



EVALUASI KINERJA *HYDRAULIC PUMPING UNIT* (HPU) PADA SUMUR “Z” LAPANGAN Y

Antelmus Sesermudi¹, Edi Untoro^{1*}

¹Teknik Produksi Migas, PEM Akamigas, Jl Gajah Mada No.38, Mentul Karangboyo, Kec. Cepu, Kabupaten Blora Jawa Tengah, 58315

*E-mail: untoro.cepu@gmail.com

ABSTRAK

Secara umum, kita tahu bahwa dalam operasional sumur minyak, terdapat dua metode produksi, yakni aliran alami (*natural flow*) dan pengangkatan buatan (*artificial lift*). *Natural flow* melibatkan sumur yang mengandalkan tekanan reservoir untuk mengangkat fluida dari zona *perforasi* ke permukaan secara alami. Seiring berjalannya waktu, tekanan reservoir mengalami penurunan selama produksi sumur, menyebabkan peralihan metode dari aliran alami awal menjadi *artificial lift*. Pengangkatan buatan digunakan ketika penurunan tekanan reservoir menyebabkan penurunan laju aliran, sehingga sumur tidak dapat menghasilkan fluida secara optimal. Secara garis besar, pemasangan *artificial lift* bertujuan untuk mengangkat fluida. Salah satu jenis *artificial lift* yang umum digunakan adalah *Hydraulic Pumping Unit*. Untuk meningkatkan produktivitas sumur menggunakan *Hydraulic Pumping Unit*, perlu memperhatikan faktor-faktor seperti kapasitas produksi pompa, panjang rod, kecepatan dalam pemompaan, kedalaman sumur, dan letak kedalaman pompa pada sumur minyak.

Kata kunci: *Hydraulic Pumping Unit, Artificial Lift, Productivity Index, Efisiensi Pompa*

ABSTRACT

In general, we are aware that in the operation of an oil well, there are two production methods: natural flow and artificial lift. Natural flow involves a well that relies on reservoir pressure to lift fluids from the perforated zone to the surface naturally. Over time, reservoir pressure decreases during well production, leading to a method transition from the initial natural flow to artificial lift. Artificial lift is utilized when the decline in reservoir pressure causes a reduction in flow rate, preventing the well from producing fluids optimally. In essence, the installation of artificial lifts aims to lift fluids. One common type of artificial lift used is the Hydraulic Pumping Unit. To enhance well productivity using the Hydraulic Pumping Unit, it is essential to consider factors such as pump production capacity, rod length, pumping speed, well depth, and the positioning of the pump depth in an oil well.

Keywords: *Hydraulic Pumping Unit, Artificial Lift, Productivity Index, Pump Efficiency*

1. PENDAHULUAN

Sebagaimana seringkali terjadi masalah terhadap suatu kegiatan operasional maka semestinya perlu dilakukan pengevaluasian terhadap operasional tersebut seperti contohnya jenis *artificial lift hydraulic pumping unit*. Metode *artificial lift*, digunakan untuk mengangkat minyak ke permukaan dengan menggunakan pompa. *Artificial lift* memiliki berbagai jenis, salah satunya adalah pompa sisipan dengan mekanisme *Hydraulic Pumping Unit* (HPU). Pompa ini bekerja dengan menggunakan sistem hidrolik, di mana tenaga dari *power pack* dialirkan ke piston pada *cylinder jack* untuk mengangkat beban di dalam sumur. Beban yang diangkat oleh pompa HPU meliputi beban batang (*rod*) dan beban *fluida*. Dengan memperhatikan parameter tekanan hidrolik, kita dapat mengetahui beban yang diangkat oleh pompa HPU [1].

Lapangan industri minyak dan gas menerapkan metode *artificial lift*, termasuk *Hydraulic Pumping Unit* dimana penggunaan jenis *artificial lift* ini biasanya dipertimbangkan oleh perusahaan dengan memperhatikan aspek-aspek yang ada dalam lapangan pengoperasian minyak dan gas bumi tersebut.

Prinsip dasar dalam pengoperasian *Hydraulic Pumping Unit* adalah melalui pengaturan panjang langkah dan kecepatan pompa. Kedua faktor ini harus disesuaikan dengan kemampuan pompa dan produktivitas sumur, yang dapat dilihat melalui kurva *Inflow Performance Relationship*. Jika panjang langkah dan kecepatan pompa kurang dari kecepatan produksi optimal, produktivitas sumur yang optimal tidak akan tercapai. Sebaliknya, jika panjang langkah dan kecepatan pompa melebihi batas optimal, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada komponen HPU, terutama komponen pompa yang berada di bawah permukaan. [2]

Salah satu masalah umum yang terjadi dalam produksi fluida dengan pompa adalah kelebihan produksi. Sedangkan pompa hanya dapat mengangkat *fluida* sesuai kapasitasnya. Produksi yang melebihi kapasitas pompa akan membuat pompa tidak mampu mengangkat *fluida* dan dapat menyebabkan kerusakan pada pompa. Di sisi lain, produksi yang tidak memenuhi kapasitas pompa dapat merusak pompa karena pompa bekerja tanpa cukup cairan yang masuk ke dalamnya (*underload*), sehingga pompa menjadi panas dan merusak peralatan pompa [3].



Gambar 1 *Hydraulic Pumping Unit*

A. Peralatan Pompa Di Surface

1. Power Pack

Power Pack adalah komponen yang berfungsi untuk memompa cairan hidrolik ke si-

linder hidrolik di menara untuk mengangkat beban peralatan di atasnya.

2. Menara Silinder Hidrolik.

Menara Silinder Hidrolik berfungsi sebagai pondasi dan tempat untuk meletakkan

komponen HPU serta *hydraulic cylinder* dan semua komponen pengangkat *polished rod*. *Hydraulic Jack*. Sensor Panjang (S) berguna untuk mengontrol panjang langkah sesuai dengan desain yang diinginkan.

B. Peralatan Pompa Di Sub-Surface

1. Tubing

Tubing merupakan saluran yang penting dalam produksi minyak dan gas di sumur. Pemilihan tubing yang tepat sangat penting untuk memastikan produksi yang efisien dan keekonomisan kinerja sumur. Tubing harus memiliki kekuatan dan ukuran yang sesuai dengan kondisi reservoir dan tingkat produksi yang diinginkan. [1].

2. Pompa.

Pompa merupakan alat yang digunakan didalam *tubing*, dan berperan penting. Terdapat beberapa komponen pada pompa diantaranya:

- *Working Barrel* adalah bagian dari pompa yang berfungsi sebagai dudukan atau tempat bagi *plunger*. *Work-*

ing barrel ini memungkinkan gerakan naik-turun *plunger* sesuai dengan *stroke* yang diatur. Ketika *plunger* naik, *fluida* masuk ke dalam *working barrel*, dan ketika *plunger* turun, *fluida* dipaksa keluar melalui *valve* dan *tubing*.

- *Plunger*. *Plunger* adalah komponen utama dalam pompa yang berada di dalam *working barrel*. *Plunger* memiliki bentuk *silinder* dan bergerak naik-turun dalam *working barrel* sesuai dengan gerakan pompa. Saat *plunger* naik, *fluida* masuk ke dalam *working barrel* melalui katup isap, dan saat *plunger* turun, *fluida* dipaksa keluar melalui katup dorong, yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

- 3. Sucker Rod String** adalah rangkaian peralatan yang digunakan dalam sistem pompa SRP (*Sucker Rod Pump*) untuk mentransfer energi dari peralatan permukaan ke *plunger* di dalam sumur, yang dapat dilihat pada **Tabel 3** [1].

