

Evaluasi *Lifting Efficiency* Pompa Angguk Pada Sumur RFD Di Lapangan YM

Rafid Mahasin Aryanto¹, Fidya Varayesi²

Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik dan Teknologi, Universitas Tanri Abeng^{1,2}
rafid.mahasin@student.tau.ac.id¹, fidya.varayesi@tau.ac.id²

Abstrak— Pompa SRP atau *Sucker Rod Pump* merupakan salah satu *artificial lift* yang digunakan untuk meningkatkan suatu sumur dengan tahap *primary recovery*. Dengan kerja pompa yang sangat berat maka performa pompa akan menurun, maka dari itu pentingnya evaluasi untuk menghitung efisiensi kerja pompa, efisiensi kerjanya dalam mengangkut fluida dan juga efisiensi pompa untuk menampung fluida dari bawah sumur ke permukaan. Pada sumur tersebut mempunyai water cut di atas 80%, maka dari itu sumur RFD merupakan *water cut* paling kecil 66,1% dan juga memiliki laju alir produksi 50,2% dari pada kapasitas sumur produksi, maka perlu di evaluasi kemampuan produksi dan kapasitas pompa yang digunakan, kemudian dilakukan analisis pompa untuk mendapatkan informasi pompa *Sucker Rod Pump* untuk dilakukan evaluasi berupa tekanan dan temperatur fluida pada sumur produksi. Studi kasus dengan interpretasi data kuantitatif, untuk melihat kemampuan produksi sumur RFD dengan hasil yang maksimal, data kemudian dilakukan perhitungan untuk evaluasi pada sumur, dari hasil analisis maka dapat di tentukan Langkah yang akan dilakukan selanjutnya untuk mengoptimalkan kinerja pada pompa *Sucker Rod*, mengubah di ukuran plunger pompa menjadi 2 inci dan serta Panjang stroke menjadi 35 inci dari pada hasil evaluasi yang sudah dilakukan maka hasil dari optimasi sumur produksi yang menghasilkan efisiensi volumetris sebesar 83,9% dan lajur alir maksimum mendapatkan hasil 105,6 bpd

Keywords — Sucker Rod Pump, Evaluasi, efisiensi

Abstrak— The SRP pump or *Sucker Rod Pump* is an artificial lift that is used to improve a well with a primary recovery stage. With very heavy pump work, the pump performance will decrease, therefore it is important to evaluate the pump's working efficiency, its working efficiency in transporting fluid and also the pump's efficiency in collecting fluid from the bottom of the well to the surface. This well has a water cut above 80%, therefore the RFD well has a water cut of at least 66.1% and also has a production flow rate of 50.2% of the production well capacity, so it is necessary to evaluate the production capability and pump capacity used, then a pump analysis is carried out to obtain information on the *Sucker Rod Pump* for evaluation in the form of fluid pressure and temperature in the production well. Case study with quantitative data interpretation, to see the production capability of the RFD well with maximum results, the data is then calculated for evaluation of the well, from the results of the analysis it can be determined what steps will be taken next to optimize the performance of the *Sucker Rod pump*, changing the size The pump plunger becomes 2 inches and the stroke length becomes 35 inches. Based on the results of the evaluation that has been carried out, the results of the production well optimization resulted in a volumetric efficiency of 83.9% and a maximum flow rate of 105.6 bpd.

Keywords — Sucker Rod Pump, Evaluation, efficiency

I. PENDAHULUAN

Artificial lift memiliki peranan penting dalam meningkatkan produktivitas sumur, dimana *artificial lift* digunakan Ketika tekanan reservoir tidak cukup untuk mendorong fluida secara alami ke permukaan. Faktor – faktor yang mempengaruhi *artificial lift* antara

lain karakteristik reservoir, sifat fluida dan kondisi sumur. Tujuan dari pengangkatan buatan Adalah untuk meningkatkan produksi minyak dan gas dengan mengaktifkan tekanan pipa masuk sehingga reservoir merespon dan memproduksi laju alir yang diharapkan. Desain dan pengoptimalan pengangkatan buatan harus

