
Optimasi Perhitungan Laju Alir minyak Dengan Meningkatkan Kinerja Pompa Hydraulic Pada Sumur Minyak Di Lapangan PT. KSO Pertamina Sarolangon Jambi

Ali Musnal¹

¹Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau

Abstrak

Seiring dengan berjalannya waktu produksi suatu sumur minyak, tekanan reservoir pada sumur tersebut akan berkurang. Hal ini menyebabkan akan terjadi penurunan laju produksi. Untuk mengatasi kondisi tersebut dilakukan pengangkatan buatan atau *artificial lift*. Pada lapangan minyak PT.KSO Pertamina Sarolangon Jambi pengangkatan buatan dengan mempergunakan Hydraulic Pump Unit (HPU). Efisiensi volumetrik (Ev) merupakan indikasi kelayakan kapasitas suatu pompa. Pada suatu periode tertentu pompa juga mengalami penurunan kemampuan untuk mengangkat fluida, dengan menurunnya efisiensi volumetrik. Berdasarkan hasil evaluasi dari Peneliti terdapat 10 sumur yang mempunyai efisiensi volumetrik < 55%, dan dilihat dari kurva IPR sumur tersebut masih memiliki potensi untuk dilakukan optimasi. Kemampuan suatu sumur untuk memproduksi dapat diketahui dengan melakukan perhitungan produktifitas sumur dengan kurva IPR berdasarkan data aktual di lapangan. Optimasi dapat dilakukan dengan metode *Analisa systim Nodal (Pump Intake Curve)*. Hasil evaluasi efisiensi volumetrik (Ev) pompa terpasang dari 10 sumur kajian, terdapat 7 sumur mempunyai EV < 30 % dan 3 sumur mempunyai EV < 55 %. Berdasarkan hasil perhitungan laju alir maksimum kemampuan dari masing-masing sumur yaitu : F-01= 141,39 Bfpd, F-02 = 165 Bfpd, F-02 = 165 Bfpd, F-03 = 118,90 Bfpd, F-04 = 150 Bfpd, F-05 = 177,90 Bfpd, F-06 = 290 Bfpd, F-07= 185,30 Bfpd, F-08= 262 Bfpd, F-09=145 Bfpd dan F-10= 98 Bfpd. Setelah dilakukan perhitungan optimasi pada sumur kajian, didapatkan kenaikan laju produksi yang signifikan, dengan perhitungan perubahan kecepatan dan panjang langkah pompa. Kondisi sumur pada perhitungan optimasi ini tidak terjadi pelepasan gas dari fluida, karena pump *intake pressure* atau tekanan masuk pompa masih diatas tekanan bubble point.

Kata Kunci: Efisiensi volumetrik, pompa HPU, IPR, *Pump Intake Pressure*

Alamat email korespondensi penulis: ali.musnal@eng.uir.ac.id

PENDAHULUAN

Cadangan dan produksi minyak yang turun tidak dapat di interpreasikan minyak kita sudah habis atau prospek eksplorasi di Indonesia rendah. Untuk memenuhi Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia, Upaya yang dilakukan mencari sumur sumur baru. Mengoptimasikan ladang sumur yang ada dan dapat juga dilakukan menggunakan energi terbarukan seperti biofuel, biomass, matahari, angin dan microhidro, dan lain sebagainya. Dari beberapa upaya yang dilakukan peneliti mengambil salah satu upaya yaitu mengoptimalkan laju produksi minyak pada ladang minyak yang sudah ada, dengan meningkatkan efisiensi volumetrik pompa yang dipergunakan.

Pengangkatan buatan (*artificial lift*) sudah dilakukan untuk membantu memproduksi minyak di lapangan. Pemilihan metode *artificial lift* yang tepat sangat diperlukan untuk memperoleh produksi minyak yang optimum. Untuk pengoperasiannya, *sucker rod pump* dikombinasikan dengan *Hydraulic Pump Unit* pada fasilitas permukaannya. Dalam pengoperasian HPU di lapangan minyak, seringkali ditemukan permasalahan ketidaksesuaian laju produksi yang diinginkan (secara teoritis) dengan laju produksi yang sebenarnya (efisiensi volumetris pompa rendah), sehingga diperlukan suatu evaluasi terhadap kinerja HPU tersebut untuk mendapatkan kinerja pompa dan hasil produksi yang optimum.

METODE PENELITIAN

Metoda dalam penelitian ini dilakukan dengan merujuk ke referensi yang berhubungan dengan permasalahan. Kemudian di aplikasikan pada lapangan sumur minyak. dengan melakukan terjun langsung kelapangan untuk mengumpulkan data-data lapangan, setelah itu memproses data dan mengevaluasi untuk mendapatkan gambaran efisiensi pompa terpasang.

Untuk mengetahui kemampuan suatu sumur untuk berproduksi dapat dilihat dari kurva IPR sumur tersebut. Untuk perhitungan kurva IPR di lapangan digunakan persamaan Darcy. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan IPR untuk tiap sumur:

$$PI = \frac{Q_t}{(P_s - P_{wf})} \tag{1}$$

Laju alir maksimum (Qmax):

$$Q_{max} = PI (P_s - P_{wf}) \tag{2}$$

Perhitungan Kemampuan Hydraulic Pumping Unit (HPU)

Harga efisiensi volumetris (Ev) memberikan gambaran akan tingkat keberhasilan suatu instalasi pompa. Untuk menentukan besarnya efisiensi volumetris perlu diketahui dahulu besarnya *pump displacement* yang secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$V = K \times Sp \times N \tag{3}$$

$$K = 0,1484 \times Ap \tag{4}$$

Perhitungan efisiensi volumetris pompa *sucker rod* adalah sebagai berikut:

Menghitung Efektif *Plunger Stroke* (Sp)

$$Sp = S + ep - (et + er), \text{ in} \tag{5}$$

Menghitung Konstanta Pompa (K)

$$K = 0,1484 \times Ap \tag{6}$$

Pump Displacement (V)

$$V = K \times Sp \times N, \text{ BPD} \tag{7}$$

Mengitung Efisiensi Volumetris Pompa (Ev)

$$Ev = \frac{Q_t}{V} \times 100\% \tag{8}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Tekanan Statis (Ps) dan Tekanan Alir Dasar Sumur (Pwf)

$$\begin{aligned} P_s &= (D - SFL) (Gf) \\ &= (2850 - 1500) 0.343 \\ &= 463 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SG_{mix} &= (WC \times SG_{air}) + (OIL \text{ Cut} \times SG_{oil}) \\ &= (0,60 \times 1,03) + (0,40 \times 0,82) \\ &= 0,62128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{wf} &= (D - WFL) (0.433 SG_{mix}) \\ &= (2850 - 1920) (0.433 \times 0.62) = 250 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PI &= Q / (P_s - P_{wf}) \\ &= 65 / (463 - 250) \\ &= 0,305 \text{ BBL/D/Psi} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya produksi fluida maksimum:

$$Q_{mak} = 0,305 \times 463 = 141,395 \text{ B/d}$$

Pembuatan Kurva IPR

Asumsikan $P_{wf} = 100 \text{ Psi}$

$$Q_f = PI (P_s - P_{wf}),$$

$$= 0,305 (463 - 100)$$

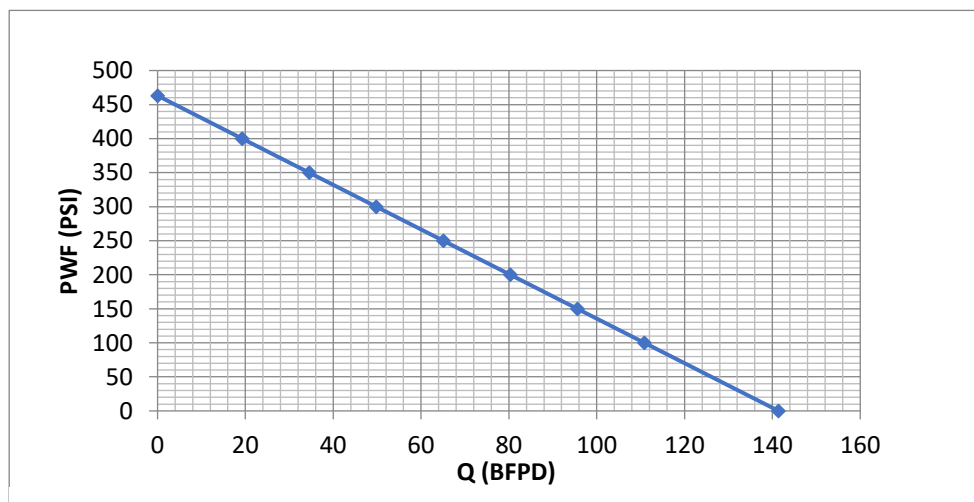
$$= 110,86 \text{ BFPD}$$

Untuk perhitungan harga Q yang lain dapat hasilnya pada table di bawah ini:

