasi ukuran rod yaitu 3/4 inch sebanyak 74 jts dan 7/8 inch sebanyak 53 jts. Maka pompa dapat memproduksi fluida pada sumur EP adalah sebesar 770 BFPD dan minyak pada sumur EP sebesar 15,4 BOPD. Kelima, pumping unit yang digunakan pada sumur EP yaitu tipe LUF C – 456 - 305 -168.

### **Kontribusi Penulis**

Penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

### **Pendanaan**

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

### **Pernyataan Dewan Peninjau Etis**

Tidak berlaku.

### **Pernyataan *Informed Consent***

Tidak berlaku.

### **Pernyataan Ketersediaan Data**

Tidak berlaku.

### **Konflik Kepentingan**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

### **Akses Terbuka**

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

### **Daftar Pustaka**

- Brown, K.E. (1977). *The Technology Of Artificial Lift Method*. Petroleum Publishing Co.
- Lake, L.W. (2007). *Petroleum Engineering Handbook: Production Operations Engineering*. Society of Petroleum Engineers
- Robbins & Myers. (1989). *Moyno Down Hole Pump Manual*. Brosur Robbins and Myers Company.
- Saveth, K.J. & Klein, S.T. (1998). *The Progressing Cavity Pump Principle and Capabilities*. SPE 18873.

**Biografi Penulis**

**EKO PRASTIO**, Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email: [eko.prastio@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:eko.prastio@dsn.ubharajaya.ac.id)
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -