

## EVALUASI PENGGUNAAN SUCKER ROD PUMP PADA SUMUR X LAPANGAN KALREZ

**Nur Fonisa Kabakoran<sup>1)</sup>, Gerry Nirmala.S<sup>2)\*</sup>, Noce.N. Tetelepta<sup>3)</sup>**

<sup>1,3)</sup>Prodi Teknik Produksi Minyak dan Gas, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

<sup>2)</sup>Program studi Teknik Produksi Minyak dan Gas PEM Akamigas, Cepu- Blora 58315

[nurkabakoran@gmail.com](mailto:nurkabakoran@gmail.com), [gerrynirmala@gmail.com](mailto:gerrynirmala@gmail.com), \* [tetelepta.noce.novi@gmail.com](mailto:tetelepta.noce.novi@gmail.com)

### ABSTRACT

*Petroleum is a very important energy source because oil has a very significant role in meeting world energy. So, when producing petroleum, you need to pay close attention, for this reason an evaluation will be carried out so that you can find out the efficiency of the pump and the strength of the well production. In the Kalrez Bula field there are petroleum production activities using the sucker road pump (SRP) method. Based on research conducted on the Sucker Rod Pump installed using the Inflow Performance Relationship (IPR) approach for well X, the q max price was obtained at 114.3081 bfpd. Meanwhile, the results of the previous well test were 100 bfpd at a pwf of 70,031 psi with a water cut of 80%, where from the results of the evaluation that had been carried out it was concluded that the pump used in well X with type 20-150 RWAC pump insert was still in place. under optimal circumstances.*

**Keywords:** Artificial lift method, Sucker Rod Pump, IP

### ABSTRAK

Minyak bumi merupakan sumber energi yang sangat penting karena minyak memiliki peran yang sangat signifikan dalam memenuhi energi dunia. Sehingga dalam memproduksi minyak bumi perlu diperhatikan dengan baik, untuk itu akan dilakukannya Evaluasi agar dapat mengetahui efisiensi pompa dan kekuatan Produksi sumur sudah sejauh mana. Pada lapangan Kalrez Bula terdapat kegiatan produksi minyak bumi menggunakan metode *sucker road pump (SRP)*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap *Sucker Rod Pump* terpasang menggunakan pendekatan *Inflow Performance Relationship (IPR)* sumur X didapat harga  $q$  max sebesar 114.3081 bfpd. Sedangkan hasil test sumur sebelumnya di dapatkan hasil sebesar 100 bfpd pada pwf 70.031 psi dengan water cut 80%, dimana dari hasil evaluasi yang telah dilakukan maka di tarik kesimpulan bahwa pompa yang digunakan pada sumur X dengan tipe 20-150 RWAC pump insert masih berada dalam keadaan yang optimal.

**Kata Kunci:** Metode Artificial lift , Sucker Rod Pump, IPR

## 1. PENDAHULUAN

Minyak bumi adalah sumber daya alam yang sering dijuluki sebagai "emas hitam" dan berupa cairan kental berwarna coklat pekat atau kehijauan serta mudah terbakar. Minyak bumi merupakan kebutuhan vital dunia. Minyak bumi berasal dari suatu reservoir yang berada di lapisan atas dari beberapa area kerak bumi. Reservoir minyak dan gas memiliki tekanan dan suhu tertentu, tergantung pada kedalaman sumur dan besarnya gradien tekanan dan suhu. Tekanan ini secara alami mengangkat minyak dan gas bumi ke permukaan (*natural flow*).

Reservoir yang sudah diproduksikan akan mengalami penurunan tekanan seiring berjalananya waktu. Sehingga untuk dapat melanjutkan memproduksikan fluida dibutuhkan suatu metode pengangkatan buatan berupa *artificial lift*. *Artificial lift* adalah metode pengangkatan buatan yang dipakai pada saat sumur tidak dapat berproduksi secara alamiah (*Natural Flow*). Karena tekanan reservoir yang menurun sehingga fluida tidak dapat naik ke permukaan dan membutuhkan metode pengangkatan buatan. Terdapat beberapa metode pengangkatan buatan yang paling sering digunakan seperti *Sucker Rod Pump (SRP)*, *Electrical Submersible Pump (ESP)*, *Gas lift*, *Progressive Cavity Pump (PCP)* dan *Hydraulic pump unit (HPU)*.