Tabel 1. Data Tubing

<i>Tubing size</i>	<i>Outside diameter (inch)</i>	<i>Inside diameter (inch)</i>	<i>Metal area (in²)</i>	<i>Elastic constant in. per lb ft</i>
1.900	1.900	1.610	0.800	0.500 x 10 ⁻⁶
2 3/8	2.375	1.995	1.304	0.307 x 10 ⁻⁶
2 7/8	2.875	2.441	1.812	0.221 x 10 ⁻⁶
3 1/2	3.500	2.992	2.590	0.154 x 10 ⁻⁶
4	4.000	3.476	3.077	0.130 x 10 ⁻⁶
4 1/2	4.500	3.958	3.601	0.11110 ⁻⁶

Tabel 2 Data Plunger

<i>Diameter (inch)</i>	<i>Luas, Ap (sq.in)</i>	<i>Konstanta pompa (bbl/D/in./spm)</i>
1 1/2	0,785	0,117
1 1/16	0,880	0,132
1 1/4	1,227	0,182
1 1/2	1,767	0,262
1 3/4	2,405	0,357
2	3,142	0,466
2 1/4	3,976	0,590
2 1/2	4,909	0,728
2 3/4	5,940	0,881
3 3/4	11,045	1,640
4 3/4	17,721	2,630

Table 3 Data Sucker Rod

Diameter (inch)	Luas (inch²)	Berat (lb/ft)
5/8	0,307	1,13
3/4	0,442	1,63
7/8	1,601	2,22
1	1,785	2,90
1 1/8	2,994	2,67

3. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa kegiatan kajian dari subjek penelitian yang memfokuskan pada Evaluasi pompa HPU dengan metode Vogel. Dengan menghitung nilai Qmax, Qoptimum, PI, Kurva IPR, dan Efisiensi Pompa HPU-nya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tabel 4 antara lain seperti data sumur, data pompa, dan data fluida.

Dari data-data yang diperoleh akan dilakukan tahapan perhitungan dengan menggunakan metode *Vogel*. Tahapan dimulai dengan menghitung produktivitas sumur, memplot kurva *Inflow Performance Relationship* untuk mendapatkan nilai qmax sumur, dan dilanjutkan dengan mengevaluasi kemampuan pompa *hydraulic pumping unit*. Dari tahapan perhitungan tersebut terdapat data-data yang diperoleh untuk memulai tahapan penelitian, yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Data Sumur Z

Data	Keterangan
Produksi total (qt),	115 Bfpd
Produksi minyak (qo)	52 Bopd
API	37,4
SG Air	1
SG Minyak	0,837
Water Cut	55%
WFL	1196 ft
SFL	380 ft
Top perfo	1420 ft
Battom perfo	1423ft
Diameter Tubing	3 ¹ / ₂ in
Kedalaman total	1588 ft
Tubing Pressure	100 psi
Casing Pressure	22 psi
Panjang langkah (S)	100 in
Kecepatan Pompa (N)	6 spm
Diameter Plunger	1 ³ / ₄ in
Diameter Rod	7/8 in
Kedalaman pompa	1325 ft

4. PEMBAHASAN

A. Menghitung Productivity Index

Productivity Index (PI) dihitung untuk mengetahui kemampuan yang ada pada reservoir tersebut dengan menghitung tekanan alir dasar sumur dan juga tekanan reservoir dan dibandingkan dengan produksi total suatu sumur [4], dengan persamaan :