Tabel 1 Data P_{wf}

No	P_{wf} (psi) Asumsi	Q_f (BFPD)
1	0	141.39
2	100	110.86
3	150	95.59
4	200	80.32
5	250	65.06
6	300	49.79
7	350	34.52
8	400	19.25
9	430	10,06
10	463	0.00

Dari table di atas dapat dibuat kurva *inflow performance relationship* seperti di bawah ini:



Gambar 1 Kurva IPR Sumur Fatimah 1

Evaluasi Pompa Terpasang

Evaluasi pada pompa kondisi terpasang bertujuan untuk mengetahui harga efisiensi volumetrik pompa. Besarnya efisiensi volumetric pompa hydraulic kondisi terpasang dapat ditentukan dengan menghitung besarnya kapasitas pompa dan laju produksi aktual. Setelah dilakukan perhitungan untuk sumur minyak

Fatimah 1, menghasilkan efisiensi volumetric sebesar 28.30 %, Di lapangan minyak PT. Pertamina Sarolangun mempunyai 63 sumur yang aktif, berdasarkan survey lapangan penelitian ini mengambil 10 sumur. Hasil perhitungan evaluasi sumur tersebut dengan cara yang sama seperti sumur Fatimah 1, dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Efisiensi Volumetris Pompa Terpasang di Lapangan

Sumur	N SPM	S in	Qt Bpd	V (Bpd)	Ev (%)	PI (B/d/Psi)
FTH 1	8	65	65	230,65	28,30	0,305
FTH2	10	65	76	288,45	26,00	0,357
FTH3	11	60	78	283,27	27,60	0,314
FTH4	12	50	110	242,20	45,00	0,407
FTH5	10	40	80	155,90	51,30	0,596
FTH6	11	60	98	266,45	36,88	1,070
FTH7	12	80	105	406,00	25,90	0,527
FTH8	12	60	90	432,55	20,00	1,030
FTH9	14	75	63	441,80	14,00	0,400
FTH10	8	70	55	250,00	22,00	0,250

Perhitungan optimasi pompa perhitungan pump intake untuk parameter N dan S:
 langkah-langkah perhitungan

Persamaan *pump intake* untuk S: $P_i = a + c q^2$

Perhitungan kontanta a, b dan c

$$a = \frac{1}{A_p} \left[Wf + (0,9 - 0,5063 \times SF) \times Wr - \left(\frac{T}{4} \times SF \times Ar \right) \right]$$

$$= \frac{1}{3,14} \left[1576,08 + (0,9 - 0,5063 \times 0,65) \times 2981,55 - \left(\frac{90000}{4} \times 0,65 \times 0,307 \right) \right]$$

$$= 78,966$$

$$b = \frac{Wr \times N}{56400 \times K \times A_p} \left[\left((1 + (0,5625 \times SF)) + (1 - (0,5625 \times SF)) \right) \right]$$

$$= \frac{2981,55 \times 8N}{56400 \times 0,466 \times 3,14} \left[\left((1 + (0,5625 \times 0,65)) + (1 - (0,5625 \times 0,65)) \right) \right]$$

$$= 0,578N$$

$$c = \frac{Wr}{45120 \times K^2 \times A_p \times S} \left[\left((1 + (0,5625 \times SF)) + (1 - (0,5625 \times SF)) \right) \right]$$

$$= \frac{2981,55}{45120 \times 0,466^2 \times 3,14 \times S} \left[\left((1 + (0,5625 \times 0,65)) + (1 - (0,5625 \times 0,65)) \right) \right]$$

$$= 0,003 / S$$

Harga a, b dan c yang diperoleh dari langkah diatas disubsitusikan dalam persamaan Pump Intake, maka akan diperoleh persamaan:

