

# EVALUASI DAN RE-OPTIMASI SUCKER ROD PUMP PADA SUMUR X, Y DAN Z LAPANGAN M BERDASARKAN EFISIENSI VOLUMETRIK POMPA

Oleh : Islamita Aslini

Pembimbing : Ir. Aries Prasetyo, M.T

---

## Abstrak

Sumur X,Y dan Z merupakan sumur di wilayah PT Pertamina EP Asset 1 *Field* Ramba dengan mekanisme pendorong (*natural flow*) berupa *water drive*, sehingga air yang terproduksi cukup besar, seiring berjalannya waktu kemampuan *natural flow* sudah tidak mampu mengangkat fluida sehingga dipasang pengangkatan buatan (*artificial lift*) pada ketiga sumur ini jenis sucker rod pump. Metode ini digunakan setelah dilakukan beberapa pertimbangan dan pengujian kemudian dianggap tepat untuk digunakan pada kondisi lapangan Ramba. Prinsip kerja *sucker rod* merupakan perpaduan gerak antara peralatan di permukaan dan di bawah permukaan. Dalam kinerjanya, pompa *sucker rod* tersebut harus selalu dipantau, karena semakin lama suatu sumur diproduksi maka tekanan reservoir akan semakin turun yang berdampak pada menurunnya ketinggian fluida. *Sucker rod pump* di gerakkan oleh *prime mover* yang menggunakan sumber tenaga gas ataupun listrik.

Untuk meningkatkan produktifitas suatu *sucker rod pump* perlu diperhatikan kapasitas produksi pompa, panjang langkah (SL), kecepatan pemompaan (N) maupun letak kedalaman pompa. Penurunan produksi pompa dapat disebabkan oleh berbagai factor. Berdasarkan data yang diperoleh Sumur X dengan panjang langkah (S) 54 in dan kecepatan pompa (N) 8 SPM memiliki efisiensi sebesar 41%, Sumur Y dengan panjang langkah (S) 54 in dan kecepatan pompa (N) 4.8 SPM efisiensi sebesar 63%, Sumur Z dengan panjang langkah (S) 169 in dan kecepatan pompa (N) 9 SPM efisiensi sebesar 95%. Berdasarkan data produksi tersebut diperoleh bahwa kemampuan produksi pompa yang terpasang pada sumur X dan Y saat ini belum mencapai kemampuan optimal dari pompa yang diharapkan yaitu antara 70% - 85% (Brown,1980). Sehingga diperlukan evaluasi dan optimasi pada Sumur X dan Y.

Evaluasi dilakukan dengan cara melakukan perhitungan efisiensi volumetris pompa kondisi terpasang serta kemampuan sumur berproduksi melalui perhitungan inflow performance relationship (IPR). Sedangkan optimasi untuk mendapatkan kombinasi parameter pompa yang optimum dilakukan dengan analisa nodal (*pump intake curve*). Setelah di lakukan optimasi diperoleh pada Sumur X dengan SL 33 in, N 9.5 SPM, Laju alir fluida 113 BFPD diperoleh efisiensi 96% dengan life time 1 tahun 3 bulan, sedangkan pada Sumur Y dengan SL 22 in, N 9.5 SPM, laju alir fluida 68 BFPD menghasilkan efisiensi 89% dengan life time 2 tahun 3 bulan.

Kata kunci : *sucker rod pump*, optimasi pompa, evaluasi, *life time*.

---

## ABSTRACT

*Wells X, Y and Z are wells in the area of PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba with a natural flow mechanism in the form of water drive, so that the water produced is large enough, over time the natural flow ability is not able to lift the fluid so that a lift is installed. artificial lift in these three wells is a type of sucker rod pump. This method is used after several considerations and tests have been carried out and then deemed appropriate for use in the Ramba field conditions. The working principle of the sucker rod is a combination of motion between the equipment on the surface and below the surface. In terms of its performance, the sucker rod pump must always be monitored, because the longer a well is produced, the reservoir pressure will decrease*

which results in a decrease in fluid level. The sucker rod pump is driven by a prime mover that uses a gas or electric power source.

To increase the productivity of a sucker rod pump, it is necessary to pay attention to the pump production capacity, stroke length (SL), pumping speed (N) and the location of the pump depth. The decrease in pump production can be caused by various factors. Based on the data obtained, Well X with a stroke length (S) 54 in and pump speed (N) 8 SPM has an efficiency of 41%, Well Y with a stroke length (S) 54 in and pump speed (N) 4.8 SPM efficiency of 63%, Well Z with a stroke length (S) 169 in and a pump speed (N) 9 SPM efficiency of 95%. Based on the production data, it is found that the production capacity of the pumps installed in wells X and Y has not yet reached the optimal capacity of the expected pumps, namely between 70% - 85% (Brown, 1980). So that it requires evaluation and optimization of wells X and Y.

Evaluation is done by calculating the volumetric efficiency of the pump in the installed condition and the ability of the well to produce through the calculation of the inflow performance relationship (IPR). Meanwhile, optimization to obtain the optimum combination of pump parameters is carried out by nodal analysis (pump intake curve). After optimization, it was obtained at Well X with SL 33 in, N 9.5 SPM, fluid flow rate 113 BFPD obtained 96% efficiency with a life time of 1 year and 3 months, while in Well Y with SL 22 in, N 9.5 SPM, fluid flow rate 68 BFPD resulted in 89% efficiency with a life time of 2 years 3 months.

**Keywords:** sucker rod pump, pump optimization, evaluation, life time.

## I. PENDAHULUAN

Secara umum metode produksi dibagi menjadi dua yaitu sembur alam (*natural flow*) dan pengangkatan buatan (*artificial lift*). *Natural flow* merupakan metoda mengalirnya fluida dari zona perforasi ke permukaan sumur secara alamiah, hal ini disebabkan oleh tekanan reservoir yang mendorong fluida naik ke permukaan masih tinggi. Ketika tekanan reservoir tidak cukup lagi untuk memproduksi fluida pada laju alir yang ekonomis maka metode *artificial lift* dapat diterapkan untuk membantu mengangkat fluida produksi ke permukaan (Guo, February 2007). Semakin lama suatu sumur diproduksi maka tekanan reservoir akan menurun dan berdampak terhadap menurunnya ketinggian permukaan cairan maka perlu dilakukannya upaya optimasi pompa terpasang dengan menyesuaikan kapasitas produksi pompa dengan laju produksi sumur dan dilakukan evaluasi untuk meningkatkan kembali produksi pompa tersebut.

Sumur X dan Y berdasarkan kemampuan produksinya (IPR) belum optimum dari kapasitas pompa 127,3 BFPD hanyadiperoleh produksi sebesar 82 BFPD dengan efisiensi pompa terpasang 41% sedangkan pada Sumur Y kapasitas pompa 75 BFPD hanya mendapatkan 54 BFPD dengan efisiensi 63%. Sehingga perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan laju produksi yang lebih besar berdasarkan kemampuan sumur berproduksinya. Evaluasi dilakukan dengan cara melakukan perhitungan efisiensi volumetris pompa kondisi terpasang serta kemampuan sumur berproduksi melalui perhitungan *inflow performance*

*relationship* (IPR). Untuk mendapatkan kombinasi parameter pompa yang optimum dilakukan dengan menghitung persamaan (*pump intake curve*) terhadap kemampuan laju produksi sumur. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efisiensi volumetris pompa, evaluasi, dan optimasi pompa dengan mengoptimasi kecepatan (N) dan panjang langkah (S) pompa, serta prediksi *life time* pompa terhadap produksi dalam beberapa tahun kedepan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur dari berbagai referensi yang berhubungan dengan optimasi *sucker rod pump* untuk mendapatkan produksi yang optimum dan melakukan pengolahan data yang berupa perhitungan. Pengumpulan data pada penulisan ini yaitu data sonolog, dynagraph, dan produksi diperoleh dari studi lapangan dengan cara meninjau secara langsung kondisi di lapangan untuk gambaran global mengenai peralatan, proses prinsip kerja, pengukuran dan hal-hal penting yang berkaitan dengan penelitian. Kemudian data-data tersebut dihitung berdasarkan persamaan yang sesuai dengan keadaan sumur maupun keadaan pompa yang terpasang pada sumur-sumur yang digunakan. Dalam penelitian Tugas Akhir ini disusun dengan menggunakan suatu metodologi penelitian agar mempermudah penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Adapun metodologi yang digunakan disajikan pada lampiran -1.

### III. DATA PENELITIAN

Adapun data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini yaitu :

#### A. Sumur X

**Tabel 1 Data Pompa Terpasang Sumur X**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Pump Depth	3018.37	ft
2	Diameter Plunger	2.25	in
3	Diameter Rod	3/4 & 1	in
4	Stroke Speed	8	SPM
5	Stroke Length	54	in
6	Service Faktor	0.65	
7	Crank Pitman Ratio	0.26	
8	Tensile Strength Minimum	90,000	psia

**Tabel 2 Data Sumur X**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Dynamic Fluid Level	1745.5	Ft
2	Static Fluid Level	2559.06	Ft
3	Laju Produksi Total	82	BFPD
4	Laju Produksi Oil	4	BOPD
5	Laju Produksi Gas	0	SCFD
6	Water Cut	87	%
7	SG Oil	0.85	
8	SG Gas	1.011	
9	SG Fluida	0.987	
10	Tekanan Static Sumur (Ps)	510	Psia
11	Tekanan Alir Dasar Sumur (Pwf)	255	Psia
12	Diameter Tubing	3.5	Inch

#### B. Sumur Y

**Tabel 3 Data Pompa Terpasang Sumur Y**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Pump Depth	2838.38	ft
2	Diameter Plunger	1.75	in
3	Diameter Rod	3/4 & 1	in
4	Stroke Speed	4.8	SPM
5	Stroke Length	54	in
6	Service Faktor	0.65	
7	Crank Pitman Ratio	0.26	
8	Tensile Strength Minimum	90,000	psia

**Tabel 4 Sumur Y**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Dynamic Fluid Level	1486.22	Ft
2	Static Fluid Level	2194.88	Ft
3	Laju Produksi Total	54	BFPD
4	Laju Produksi Oil	6	BOPD
5	Laju Produksi Gas	0	SCFD
6	Water Cut	90	%
7	SG Oil	0.85	
8	SG Gas	1.02	
9	SG Fluida	0.987	
10	Tekanan Static Sumur (Ps)	772	Psia
11	Tekanan Alir Dasar Sumur (Pwf)	309	Psia
12	Diameter Tubing	2.87	Inch

#### C. Sumur Z

**Tabel 5 Data Pompa Terpasang Sumur Z**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Pump Depth	2510.89	ft
2	Diameter Plunger	1.75	in
3	Diameter Rod	3/4 & 1	in
4	Stroke Speed	9	SPM
5	Stroke Length	158	in
6	Service Faktor	0.65	
7	Crank Pitman Ratio	0.26	
8	Tensile Strength Minimum	90,000	psia

**Tabel 6 Data Sumur Z**

No	Parameter	Harga	Satuan
1	Dynamic Fluid Level	751.31	Ft
2	Static Fluid Level	1056.43	Ft
3	Laju Produksi Total	511	BFPD
4	Laju Produksi Oil	23	BOPD
5	Laju Produksi Gas	0	SCFD
6	Water Cut	95	%
7	SG Oil	0.85	
8	SG Gas	1.011	
9	SG Fluida	0.987	
10	Tekanan Static Sumur (Ps)	1567	Psia
11	Tekanan Alir Dasar Sumur (Pwf)	630	Psia
12	Diameter Tubing	3.5	Inch

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Sumur X

##### A. Produktifitas Formasi

1. Analisa Produktifitas Sumur Secara Kuantitatif, diperoleh nilai PI yaitu :

$$PI = \frac{qt}{(P_s - P_{wf})} = \frac{82}{(510 - 255)} = 0,322 \text{ BFPD/Psia}$$

2. Analisa secara grafis untuk menentukan produktifitas sumur X menggunakan perhitungan *inflow performance relationship* dengan menggunakan metode Wiggins dikarenakan sumur ini hanya menghasilkan 3 fasa fluida yaitu minyak, air dan Gas. Pada sumur X diketahui tekanan *reservoir* ( $P_r$ ) sebesar 510 psia, tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) sebesar 255 psia dan laju produksi sebesar 82 BFPD. Berikut perhitungan IPR:

$$\frac{Q_w}{Q_w \text{ Max}} = 1 - 0,722235 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0,284777 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2$$

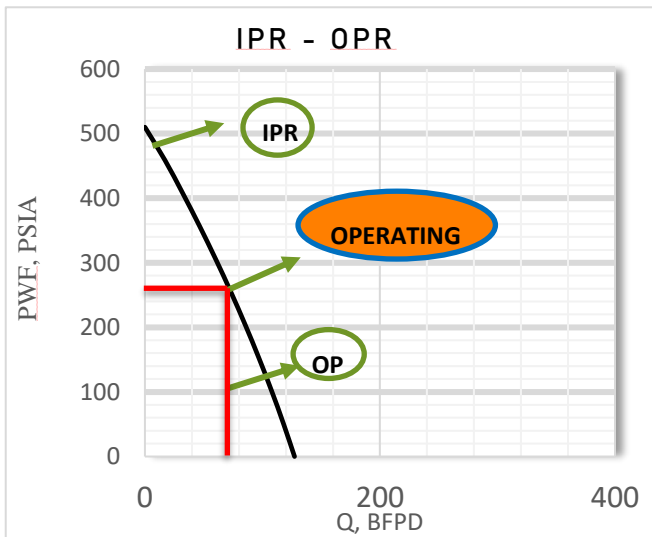
$$Q_w \text{ Max} = 122,01 \text{ BWPD}$$

$$\frac{Q_o}{Q_o \text{ Max}} = 1 - 0,519167 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0,481092 \left( \frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2$$

$$Q_o \text{ Max} = 5,28 \text{ BOPD}$$

$$Q \text{ Fluida Max} = 127,30 \text{ BFPD}$$

$$Q \text{ Optimum (70\%)} = 89,11 \text{ BFPD}$$



Gambar 1 Kurva IPR

##### B. Evaluasi Kinerja Pompa Sucker Rod Pump Terpasang

Setelah melakukan analisa produktifitas formasi dan menentukan produktifitas sumur selanjutnya yaitu menentukan evaluasi kinerja pompa terpasang.

Tabel 7 Hasil Evaluasi.

Parameter	Harga	Parameter	Harga
$A_p$	3,974	$C_i$	7614,124
$A_{tr}$	0,785	PT	232086,0335
$A_{br}$	0,442	$L_N$ , ft	2429,455
K	0,590	$E_p$ , in	0,692
$W_r$ , lb	5748,033	$E_r$ , in	9,598
$W_f$ , lb	4462,182	$E_t$ , in	2,936
$\alpha$	0,049	$S_p$	42,158
PPRL, lb	10491,990	PD, B/D	198,899
MPRL, lb	4736,257	$E_v$	41%
$S_{max}$ , lb/in <sup>2</sup>	13365,593	$H_H$ , hp	1,466
$S_{min}$ , lb/in <sup>2</sup>	6033,448	$H_f$ , hp	0,051
SA	24705,979	$H_b$ , hp	2,276

##### C. Optimasi Sucker Rod Pump

Setelah dilakukan evaluasi pada *sucker rod pump* yang terpasang diperoleh nilai efisiensi volumetriknya 41% yang mana belum mencapai nilai optimum yang diinginkan. Maka dari itu penulis melakukan optimasi dengan mengubah nilai Panjang langkah (SL) dan kecepatan pompa (N). Dengan menggunakan rumus  $P_3$  atau *pump intake pressure* pada pompa terpasng.

Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan dalam optimasi sucker rod pump:

- $A_p = 3.14 \text{ in}^2$
- $A_{tr} = 0.785 \text{ in}^2$
- $A_{br} = 0.442 \text{ in}^2$
- $K = 0.446 \text{ in}^2$
- $a = -1.487$
- $b = 0.1622$
- $c = 0.4351$

Adapun untuk persamaan intake pompa :

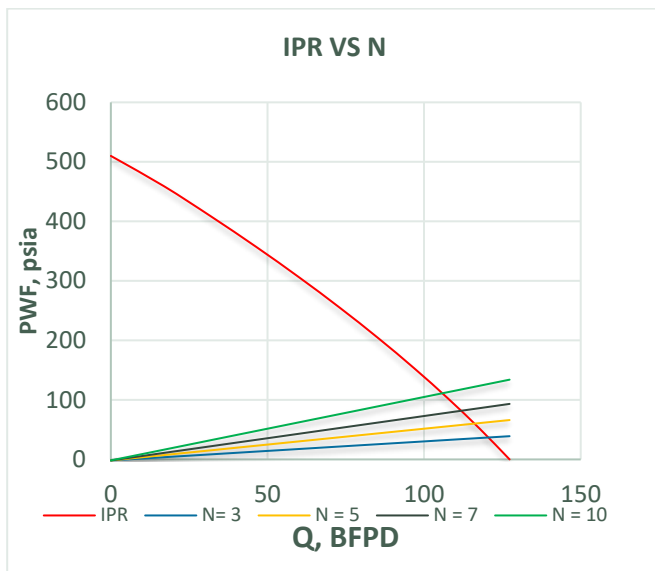
- Pump intake untuk harga N:

$$P_3 = a + b Q = -1.487 + 0.1622 N Q \dots \dots \dots (4.1)$$

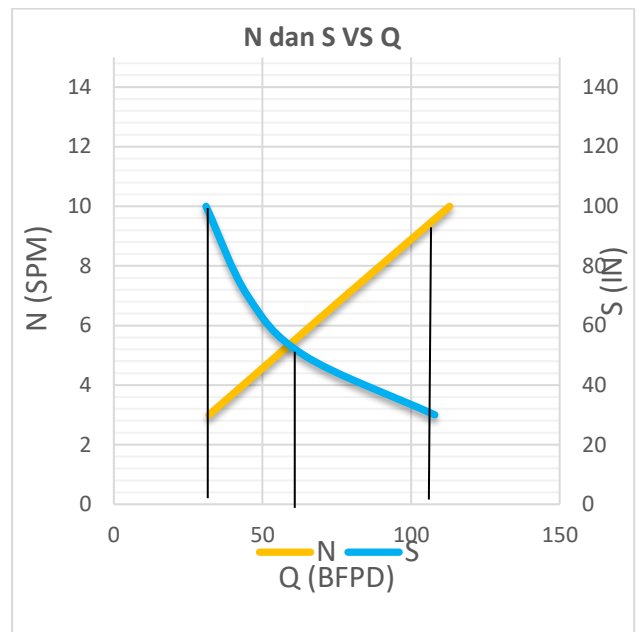
- Pump intake untuk harga S:

$$P_3 = a + c V^2 = -1.487 + \left( \frac{0.4351}{S} \right) Q^2 \dots \dots \dots (4.2)$$

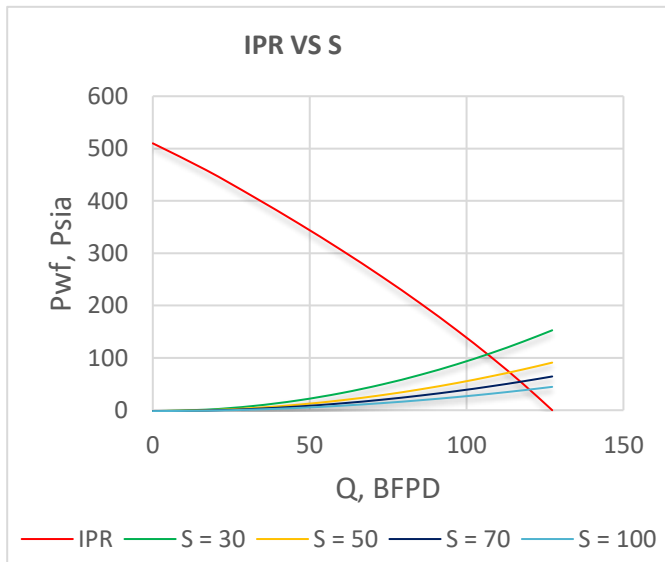
Selanjutnya penulis melakukan pendistribusian terhadap nilai S dan N untuk membuat kurva perpotongan antara IPR dengan setiap nilai S dan N:



Gambar 2 Kurva IPR vs N (Kecepatan Pompa)



Gambar 4 Kurva Q vs N dan S



Gambar 3 Kurva IPR vs S (Panjang Langkah)

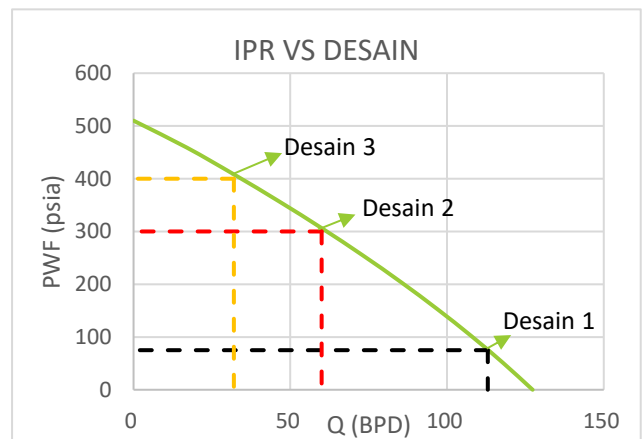
Dari hasil distribusi S dan N, dilakukan sensitivitas terhadap N dan S vs Q untuk menentukan nilai S dan N pada desain yang dipilih.

Dari sensitivitas N dan S vs Q diperoleh Nilai Q, S dan N dari berbagai desain pada sumur X. Berikut adalah tabel desain untuk sumur X :

Tabel 8 Berbagai Desain Pompa

Desain	Q (BFPD)	S, in	N, SPM
1	113	33	9.5
2	60	52	5
3	32	95	2.4

Setelah menentukan desain pompa, selanjutnya yaitu menentukan Pwf untuk masing-masing desain tersebut :



Gambar 5 IPR vs Berbagai Desain

Setelah melakukan antara plot IPR vs Desain, diperoleh nilai Pwf untuk masing-masing desain dari Sumur X :

**Tabel 9 Pwf Untuk Berbagai Desain**

Desain	Q (BFPD)	Pwf (Psia)	S (in)	N (SPM)
1	113	75	33	9.5
2	60	300	52	5
3	32	400	95	2.4

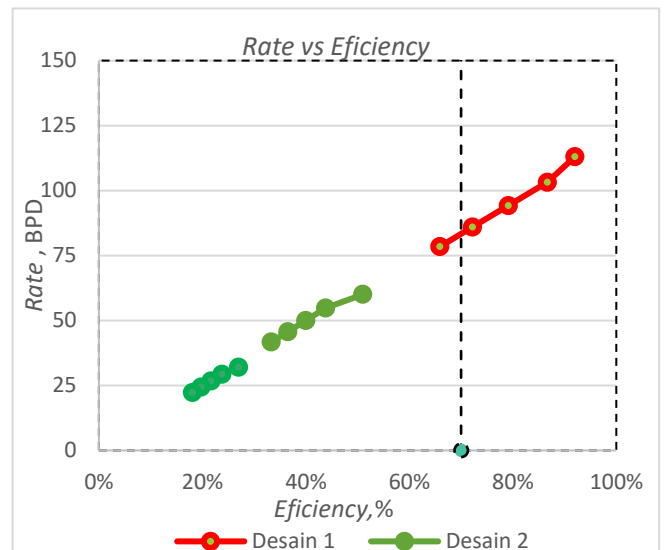
Selanjutnya yaitu melakukan optimasi pada setiap desain yang diperoleh. menggunakan persamaan yang sama pada perhitungan pompa terpasang, sehingga diperoleh nilai optimasi untuk setiap desain yaitu :

**Tabel 10 Hasil Optimasi Berbagai Desain**

Parameter	Pompa Terpasang	Desain I	Desain II	Desain III
Ap	3,97	3,97	3,97	3,97
Atr	0,79	0,79	0,79	0,79
Abr	0,44	0,44	0,44	0,44
K	0,59	0,59	0,59	0,59
Wr, lb	5748,03	5748,03	5748,03	5748,03
Wf, lb	4462,18	4462,18	4462,18	4462,18
$\alpha$	0,05	0,04	0,03	0,02
PPRL, lb	10491,99	10458,18	10370,02	10309,28
MPRL, lb	4736,26	4770,07	4858,23	4918,97
Smax, lb/in <sup>2</sup>	13365,59	13322,52	13210,21	13132,84
Smin, lb/in <sup>2</sup>	6033,45	6076,52	6188,83	6266,20
SA	24705,98	24724,12	24787,85	24816,44
Ci	7614,12	7614,12	7614,12	7614,12
PT	232086,03	228944,74	217909,92	212960,11
Ln, ft	2429,46	2845,16	2325,53	2094,58
Ep, in	0,69	0,60	0,26	0,11
Er, in	9,60	9,60	9,60	9,60
Et, in	2,94	2,94	2,94	2,94
Sp	42,16	21,06	39,73	82,57
PD, B/D	198,90	118,00	117,14	116,88
Q, BFPD	82,00	113,00	60,00	32,00
Ev	41%	96%	51%	27%
HH, hp	1,47	2,37	1,03	0,49
Hf, hp	0,05	0,03	0,05	0,09
Hb, hp	2,28	3,60	1,61	0,87

#### D. Evaluasi Hasil Optimasi Sumur X

Sumur X memiliki penurunan tekanan 3% pertahun, dari perhitungan rate vs efisiensi diperoleh grafik di bawah, yang mana, bagian sebelah kanan adalah daerah paling optimum, sedangkan yang sebelah kiri adalah daerah yang kurang optimum untuk di gunakan. Dari grafik, dapat dilihat desain yang paling optimum untuk digunakan pada Sumur X yaitu desain 1, sehingga penulis memilih desain 1 untuk Sumur X dengan lama life time 1 tahun 3 bulan.



**Gambar 6 Rate vs Efisiensi**

**Tabel 11 Life Time Berbagai Desain**

Desain	Efisiensi	Life Time	Q (BFPD)
1	96%	1 Tahun 3 Bulan	113
2	51%	2 Tahun	60
3	27%	4 Tahun 2 Bulan	32

#### 4.2 Sumur Y

##### A. Produktifitas Formasi Sumur Y

Dengan persamaan yang sama pada Sumur X, dari analisa kuantitatif diperoleh nilai PI sebesar 0.12 BFPD/Psia dan dari analisa grafis didapatkan Qtmax 74.7 BFPD.

##### B. Evaluasi SRP Terpasang Sumur Y

**Tabel 12 Evaluasi SRP Terpasang Sumur Y**

Parameter	Harga	Parameter	Harga
Ap	2,404	Ci	6195,302
Atr	0,785	PT	126765,5518
Abr	0,442	LN, ft	2124,754
K	0,357	Ep, in	0,220
Wr, lb	5405,269	Er, in	3,171
Wf, lb	2266,536	Et, in	0,970
$\alpha$	0,018	Sp	50,079
PPRL, lb	7767,195	PD, B/D	85,759
MPRL, lb	4623,409	Ev	63%
Smax, lb/in <sup>2</sup>	9894,516	HH, hp	0,844
Smin, lb/in <sup>2</sup>	5889,694	Hf, hp	0,048
SA	24653,419	Hb, hp	1,339

### C. Hasil Optimasi Sumur Y

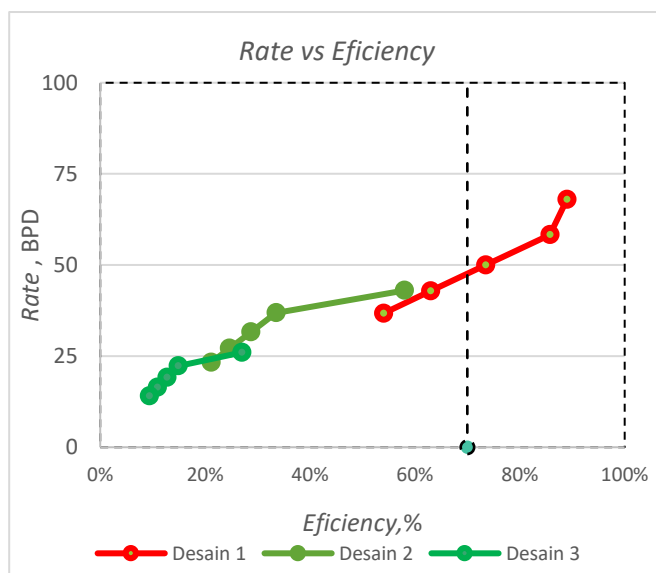
Tabel 13 Hasil Optimasi Sumur Y

Parameter	Pompa Terpasang	Desain I	Desain II	Desain III
Ap	2,40	3,97	3,97	3,97
Atr	0,79	0,79	0,79	0,79
Abr	0,44	0,44	0,44	0,44
K	0,36	0,59	0,59	0,59
Wr, lb	5405,27	5748,03	5748,03	5748,03
Wf, lb	2266,54	4462,18	4462,18	4462,18
$\alpha$	0,02	0,04	0,02	0,03
PPRL, lb	7767,20	10414,05	10310,33	10372,10
MPRL, lb	4623,41	4814,20	4917,92	4856,15
Smax, lb/in <sup>2</sup>	9894,52	13266,30	13134,18	13212,86
Smin, lb/in <sup>2</sup>	5889,69	6132,74	6264,86	6186,18
SA	24653,42	24742,28	24790,59	24761,82
Ci	6195,30	7614,12	7614,12	7614,12
PT	126765,55	225800,15	217436,05	222417,21
Ln, ft	2124,75	2845,16	2464,10	1736,61
Ep, in	0,22	0,50	0,25	0,40
Er, in	3,17	9,60	9,60	9,60
Et, in	0,97	2,94	2,94	2,94
Sp	50,08	12,97	20,71	9,86
PD, B/D	85,76	76,47	74,51	55,26
Q, BFPD	54,00	68,00	43,00	26,00
Ev	63%	89%	58%	47%
HH, hp	0,84	1,42	0,78	0,33
Hf, hp	0,05	0,02	0,03	0,02
Hb, hp	1,34	2,17	1,22	0,53

### D. Evaluasi Hasil Optimasi Sumur Y

Sumur Y memiliki penurunan tekanan 5% pertahun, setelah dioptimasi maka diperoleh grafik rate vs efisiensi sebagai berikut :

Gambar 7 Rate vs Efisiensi



Tabel 14 Life Time Berbagai Desain

Desain	Efisiensi	Life Time	Q (BFPD)
1	89%	2 Tahun 3 Bulan	68
2	58%	1 Tahun 4 Tahun	43
3	47%	1 Tahun	26

Setelah ditinjau dari grafik rate vs efisiensi, desain yang paling efektif digunakan pada Sumur Y yaitu desain 1, dengan *life time* 2 tahun 3 bulan.