Pada beberapa sumur minyak di Lapangan Kalrez menggunakan metode pengangkatan buatan berupa SRP. Sumur X merupakan salah satu sumur yang sudah tidak dapat berproduksi secara alami (*Natural Flow*). Oleh karena itu, perlu menggunakan SRP sebagai metode pengangkatan buatan. SRP atau biasa disebut pompa angguk adalah salah satu metode pengangkatan buatan yang paling sering

digunakan untuk mengangkat minyak dari lapisan bawah tanah menggunakan pompa dengan tangkai (*rod*) untuk mengangkat minyak pada sumur-sumur yang dangkal. Penggunaan metode SRP sebagai *artificial lift* pada sumur X berdasarkan beberapa faktor seperti cocok untuk kedalaman sumur yang tergolong landai dan cukup ekonomis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

## Produktivitas Sumur

Produktivitas sumur merupakan kemampuan sumur untuk mengalirkan fluida yang terkandung di dalam reservoar menuju sumur produksi pada tekanan tertentu dan dinyatakan dengan *productivity index* (PI). Kermit E. Brown (1967)

## Inflow Performance Relationship (IPR)

*Productivity index* (PI) dan *Deliverability Index* (DI) yang diperoleh dari hasil test maupun dari perkiraan adalah merupakan gambaran secara kualitatif mengenai kemampuan suatu sumur untuk berproduksi. *Inflow Performance Relationship* (IPR) berperan penting dalam merencanakan fasilitas produksi pada suatu lapangan minyak maupun lapangan gas. Dalam kaitannya dengan perencanaan suatu sumur ataupun untuk melihat kelakuan suatu sumur untuk berproduksi, maka IPR dapat didefinisikan sebagai PI yang dinyatakan secara grafis.

Berdasarkan definisi PI yang secara matematis pada suatu keadaan tertentu dari suatu sumur, dimana tekanan statik reservoir ( $P_s$ ) dan PI dianggap konstan, maka variabelnya adalah laju produksi ( $q$ ) dan tekanan aliran dasar sumur ( $P_{wf}$ ), sehingga persamaan PI dapat dituliskan sebagai berikut ini :

### 3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain observasi lapangan, pengambilan data parameter untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian.

Dalam pembuatan kurva *IPR* untuk kondisi di Lapangan Kalrez digunakan Metode Vogel. Vogel mengembangkan persamaan sederhana yang mudah pemakaiannya, dimana persamaan ini dikembangkan berdasarkan pada analisa yang dilakukan terhadap grafik-grafik kinerja aliran minyak ke lubang sumur dari formasi (grafik *IPR*). Grafik tersebut dikembangkan dengan anggapan bahwa :

- a. Reservoar bertenaga dorong air.
  - b. Produksi gas diabaikan.
  - c. Harga *skin* di sekitar lubang bor sama dengan nol.
  - d. Tekanan reservoar di bawah tekanan saturasi.

Apabila dilakukan analisa regresi terhadap titik data, maka akan diperoleh persamaan yang dapat mempresentasikan titik-titik data tersebut. Persamaan tersebut adalah :

- 1) Berdasarkan data uji tekanan dan produksi, menentukan harga  $P_{wf}/P_s$ .
  - 2) Mensubstitusikan harga  $P_{wf}/P_s$  dari Langkah 1 dan harga laju produksi ( $q$ ) dari data produksi ke dalam Persamaan (2.5), dan menghitung harga  $q_{max}$ .

### Keterangan :

q<sub>max</sub> = Laju alir produksi maksimum, bbl

$q_{\text{max}} = \text{Laju alir produksi maksimum}$

Pwf = Tekanan alir dasar sumur, psi

Ps = Tekanan statik reservoar, Psi

- 3) Untuk membuat kurva IPR, menganggap beberapa harga Pwf dan menghitung harga q, yaitu:
  - 4) Memplot harga q terhadap Pwf pada kertas grafik linier. Kurva yang diperoleh adalah kurva kinerja aliran minyak dari formasi ke lubang sumur (Kurva IPR).