$$PI=Q/(Ps-Pwf).....(1)$$

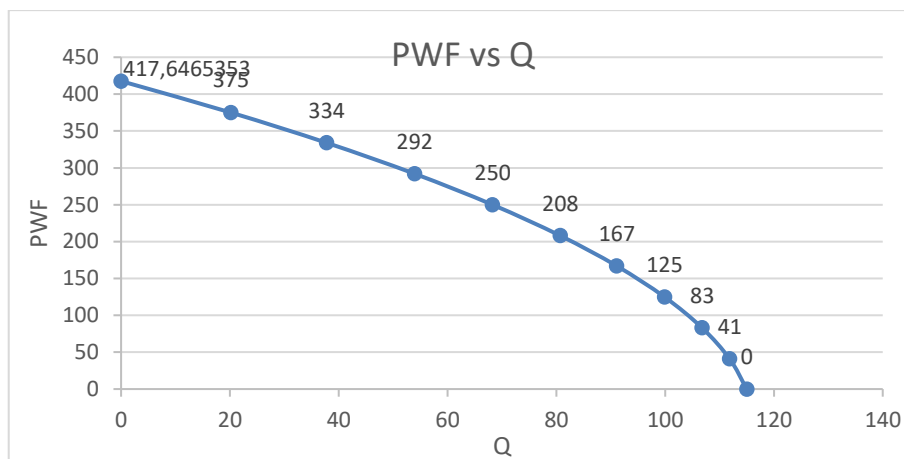
sehingga akan didapatkan nilai *productivity index* sebesar 0,351108 bpd/psi.

B. Menghitung Q max

$$Q_{max} = \frac{115}{1-0,2\left(\frac{Pwf}{Ps}\right)-0,8\left(\frac{Pwf}{Ps}\right)^2}.....(2)$$

di dapatkan nilai Qmax sebesar 125,0537 bpd, dengan Q optimal adalah 80% dari Qmax yaitu 100,043 bfpd

C. Memplot Pasangan Data q vs Pwf
 Asumsikan sehingga akan memperoleh grafik IPR yang terdapat pada **Gambar 2.**



Gambar 2 Kurva IPR

D. Mengevaluasi Hydraulic Pumping Unit

- Menentukan Faktor Percepatan (α) dimana;

$$\alpha = \{(S.N^2)/70500\} \dots \dots \dots (3)$$

Nilai dari percepatan adalah 0,051064

- Diameter plunger (A_p) dan konstanta (K) plunger 1 3/4 pada Tabel 2
 $A_p = 2,405 \text{ in}^2$
 $K = 0,357 \text{ bpd/in/spm}$

- Diameter rod (A_r) dan (M) Diameter rod 3/4 pada Tabel 3
 $A_r = 1,601 \text{ in}^2$
 $M = 2,22 \text{ lbs}$

- Diameter tubing (A_t). Diameter 3 1/2 pada Tabel 1
 $A_t = 2,590 \text{ in}^2$

- Menentukan Plunger Overtravel (ep) dengan (30×10^6)

$$ep = (40,8 L^{(2)} \alpha) / E \dots \dots \dots (4)$$

maka didapatkan Plunger Overtravel (ep) = 0,121922553

- Menentukan kehilangan langkah ($et + er$) dengan

$$et = \frac{5,20.Gf.Wfl.Ap.L}{E.A_t} \dots \dots \dots (5)$$

$$= 0,6867$$

$$er = \frac{5,20.Gf.Wfl.Ap.L}{E.A_r} \dots \dots \dots (6)$$

$$= 0,4245$$

- Menentukan Efektif Plunger Stroke (Sp) dengan

$$sp = S + ep - (et + er) \dots \dots \dots (7)$$

Nilai efektif plunger stroke adalah 99,0106 in

- Menentukan Pump Displacement (V) dengan

$$V = K \times Sp \times N \dots \dots \dots (8)$$

Nilai pump displacement adalah 212,0807 bpd

- Menentukan Efisiensi Volumetris pompa dengan

$$Ev = Qt/v \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

Nilai dari *efisiensi volumetris* pompa adalah 0,54; dipersenkan menjadi 54%

- Menentukan beban *rod* (W_r) dengan

$$W_r = M \times L \dots \dots \dots (10)$$

Nilai beban *rod* (W_r) *artificial lift* yang akan digunakan 2941,5 lb

- Menentukan beban fluida (W_f) dengan

$$W_f = 0,433 \times SG_f (L \times A_p - 0,294 \times W_r) \dots \dots \dots (11)$$