### 4.3 Sumur Z

#### A. Produktifitas Formasi Sumur Z

Setelah melakukan perhitungan dengan analisa kuantitatif diperoleh nilai PI sebesar 0.55 BFPD/Psia. Dan dari analisa grafis diperoleh nilai  $Q_{tmax}$  sebesar 716.6 BFPD.

#### B. Evaluasi SRP Terpasang Sumur Z

Parameter	Harga	Parameter	Harga
Ap	2,404	Ci	5480,493
Atr	0,785	PT	179765,9632
Abr	0,442	Ln, ft	1055,925
K	0,357	Ep, in	1,886
Wr, lb	4781,613	Er, in	1,994
Wf, lb	2005,025	Et, in	0,610
$\alpha$	0,193	Sp	167,282
PPRL, lb	7709,591	PD, B/D	537,121
MPRL, lb	3251,395	Ev	95%
Smax, lb/in <sup>2</sup>	9821,135	HH, hp	3,971
Smin, lb/in <sup>2</sup>	4141,905	Hf, hp	0,132
SA	2,404	Hb, hp	6,155

Sumur Z memiliki nilai efisiensi volumetrik pompa sebesar 95% dengan nilai laju alir sebesar 511 BFPD yang mana nilai efisiensi dan laju alir sudah mencapai nilai optimum yang diinginkan yaitu 70%-85%, sehingga disini penulis tidak melakukan evaluasi dan optimasi pada Sumur Z. Adapun untuk *life time* pada Sumur Z yaitu 3 tahun 2 bulan.

## V. SARAN

Berdasarkan penelitian ini, penulis memeberikan saran yaitu:

1. Perlu dilakukanya optimasi *sucker rod pump* dengan mengubah/*upsized* parameter *diameter plunger* (dp) pada saat *efficiency* pompa kurang dari 70%.
2. Perlu dilakukanya kajian dari aspek lain, misalnya pada sumur ini minyak memiliki viskositas yang tinggi. Maka perlu adanya kajian data PVT agar dapat mengetahui bagaimana fluida yang terkandung.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada pihak keluarga penulis, Bapak Ir. Aries Prasetyo, M.T selaku dosen pembimbing penulis, serta teman – teman yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Dan penulis berharap semoga penelitian ini bisa bermanfaat bagi orang banyak.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

API RP 11 L. 1988. *Design Calculation for Sucker Rod Pumping System Conventional Unit*. Dallas: API Production Departement.1988

Beggs, H Dale. 2003. *Production Optimization Using Nodal Analysis*. Oklahoma: OGCI and Petroskills Publication.

Brown, K.E. 1980. *The Technology of Artificial Lift Method Vol.2A*. Oklahoma: Pen Well Publishing Company.

Brown, K.E. 1984. *The Technology of Artificial Lift Method Vol.4*. Oklahoma: Pen Well Publishing Company

Economides, Michael J, A. Daniel Hill, Christine Ehlig Economides. 1994. *Petroleum Production System*. New Jersey: Prentice-Hall PTR.

Guo, Boyun .2007. *Petroleum Production Engineering*. Louisiana: Elsevier Science & Technology Books.

Jennings, J.W. 1989. *Design of Sucker Rod Pump Systems*. Paper Society of Petroleum Engineering 20152. Texas A&M University. 1, 2-3.