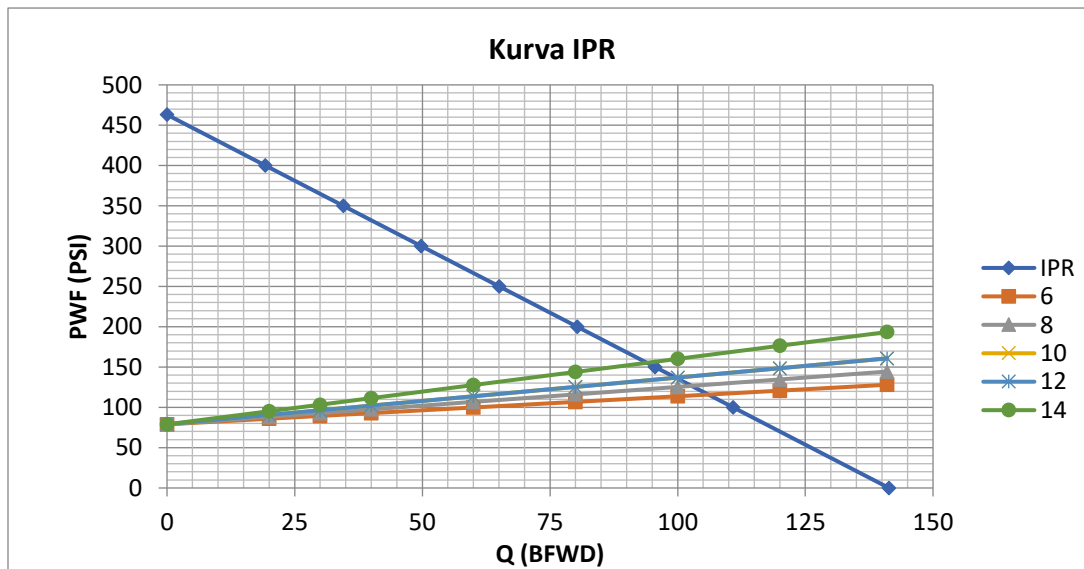
- untuk harga N: $P_i = a + bq$, $P_i = 78,96 + (0,0578 N) \times q$
- untuk harga S: $P_i = a + cq^2$, $P_i = 78,96 + (0,003 / S) \times q^2$

Menghitung harga *Pump Intake* untuk kecepatan N, maka diasumsikan untuk berbagai harga q, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

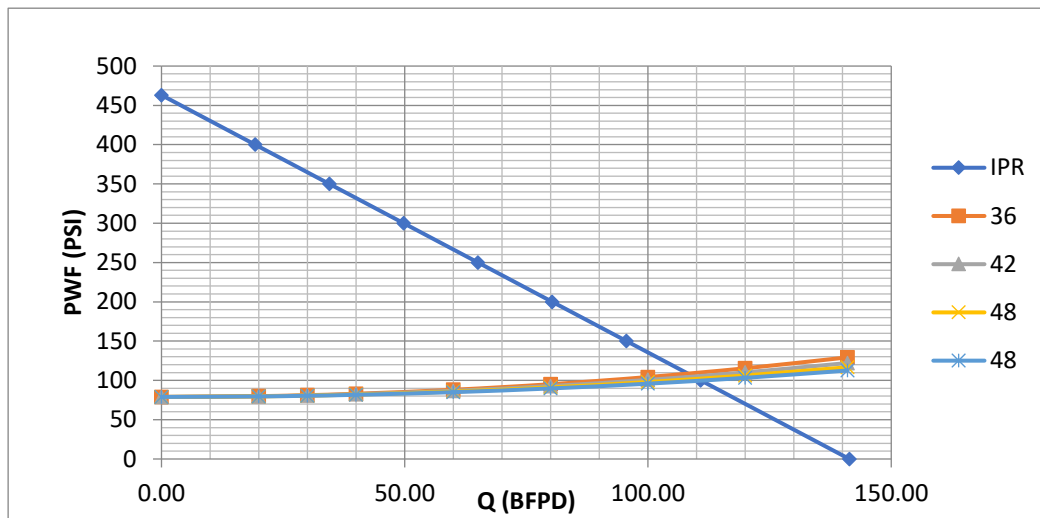
Tabel 3 Hasil Perhitungan Pump IntakPressure Untuk Berbagai Harga N dan Q