mempertimbangkan faktor – faktor tersebut untuk memastikan efektivitas dan efisiensi Teknik ini dalam mengangkat fluida dari sumur ke permukaan [1]. Metode pengangkatan buatan yang diterapkan pada sumur “RFD” Adalah menggunakan metode *sucker rod pump*. Sucker rod pump bekerja menggunakan Gerakan rotasi dari primemover yang kemudian menjadi Gerakan translasi oleh crank atau pitman. Gerakan translasi ini digunakan untuk menggerakkan plunger di dalam sumur, ketika faktor ini naik, tekanan didalam pompa menjadi lebih rendah. Lapangan “YM” merupakan lapangan yang memiliki sumur dengan rata – rata water cut diatas 80%. Sumur RFD merupakan sumur dengan nilai water cut paling kecil yaitu 66,1% dengan laju alir produksi 50,2% dari kapasitas sumur produksi. Pada sumur ini diprediksikan pompa terpasang terhadap laju alir produksi maksimum pada sumur.

II. METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui kemampuan produksi maksimum dari sumur tersebut, maka dilakukan perhitungan kurva IPR sumur tersebut. Kurva IPR merupakan kemampuan suatu sumur untuk berproduksi. Menurut hasil penelitian Vogel (1968), untuk aliran fluida dua fasa (minyak dan gas) akan diperoleh bentuk kurva IPR berupa lengkungan dan diasumsikan bahwa sumur tidak mengalami kerusakan ataupun perbaikan. Menurut Brown (1984) kurva IPR dua fasa oleh Vogel dapat diformulasikan dalam bentuk persamaan berikut :

$$Q = Q_{\max} \left\{ 1 - 0,2 \left(\frac{p_{wf}}{p_s} \right) - 0,8 \left(\frac{p_{wf}}{p_s} \right)^2 \right\}$$

Selanjutnya dilakukan plot terhadap data Pwf vs Q untuk mendapatkan kurva IPR yang dapat digunakan untuk melihat performa sumur produksi. Selain itu, dengan IPR dapat digunakan untuk menentukan Q optimal.

Evaluasi Pompa terpasang pada Sumur RFD :

- Menentukan luas plunger (Ap), luas top rod (Atr) dan konstanta (K)
 $A_p = 0,25 \cdot \pi \cdot dp^2$
 $A_{tr} = 0,25 \cdot \pi \cdot dtr^2$
 $K = 0,1484 \cdot A_p$
 Dimana :
 $A_p = \text{luas plunger (in}^2\text{)}$
 $A_{tr} = \text{luas top rod (in}^2\text{)}$
 $dp = \text{plunger diameter (in)}$
 $dtr = \text{top rod diameter (in)}$
 $K = \text{konstanta}$
- Menentukan besarnya harga berat *rod string* (Wr) dan berat fluida (Wf)
 $Wr = (M_1 \times L_1) + (M_2 \times L_2) + (M_3 \times L_3)$
 $Wf = 0,433 \times G \times (L \times A_p - 0,294 \times Wr)$
- Menentukan *peak polished rod load* (PPRL) dan *minimum polished rod load* (MPRL)
 $\alpha_1 = \frac{SN_2}{70500} \left(1 + \frac{c}{p} \right)$
 $\alpha_2 = \frac{SN_2}{70500} \left(1 - \frac{c}{p} \right)$
 $PPRL = Wf + (0,9 + \alpha_1) \cdot Wr - Pwf \cdot A_p$

$$MPRL = (0,9 - \alpha_2) \cdot Wr$$

- Menentukan *stress maximum maximum* ($\sigma_{\max}$) dan *stress minimum* ($\sigma_{\min}$)
 - $\sigma_{\max} = \frac{PPRL}{A_{tr}}$
 - $\sigma_{\min} = \frac{MPRL}{A_{tr}}$

menentukan *counter balance effect ideal* (Ci)

$$Ci = \left(\frac{PPRL + MPRL}{2} \right)$$

menentukan torsi maksimum (*peak torque* = Tp)