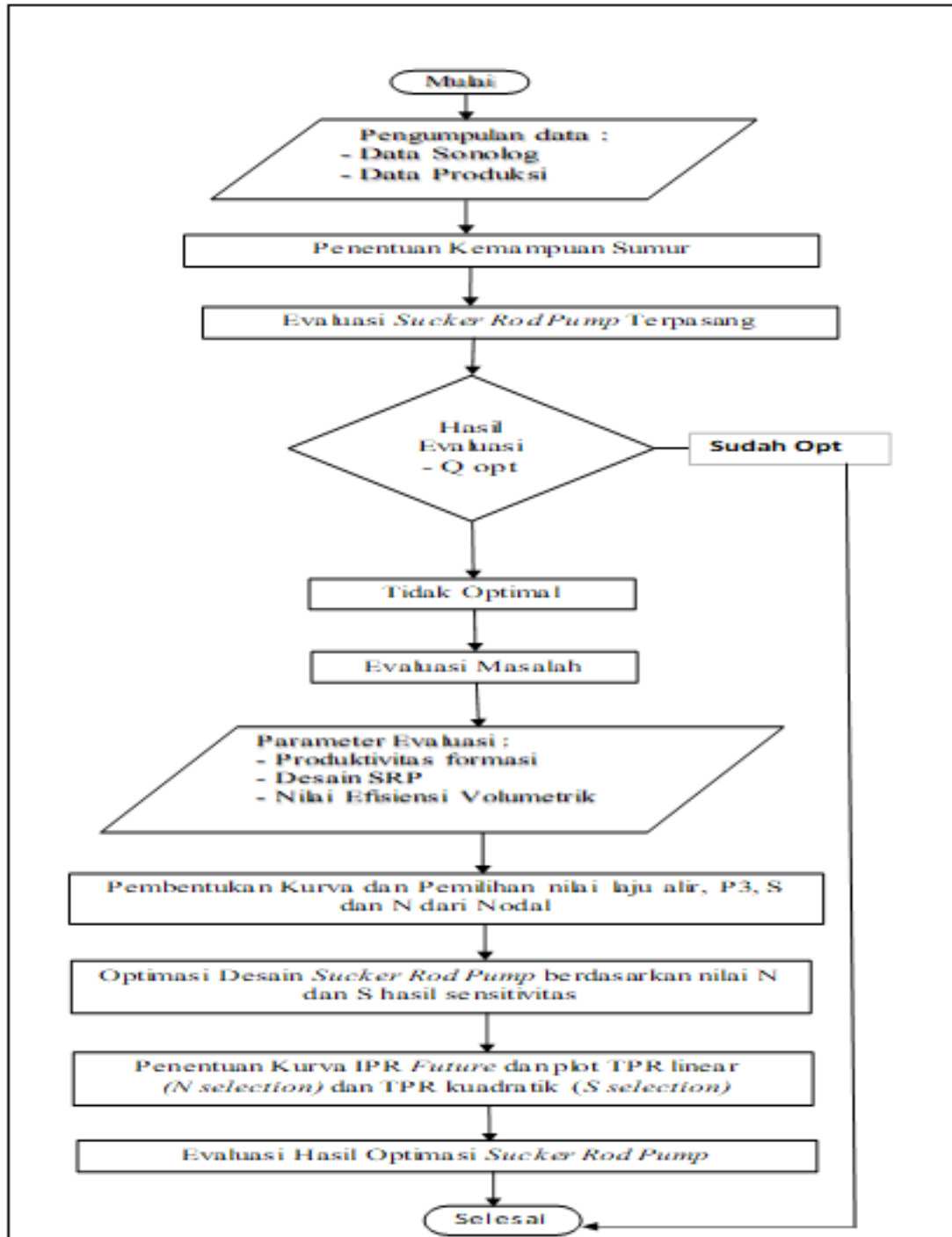
Juniawan, G.R. 2011. Re-Optimasi Pompa Sucker Rod Pump Berdasarkan Analisa Sonolog. [Skripsi]. Jogjakarta: Universitas Pembangunan YK.

Lufkin Industries, Inc. *Internal Publication*.

Pertamina. 2019. *Desain Artificial Lift : Sucker Rod Pump*.



Lampiran



Lampiran 1 Metodologi Penelitian

<i>Plunger Diameter (D<sub>p</sub>), In</i>	<i>Area of Plunger (A<sub>p</sub>), in</i>	<i>Constant (K)</i>
1 ¾	2.41	0.357
1 25/32	2.49	0.370
2	3.14	0.466
2 ¼	3.97	0.590
1 ½	4.91	0.729

Lampiran 2 *Table Of Pump Constant (Brown, 1980)*

<i>Tubing Size</i>	<i>Outside Diameter, in</i>	<i>Inside Diameter, in</i>	<i>Metal Area S<sub>q</sub>, in</i>
2 3/8	2.375	1.995	1.305
2 7/8	2.875	2.441	1.813
3 1/2	3.5	2.992	2.591
4	4	3.476	3.078

Lampiran 3 *Nilai Tubing Data (Brown, 1980)*

<i>API Rod Code</i>	<i>Plunger Diameter</i>	<i>Rod Air Weight</i>	<i>Elastic Constant</i>	<i>Frequency Factor</i>	<i>Rod String (in) - % of Each Size</i>						
					1 1/4	1 1/8	1	7/8	3/4	5/8	1/2
76	2	1.88	0.785	1.093				41.7	58.3		
76	2.25	1.908	0.774	1.096				46.5	53.5		
76	2.5	1.934	0.764	1.097				50.8	49.2		
76	2.75	1.967	0.751	1.094				56.5	43.5		
76	3.25	2.039	0.722	1.078				68.7	31.3		

Lampiran 4 *Rod Size Data (API RP 11 L)*

<i>Stroke, in</i>	<i>Faktor Torque</i>
64	34
74	39
86	45
100	52
120	63
144	75
168	87

Lampiran 5 *Faktor Torque (Brown, 1980)*

<i>Service Factor</i>	<i>API C</i>	<i>API D</i>
<i>Non-Corrosive</i>	1	1
<i>Salt Water</i>	0.65	0.9
<i>Hydrogen Sulfide</i>	0.5	0.7

Lampiran 6 *Service Factor (Brown, 1980)*

C / P	Strong Length
0.33	64"
0.33	74"
0.33	86"
0.33	100"
0.27	120"
0.26	144"
0.22	168"
-	192"
-	216"

**Lampiran 7 Crank To Pitman (C/P) (Lufkin)**