Q(bpd)	N (SPM)				
	Pi@6	Pi@8	Pi@10	Pi@12	Pi@14
	Pi(Psi)	Pi(Psi)	Pi(Psi)	Pi(Psi)	Pi(Psi)
0	78.97	78.97	78.97	78.97	78.97
20	85.93	88.25	90.57	90.57	95.21
30	89.41	92.89	96.37	96.37	103.33
40	92.89	97.53	102.17	102.17	111.45
60	99.85	106.81	113.77	113.77	127.69
80	106.81	116.09	125.37	125.37	143.93
100	113.77	125.37	136.97	136.97	160.17
120	120.73	134.65	148.57	148.57	176.41
141	128.03	144.39	160.75	160.75	193.46

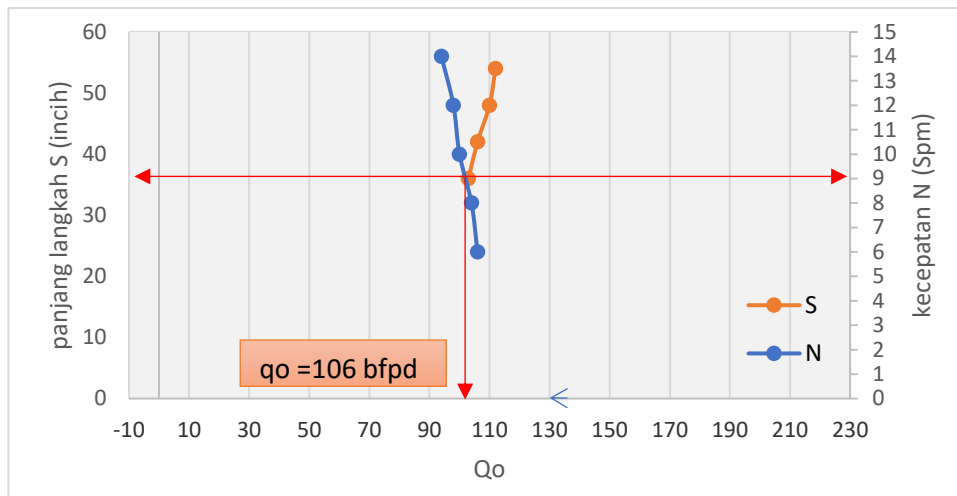
Dari tabel di atas di plot Q versus untuk harga N, hasil dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Menghitung harga *Pump Intake* untuk Panjang langkah (S), maka diasumsikan untuk berbagai harga q, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3 Kurva Pump intake dengan Kecepatan N



Gambar 4 Kurva IPR dan Berbagai harga Pump Intake S, Sumur Fatimah 1



Gambar 5 Kurva Hubungan N dan S Terhadap Laju Produksi

Dari kurva S, N dan Q didapatkan hasil kecepatan dan panjang langkah pompa hasilnya sebagai berikut S 38 inci, N 9 spm, Q 106 BOPD, dan Pwf 110 psi. Dari hasil perhitungan diatas ini dihitung kembali efisiensi volumetrik dengan memasukan perubahan kecepatan dan panjang langkah yang diperoleh:

- Menghitung Efektif *Plunger Stroke* (S_p)
 $S_p = S + e_p - (e_t + e_r)$
 $= 38 + 0,369 - (1,971 + 1,697) = 34,70 \text{ in}$
- Menghitung Konstanta Pompa (K)
 $K = 0,1484 \times A_p$
 $= 0,1484 \times 3,14 = 0,466$
- *Pump Displacement* (V)
 $V = K \times S_p \times N$
 $= 0,466 \times 34,70 \times 9 = 145 \text{ BPD}$

- Menghitung Efisiensi Volumetris Pompa (Ev)

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

$$= \frac{106}{145} \times 100 \% = 73 \%$$

Dari hasil ini kelihatan adanya peningkatan efisiensi volumetric pompa menjadi 73 %.

Menentukan Horse power (Hp)

Menentukan Hydraulic Horse Power

$$Hh = 7.36 \times 10^{-6} q G L$$

$$= (7.36 \times 10^{-6}) \times 106 \times 0,62 \times 2145 = 0,104 \text{ Hp}$$