### **Sucker Rod Pump (SRP)**

*Sucker Rod Pump (SRP)* merupakan salah satu teknik pengangkatan buatan atau artificial lift yang digunakan untuk membantu mengangkat minyak dari lubang sumur ke permukaan sebagai akibat dari penurunan energi alami yang dimiliki reservoir. Pada jangka waktu tertentu, SRP yang terpasang pada suatu sumur perlu dilakukan perawatan. Secara definisi disebutkan bahwa perawatan sumur adalah semua jenis pekerjaan yang berhubungan dengan aktifitas pompa yang bertujuan untuk mempertahankan produksi sesuai dengan potensinya.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Evaluasi Sucker Rod Pump**

#### **Data - data Sumur X Yang Diteliti :**

- ❖ SG Water = 0,999
- ❖ Type Pump = 20 – 150  
RWAC
- ❖ API Oil = 22.3 API
- ❖ Bottom Perfo = 574 ft
- ❖ Middle Perfo = 567,5 ft
- ❖ Top Perfo = 561 ft
- ❖ Last Gross = 100 bfpd
- ❖ Last Net = 20 bopd
- ❖ Last WC (kadar air) = 80 %
- ❖ SL (stroke leght) = 20 in
- ❖ Strokes Per Minute = 6.5 SPM
- ❖ DFL = 403 ft
- ❖ Tubing Size = 2 3/8 in
- ❖ Rod = 3/5 in
- ❖ Plunger Diameter = 2.5 in
- ❖ Temperatur = 114 F

#### **Inflow Performance Relationship (IPR)**

Untuk menentukan kapasitas produksi dilakukan dengan melakukan analisis Inflow Performance Relationship (IPR). IPR menggunakan persamaan Vogel. Setelah memperoleh kurva IPR maka dapat dilakukan pemilihan laju alir yang optimum yang diinginkan pada tekanan alir dasar sumur. Untuk mendapatkan kurva IPR, perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil dari :

##### **1. Menghitung Nilai SGfmix dan GF**

- ❖  $SGfmix = (1 - WC) \times SG_o + WC \times SG_w$   
 $SGfmix = ((1 - 0,80) \times 0,920) + (0,80 \times 0,999) \quad SGfmix = 0,983$
- ❖  $Gf = SGfmix \times 0,433$   
 $Gf = 0,983 \times 0,433 \quad Gf = 0,4257$

Menghitung nilai Ps dan Pwf

$$Ps = (Mid Perfo - SFL) \times Gf$$
$$Ps = (567,5 - 0) \times 0,4257 \quad Ps = 241,6 \text{ psi}$$

- ❖  $Pwf = (Mid Perfo - DFL) \times Gf$   
 $Pwf = (567,5 - 403) \times 0,4257$   
 $Pwf = 70,03 \text{ psi}$

##### **2. Menghitung nilai PI**

##### **3. Menghitung nilai qmax**

### 4. Memplot kurva IPR

#### Kapasitas Sumur X

Data lapangan sumur X yang diteliti :

- ❖ Tekanan statis (Ps) : 241.6 psi
- ❖ Tekanan alir dasar sumur (Pwf) : 70.032 psi
- ❖ Produksi total (Qt) : 100 bfpd
- ❖ Produksi minyak (Qo) : 20 bfpd

#### 1. Menghitung nilai PI

$$PI = \frac{q}{(Ps - Pwf)} = \frac{100}{(241.6 - 70.03)} = 0.583 \text{ bfpd/psi}$$

#### 2. Menghitung nilai qmax

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

$$Q_{max} = \frac{100}{1 - 0,2 \left( \frac{70.03}{241.6} \right) - 0,8 \left( \frac{70.03}{241.6} \right)^2}$$

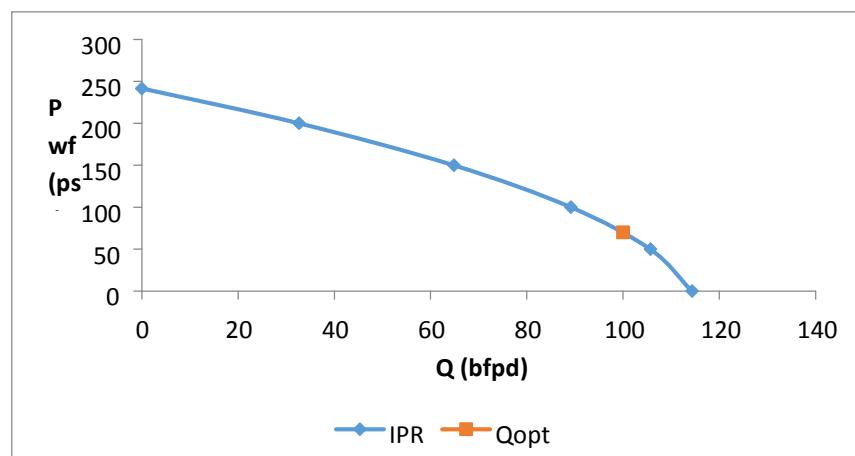
$$Q_{max} = 114.3 \text{ bfpd}$$

#### 3. Memplot harga q untuk harga Pwf dalam sebuah kurva IPR

**Tabel 4.1 Harga Q Pada Berbagai Pwf**

Pwf (psi)	Q (bfpd)
0	114.310831
50	105.662723
100	89.1811923
150	64.86624
200	32.7178658
241.6006	0