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

menentukan *Net Lift* Pompa

$$LN = L - \frac{Pwf}{0,433 \times G}$$

menentukan factor percepatan (a)

$$a = \frac{SN_2}{70.500}$$

menentukan plunger over travel (ep)

$$Ep = \frac{40,8 L^2 a}{e}$$

menentukan *rod stretch* dan *tubing stretch*

$$er = \frac{5,2 G DFL Ap}{E} \times \left(\frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2} + \frac{L_3}{A_3} \right)$$

$$et = \frac{5,2 G DFL Ap}{E}$$

menentukan efektif *plunger stroke* (Sp)

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

menghitung pump displacement (V)

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

menghitung efisiensi volumetrik (Ev) pompa terpasang

$$Ev = \frac{Q}{v} \times 100$$

menentukan hydraulic horse power (Hh)

$$Hh = 7,36 \times 10^{-6} \cdot Qt \cdot G.L$$

menentukan friction horse power (Hf)

$$Hf = 6,31 \times 10^{-7} \cdot Wr \cdot S$$

menentukan Brake Horse Power (Hb)

$$Hb = 1,5 \cdot (Hh + Hf)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Pwf dan Qprod

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai tahapan dan Langkah dalam perhitungan untuk menentukan produksi optimum dan maksimum serta evaluasi pada pompa RFD.

- Menghitung harga productivity indeks (PI) untuk sumur

$$PI = \frac{Q}{P_s - P_{wf}}$$

$$PI = \frac{97,4}{353 - 216} = 0,71$$

- b. Menghitung harga Qmax Rumus Vogel :

$$Q_{\max} = \left\{ 1 - 0,2 \left(\frac{pwf}{ps} \right) - 0,8 \left(\frac{pwf}{ps} \right)^2 \right\}$$

$$Q_{\max} = \left\{ 1 - 0,2 \left(\frac{216}{353} \right) - 0,8 \left(\frac{216}{353} \right)^2 \right\}$$

$$= 1 - 0,122 - 0,296$$

$$= 0,582$$

- c. Menghitung harga Qoptimum

$$Q_{\text{opt}} = 80 \% \times Q_{\max}$$

$$Q_{\text{opt}} = 80 \% \times 0,582$$

$$= 0,46 \%$$

- d. Menentukan Qprod dari Pwf asumsi

$$Q_{\text{prod}} = Q_{\max} \times \left\{ 1 - 0,2 \left(\frac{pwf}{ps} \right) - 0,8 \left(\frac{pwf}{ps} \right)^2 \right\}$$

$$= 0,582 \times \left\{ 1 - 0,2 \left(\frac{216}{353} \right) - 0,8 \left(\frac{216}{353} \right)^2 \right\}$$

$$= 0,338$$

B. Evaluasi Pompa

Evaluasi pompa Sucker Rod terpasang di sumur RFD Setelah dilakukan Analisa kurva IPR selanjutnya mengevaluasi kinerja sucker rod yang terpasang. Berikut merupakan tahapan dalam mengevaluasi pompa, yaitu :

- a. Menentukan luas plunger (Ap), luas top rod (Atr) dan konstanta (K)

$$A_p = 0,25 \cdot \pi \cdot dp^2$$

$$= 0,25 \cdot 3,14 \cdot (1,75)^2$$

$$= 2,404 \text{ in}^2$$

$$A_{tr} = 0,25 \cdot \pi \cdot d_{tr}^2$$

$$= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,75^2$$

$$= 0,442 \text{ in}^2$$

$$K = 0,1484 \cdot A_p$$

$$= 0,4184 \cdot 2,404$$

$$= 0,356$$

- b. Menentukan besarnya harga berat rod string (Wr) dan berat fluida (Wf)