Nilai beban fluida (W_f) adalah 931,9574 lb

- Menentukan *Peak Polished Rod Load* (PPRL) dengan

$$PPRL = W_f + W_r (1 + \alpha) \dots \dots \dots (12)$$

Nilai *Peak Polished Rod Load* (PPRL) adalah 4023,6617 lb

- Menentukan *Minimum Polished Rod Load* (MPRL) dengan

$$MPRL = W_r \times (1 - \alpha - 0,127 \times SG_f) \dots \dots \dots (13)$$

Nilai *Minimum Polished Rod Load* (MPRL) adalah 2444,9965 lb

- Menentukan total *load* dengan

$$\text{Total load} = W_r + W_f \dots \dots \dots (14)$$

Nilai total *load* adalah 3873,4574 lbs.

- Menentukan luas *Cylinder* (L_c) dengan

$$L_c = (\pi \times ID \times ID) / 4 \dots \dots \dots (15)$$

Nilai luas *cylinder* adalah 7,0273 lbs.

- Menentukan Luas *Rod* (L_r) dengan

$$L_r = (\pi \times OD \times OD) / 4 \dots \dots \dots (16)$$

Nilai Luas *Rod* adalah 2,0121 lbs.

- Menentukan *Cylinder factor* (C_f) dengan

$$C_f = \text{Luas ID Cylinder} - \text{Luas OD Rod} \dots \dots \dots (17)$$

Nilai *Cylinder factor* adalah 5,0152 in

- Menentukan *Hydraulic pressure* (H_p) dengan

$$H_p = \frac{\text{Total Load}}{\text{Cylinder Factor}} \dots \dots \dots (18)$$

Nilai *hydraulic pressure* adalah 772,334 psi.

4. SIMPULAN

Sesuai hasil perhitungan kapasitas produksi yang dilakukan dimana dengan nilai ps 417,64 psi dan nilai pwf 90,11psi, diperoleh nilai produksi maksimum (Q_{max}) sebesar 125,054 bfpd dan nilai Q oil maximum adalah 56,546 bopd. Dari hasil perbandingan antara Q_{max} dan Q total saat ini dapat dilihat bahwa sumur Z telah berproduksi melewati batas produksi optimum yang seharusnya, dimana dari hasil evaluasi Q optimum sebesar 100,043 bfpd. Dari hasil perhitungan tersebut juga didapat nilai *productivity index* (PI) sebesar 0,35111.

Dalam melakukan perhitungan evaluasi *Hydraulic Pumping Unit* pada sumur Z didapatkan untuk nilai *efisiensi volumetric* pada sumur Z sebesar 0,542246245 atau 54%. Dari analisa yang dilakukan pada sumur Z yang sekarang memiliki laju alir 115 bfpd, didapatkan bahwa sumur tersebut dapat bekerja dengan laju alir maksimum yang didapat sebesar 125,05 bfpd.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, baik perorangan maupun

instansi yang telah membantu penulisan karya ilmiah ini terutama pimpinan dan segenap staf PT. Bumi Siak Pusako yang telah memberikan izin pelaksanaan kerja lapangan sekaligus memberikan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dharma, S dkk. 2007. "Pedoman Artificial Lift Hydraulic Pumping Unit" Team Operation. PT. BOB-BSP.
- [2] Irzul, A. 2019. Analisa Tekanan Hydraulic Pada Sumur Artificial lift HPU. Pekanbaru, Riau
- [3] Ahmed Tarek, 2001" Reservoir Engineering Handbook Second Edition", United States of America Gulf Professional Publishing
- [4] Brown K.E, 1980, "The Technology of Artificial Lift", Volume 2B, Tulsa:Petroleum Publishing Company

Daftar Simbol

- PI = *Productivity Index*
IPR = *Inflow Performance Relationship*
EV = *Efisiensi volumetric*
Q = Laju alir
Pwf = Tekanan alir dasar sumur
Ps = Tekanan Reservoir
Bfpd= Barrel Fluid Per Day
Bopd= Barrel Oil Per Day
Wc = *Water Cut*
lb = *Pound*
in = *Inch*
ft = *feet* (kaki)
 α = Percepatan