Dari tabel yang dibuat kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) yang merupakan hubungan antara tekanan alir dasar sumur (Pwf) dan laju alir fluida (q) seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



### Gambar 4.1 Kurva IPR

Dari hasil pendekatan *Inflow Performance Relationship* sumur X didapat harga Qmax 114.3 bfpd, sedangkan hasil test sumur tersebut didapatkan hasil sebesar 100 bfpd pada pwf 70.03 psi dengan water cut 80%, dimana dari hasil yang telah diketahui sumur telah berada di kondisi yang sudah optimum.

#### Perhitungan Evaluasi

Selain perhitungan untuk mengetahui nilai kapasitas sumur kita juga harus mengetahui hasil dari perhitungan evaluasi Sucker Rod Pump terpasang pada sumur X sesuai dengan langkah-langkah perhitungan yang telah dibuat dalam bab 2 dengan memasukan data-data yang telah diperoleh yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung faktor percepatan dengan menggunakan rumus:

$$\alpha = \frac{SN^2}{70500}$$

$$\alpha = \frac{20 \times 6.5^2}{70500}$$

$$\alpha = 0.011986 \text{ inch}$$

2. Menentukan diamter plunger (Ap) dan konstanta (K) dari tabel 2.1 untuk

2 1/2

$$Ap = 4.909 \text{ inch}^2$$

$$K = 0.728 \text{ bpd/inch/spm}$$

3. Menentukan diameter rod (Ar) dan berat rod (M) dari tabel 2.2 untuk 3/4 inch

$$Ar = 0.442 \text{ inch}^2$$

$$M = 1.63 \text{ lb}$$

4. Menentukan diameter tubing (At) dari tabel 2.3 untuk 2 3/8 inch  $At = 1.995 \text{ inch}^2$

5. Menghitung plunger overtravel (ep) menggunakan persamaan 2.10

$$ep = \frac{12 \cdot L \cdot \alpha}{E \cdot Ar} \times \frac{490 \cdot L \cdot Ar}{144} = \frac{40.8 \cdot L^2 \cdot \alpha}{E}$$

$$ep = \frac{40.8 \times 496^2 \times 0.011986}{30 \times 10^6}$$

$$ep = 0.004010 \text{ inch}$$

6. Menghitung kehilangan langkah (et-er) dengan menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13

- ❖ Menghitung nilai kehilangan langkah (et)

$$et = \frac{5.20 \cdot G_f \cdot D \cdot A_p \cdot L}{E \cdot At}$$

$$et = \frac{5.20 \times 0.4257 \times 403 \times 4.909 \times 496}{30 \cdot 10^6 \times 1.995}$$

$$et = 0.036293 \text{ inch}$$

- ❖ Menghitung nilai kehilangan panjang langkah (er)

$$er = \frac{5.20 \cdot G_f \cdot D \cdot A_p \cdot L}{E \cdot Ar}$$

$$er = \frac{5.20 \times 0.4257 \times 403 \times 4.909 \times 496}{30 \cdot 10^6 \times 0.442}$$

$$e_r = 0.163811 \text{ inch}$$

7. Menghitung efektif plunger stroke (Sp) dengan menggunakan persamaan 2.13:

$$Sp = S + ep - (et + er)$$

$$Sp = 20 + 0.004010 - (0.036293 + 0.163811)$$

$$Sp = 19.803906 \text{ inch}$$

8. Menghitung pump displacement (V) dengan menggunakan persamaan 2.19:

$$V = K \times Sp \times N$$

$$V$$

$$= 0.728 \times 19.803906 \times 6.5$$

$$V = 93.712083192 \text{ bpd}$$

9. Menghitung effisiensi volumetris pompa dengan menggunakan persamaan 2.21:

$$Ev = \frac{q_t}{V} \times 100\%$$

$$Ev = \frac{100}{113.407068} \times 100\%$$

$$Ev = 106.709 \%$$

10. Menghitung beban rod (Wr) dengan menggunakan persamaan 2.16:

$$Wr = M \times L$$

$$Wr = 1.63 \times 496$$

$$Wr = 808.48 \text{ lb}$$

11. Menghitung beban fluida (Wf) dengan menggunakan persamaan 2.14:

$$Wf = 0,433 \times Gf (L Ap - 0,294 Wr)$$

$$Wf = 0,433 \times 0.4257 \times (496 \times 4.909 - 0.294 \times 808.48)$$

$$Wf = 405.000334 \text{ lb}$$

12. Menghitung peak polished rod load dan minimum polished rod load dengan persamaan 2.17 dan 2.18:

- ❖ Menghitung peak polished rod load (PPRL)