$$L_1 = R_1 \times L$$

$$= 0,561 \times 2161,4 \text{ ft}$$

$$= 1,212 \text{ ft}$$

$$L_2 = R_2 \times L$$

$$= 0,439 \times 2161,4 \text{ ft}$$

$$= 754,3 \text{ ft}$$

$$W_r = (M_1 \times L_1) + (M_2 \times L_2)$$

$$= (1,63 \text{ lb/ft} \times 1,212 \text{ ft}) + (2,22 \text{ lb/ft} \times 754,3 \text{ ft})$$

$$= 1,975,56 + 1,674,54$$

$$= 3,650,1 \text{ lb}$$

$$W_f = 0,433 \times G \times (L \times A_p - 0,294 \times W_r)$$

$$= 0,433 \times \quad \times (2,161,4 \times 2,404 - 0,294 \times 3605,1)$$

$$= 0,433 \times 0,96 (4,136,12)$$

$$= 1,719,30 \text{ lb}$$

- c. Menentukan peak polished rod load (PPRL) dan minimum polished rod load (MPRL)

$$\alpha = \frac{SN_2}{70500}$$

$$= \frac{64 \text{ in.} (6,8 \text{ SPM})^2}{70500}$$

$$= \frac{2959,36}{70500}$$

$$= 0,0419$$

$$PPRL = W_f + W_r \cdot (1 + \alpha)$$

$$= 1,719,30 + 3,650,1 \cdot (1 + 0,0419)$$

$$= 5,369,4 \cdot (1,0419)$$

$$= 5,594,37 \text{ lb}$$

$$MPRL = W_r \cdot (1 - \alpha - 0,127 \times G)$$

$$= 3,650,1 (1 - 0,0419 - 0,127 \times 0,96)$$

$$= 3,650,1 (0,797)$$

$$= 2,909,12 \text{ lb}$$

- d. Menentukan stress maximum maximum ($\sigma_{\max}$) dan stress minimum ($\sigma_{\min}$)

$$\sigma_{\max} = \frac{PPRL}{A_{tr}}$$

$$= \frac{5594,97}{0,442}$$

$$= 12,658 \text{ psi}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{MPRL}{A_{tr}}$$

$$= \frac{2909,12}{0,442}$$

$$= 6,581 \text{ psi}$$

- e. menentukan counter balance effect ideal (Ci)

$$C_i = \left(\frac{PPRL + MPRL}{5594,97 + 2909,12} \right)^2$$

$$= \frac{8504,09}{2}$$

$$= 4,252,04 \text{ psi}$$

- f. Menentukan torsi maksimum (peak torque = Tp)

$$T_p = (PPRL - 0,95 \cdot C_i) \cdot S/2$$

$$T_p = (5594,97 - 0,95 \cdot 4,252,04) \cdot 64/2$$

$$= 1555,532 \cdot 64/2$$

$$= 49,777,024 \text{ in.lb}$$

- g. Menghitung efisiensi volumetris pompa (Ev) pompa terpasang

1. menentukan Net Lift Pompa

$$LN = L$$

$$= 2,161,4 \text{ ft}$$

2. menentukan plunger over travel (ep)

$$E_p = \frac{40,8 L^2 a}{30 \times 10^6}$$

$$= \frac{40,8 \times 2161,4^2 \times 0,0419}{30 \times 10^6}$$

$$= 0,266 \text{ in}$$

3. menentukan rod stretch dan tubing stretch

$$e_r = \frac{5,2 G DFL A_p}{e} \times \left(\frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2} \right)$$

$$= \frac{5,2 \cdot 0,95 \cdot 1600 \cdot 2,404}{3 \times 10^6} \times \left(\frac{1,212 \text{ ft}}{0,442} + \frac{754,3 \text{ ft}}{0,601} \right)$$

$$= 0,0006 \times 1,497,01$$

$$= 0,898 \text{ in}$$

$$e_t = \frac{5,2 G DFL A_p}{e}$$

$$= \frac{5,2 \cdot 0,95 \cdot 1600 \cdot 2,404}{(3 \times 10^6) (0,442)}$$

$$= 0,0014 \text{ in}$$

4. menentukan efektif plunger stroke (Sp)