Menentukan Friction Horse Power (Hf):

$$Hf = 6.31 \times 10^{-7} W_r S N$$

$$= 6.31 \times 10^{-7} \times 2981,55 \times 38 \times 9 = 0,64 \text{ Hp}$$

Menentukan Brake Horse Power

$$HP = 1.5 (Hh + Hf)$$

$$= 1.5 (0.104 + 0,64)$$

$$= 1,16 \text{ Hp}$$

Sumur	HASIL EVALUASI KONDISI AWAL						SETELAH OPTIMASI						PB 100Psi	
	N (SPM)	S (in)	Qt (Bfpd)	V (Bfpd)	Ev (%)	PI (B/d/Psi)	N (Spm)	S (In)	Qt (Bfpd)	V (Bfpd)	Ev (%)	HP	PWF Psi	
FTH1	8	65	65	230,65	28,30	0,305	9	38	106	145	73	1,16	115	
FTH2	10	65	76	288,45	26,00	0,357	9	38	115	145	79	1,69	120	
FTH3	11	60	78	283,27	27,60	0,314	9	38	83	145	57	1,24	120	
FTH4	12	50	110	242,20	45,00	0,407	7,8	38	117	126	92	1,81	220	
FTH5	10	40	80	155,90	51,30	0,596	5,8	58	92	148	62	1,34	148	
FTH6	11	60	98	266,45	36,88	1,070	7	50	99,5	137	73	2,11	176	
FTH7	12	80	105	406,00	25,90	0,527	8	58	124	186	67	1,26	120	
FTH8	12	60	90	432,55	20,00	1,030	7,5	55	118	188	62	4,71	135	
FTH9	14	75	63	441,80	14,00	0,400	5,5	40	82	85	96	3,10	151	
FTH10	8	70	55	250,00	22,00	0,250	6	48	67	115	58	2,16	150	

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan analisa sistem nodal didasar sumur dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk sumur F1 menggunakan pompa type Gn 5600, kapasitas Range efisiensi 4000 sampai dengan 7250 stb/d, laju produksi 4580 stb/d, pompa ini bekerja pada range efisiensi yang baik beroperasi disekitar puncak efisiensi.
2. Sumur F2 menggunakan tipe pompa SN 3600 mempunyai kapasitas Range efisiensi 3200 sampai dengan 4500 stb/d, Laju Produksi dilapangan sebesar 2500 stb/d, pompa ini bekerja dibawah range efisiensi, jika dibiarkan berjalan terus akan mengakibatkan pompa akan rusak, karena pompa bekerja pada kondisi " Downtrush ".

3. Sumur F3 mempergunakan pompa ESP type SN 8500, mempunyai kapasitas Range efisiensi 6000 stb/d sampai dengan 11000 stb/d, sedangkan dilapangan besarnya laju produksi sebesar 6283 stb/d, jadi pompa ini bekerja pada kondisi range efisiensi.
4. Sumur F4 mempergunakan type pompa SN 2600, mempunyai kapasitas Range efisiensi 1750 sampai dengan 3250 stb/d, data kondisi dilapangan menunjukkan besarnya laju produksi 1450 stb/d, berarti pompa bekerja dibawah range efisiensi, jika kondisi ini dibiarkan terus menerus pompa akan cepat rusak karena "downtrush".
5. Kondisi real dengan hasil perhitungan terdapat perbedaan stage, horse power pompa dan laju produksi. pompa dalam kondisi baik untuk semua sumur kajian, pada sumur F-02 dan F-04 agar meningkatkan laju produksi dan menghindari pompa bekerja pada kondisi downtrush maka dari hasil analisa sebaiknya ditambahkan panjang stage dari 44 stage menjadi 75 stage pada sumur F-02 dan 120 stage menjadi 150 stage pada sumur F-04.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Wahana Petrindo (2008). *Hydraulic Pumping Unit (HPU) Manual Book*. Sarolangun, Jambi
- Brown, K.E. (1977). *The Technology of Artificial Lift Methods* (vol. 1). Tulsa, Oklahoma: Penn Well Publishing Company.
- Brown, K.E. (1980). *The Technology of Artificial Lift Methods* (vol. 2b). Tulsa, Oklahoma: Penn Well Publishing Company.
- Brown, K.E. (1984). *The Technology of Artificial Lift Methods* (vol. 4). Tulsa, Oklahoma: Penn Well Publishing Company.
- Echometer Company (2003). *Well Analyzer and TWM Software*. Wichita Falls, Texas, USA.
- Nind, T.E.W. (1959) *Principle of Oil Well Production* (2nd ed.). New York: Mc Graw Hill Book Co.
- Sukarno, P. (1990). *Production Optimalization with Nodal System Analysis*. Jakarta.