$$PPRL = Wf + Wr (1 + \alpha)$$

$$PPRL = 405.000334 + 808.48 (1 + 0.011986)$$

$$PPRL = 1223.170775 \text{ lb}$$

- ❖ Menghitung minimu polished rod load (MPRL)

$$MPRL = Wr (1 - \alpha - 0,127 Gf)$$

$$MPRL = 808.48 (1 - 0.011986 - 0.127 \times 0.4257) \quad MPRL = 755.079977 \text{ lb}$$

13. Menghitung counterbalance effect ideal (Ci) dengan menggunakan persamaan 2.22:

$$Ci = \frac{PPRL + MPRL}{2}$$

$$Ci = \frac{1223.170775 + 755.079977}{2} \quad 989.125376 \text{ lb}$$

14. Menghitung torsi maksimum (Tp) dengan menggunakan persamaan

2.23:

$$Tp = (PPRL - 0,95 \times Ci)(S / 2)$$

$$Tp = (1223.170775 - 0,95 \times 989.125376)(20/ 2)$$

$$Tp = 2835.016678 \text{ in-lb}$$

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang sudah dibuat tentang optimasi produksi sumur X didapatkan hasil yang telah dirangkum sebagai berikut :

1. Produksi Total sumur yang didapatkan menggunakan pendekatan Inflow Performance Relationship (IPR) sumur X maka hasilnya yaitu sebesar (Qmax 114,3108 bfpd).
2. Hasil evaluasi pompa yang di lakukan menggunakan metode vogel dua fasa maka diperoleh efisiensi Volumetris pompa yaitu sebesar 88%
3. Akhir dari evaluasi pompa terpasang pada sumur X maka sucker rod pump yang di gunakan masih berada dalam keadaan yang optimal.

### 5.2 Saran

1. Evaluasi Kinerja: Pertama-tama, perlu mengevaluasi kinerja dari sucker rod pump ini. Cek apakah performanya sesuai dengan ekspektasi atau tidak. Kalau tidak coba cari tahu apa penyebabnya. Mungkin ada komponen yang rusak atau perlu diupgrade.
2. Perawatan dan Pemeliharaan: Selanjutnya, perlu mengevaluasi perawatan dan pemeliharaan dari sucker rod pump ini. Pastikan melakukan perawatan secara rutin dan memeriksa komponen-komponennya.
3. Efisiensi Energi: Evaluasi juga efisiensi energi yang digunakan oleh sucker rod pump ini. Cek apakah energi yang diperlukan untuk mengoperasikan pompa ini efisien atau tidak.
4. Analisis Biaya: Engga ada salahnya juga kita melakukan analisis biaya terkait penggunaan sucker rod pump ini. Cek apakah biaya yang dikeluarkan sebanding dengan manfaat yang diperoleh. Kalau ada potensi penghematan biaya, coba eksplorasi opsi-opsi yang ada.

## REFERENSI

- Ahmed, Tarekh : “Reservoir Engineering Handbook 4 Ed”, United States of America: Gulf Publishing.
- Brown, K. E : “The Technology of Artificial Lift Methods”, Volume 2a, PennWell Publishing Co., Tulsa, Oklahoma, 1980.
- Brown, K. E : “The Technology of Artificial Lift Methods”, Volume 2b, PennWell Publishing Co., Tulsa, Oklahoma, 1980.
- Brown, K. E : “The Technology of Artificial Lift Methods”, Volume 4, PennWell Publishing Co., Tulsa, Oklahoma, 1984.
- Cholid, M. 2003 : “Teknologi Pumping Unit”.
- Masela, Fleming B. 2020 : “Optimasi Produksi Sucker Rod Pump pada Sumur X di Lapangan BOB BSP- Pertamina Hulu Energi Pedada Field. [Skripsi]. Politeknik Energi dan Mineral Akamigas. Cepu Unit Pumping Conventional Bukaka. 2011 : “Assembly Instruction and Operating Manual”, Cileungsi: PT Bukaka.
- Unit Pumping Conventional Bukaka. 2011 : “Part List BZPU C 114 – 143 - 74. Cileungsi”, PT Bukaka.