$$S_p = (S + e_p) - (e_t + e_r)$$

$$= (64 + 0,266) - (0,898 + 0,0014)$$

$$= (64,266) - (0,8994)$$

$$= 63,36 \text{ in}$$

5. menghitung pump displacement (V)

$$V = K \times S_p \times N$$

$$= 0,356 \times 63,36 \times 6,8$$

$$= 15,75 \text{ BFPD}$$

6. menghitung efisiensi volumetric (Ev) pompa terpasang

$$Ev = \frac{Q}{v} \times 100\%$$

$$= \frac{97,4}{15,75 \text{ BFPD}} \times 100\% \\ = 61,8\%$$

- h. menentukan horse power (Hp) dari prime mover terpasang

1. menentukan hydraulic horse power (Hh)

$$Hh = 7,36 \times 10^{-6} \cdot Qt \cdot G.L \\ = 7,36 \times 10^{-6} \cdot 97,4 \cdot 0,95 \cdot 2.161,4 \\ = 1,471 \text{ hp}$$

2. menentukan friction horse power (Hf)

$$Hf = 6,31 \times 10^{-7} \cdot Wt \cdot S \\ = 6,31 \times 10^{-7} \cdot 3.650 \cdot 1,64 \\ = 0,147 \text{ hp}$$

3. menentukan Brake Horse Power (Hb)

$$Hb = 1,5 \cdot (Hh + Hf) \\ = 1,5 \cdot (1,471 + 0,147) \\ = 2,427 \text{ hp}$$

C. Analisa Pompa

Sumur RFD mempunyai total kedalaman sumur sebesar 2, 514 ft dan kedalaman mid perforasi 2038 ft yang memiliki Panjang *rodstring* 2206,7. Untuk diameter *plunger* yang digunakan 1,75 in.

Berdasarkan hasil perhitungan, maka data yang di dapat perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui kinerja efisiensi pompa untuk produksi sumur. Sumur yang digunakan untuk produksi menggunakan *sucker rod pump*, jika pompa sumur produksi memiliki tingkat efisien lebih dari 75% maka lebih efisiensi, jika kurang dari 75%, maka pompa perlu di evaluasi untuk mendapatkan nilai efisiensi yang optimal.

Kemampuan sumur terhadap laju produksi, maka dapat dilakukan perhitungan laju alir maksimal

0,583 bfpd, sumur RFD menggunakan *sucker rod pump* memiliki Panjang Langkah 30 in dan kecepatan pompa 8,3 spm, sumur rfd memiliki nilai efisiensi volumetric pompa sebesar 61,8 %

IV. KESIMPULAN

1. Sumur RFD memiliki efisiensi volumetrik pompa sebesar 61,8 % maka kapasitas pompa untuk mengangkat fluida dari sumur produksi tidak efisiensi.
2. Sumur RFD memiliki tekanan statis 353 psi dan tekanan dasar sumur sebesar 216 psi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, K.E.1997. *The Technology of Artificial Lift Method*. Volume 4. USA : The University of Tulsa Well.
- [2] Brown, K.E.1984. *The Tehcnology of Arificial Lift Method*. Volume 2b. Tulsa, Oklahoma:Penn Well Publishing Company.
- [3] Craft,B.C, Holden,W.R dan Graves, E.D.1962: *Well design: Drilling and production*, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [4] Daleel, 2015. *Pengaplikasian Artificial Lift Jenis Sucker Rod Pump*. Austria : University Of Leoben.
- [5] Fitriani, 2013. *Perencanaan Pengaktan Buatan dengan Sistim Pemompaan Berdasarkan Data Karakteristik Reservoir*. Jurnal Of Earth Energy Engineering.
- [6] Partowidagdo, Widjajono.2014. *Energi Sumber Daya Mineral: Kementrian ESDM*