

**Ranah Research**
Journal of Multidisciplinary Research and Development
082170743613 ranahresearch@gmail.com <https://jurnal.ranahresearch.com>

E-ISSN: 2655-0865



DOI: <https://doi.org/10.38035/rnj.v7i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Perhitungan Efisiensi *Hydraulic Pumping Unit* (HPU) pada Sumur yang Menggunakan *Working Barrel Tipe Tubing Heavy Wall Barrel Mechanical* PT. Pertamina Ep Cepu Regional 4 Zona 11 Cepu Field

Winarto¹, Abdul Kamid², Ardi Ramadhan³

¹ Institut Teknologi Petroleum Balongan, Indramayu, Indonesia, wintpetro466@gmail.com

² Institut Teknologi Petroleum Balongan, Indramayu, Indonesia

³ Institut Teknologi Petroleum Balongan, Indramayu, Indonesia

Corresponding Author: wintpetro466@gmail.com¹

Abstract: *This final project report aims to calculate the maximum flow rate capability based on the IPR curve to determine the comparison between fluid types based on PwF, after which the volumetric efficiency calculation is carried out on the installed HPU pump to find out whether the volumetric efficiency is below 60% - 80%, if the volumetric efficiency is below the target then optimization is carried out on the HPU pump. To carry out this final project, a preliminary study was carried out by reviewing information both in literature from the company and interviews, and field observations. Furthermore, data collection was carried out through interviews and field observations for data acquisition. After knowing and obtaining data, data processing is carried out to study related to the initial objectives of this final project. After data processing, it is known that the evaluation results before optimization that volumetric efficiency is 42.816% with pressure well flowing conditions of 273,859 psi. This of course has been outside the provisions of a company where the company has a volumetric efficiency target of 80%. To increase volumetric efficiency, pump intake calculations are carried out to determine the optimal parameters of stroke length and SPM under PwF conditions obtained from the relationship curve of N and S values to Q. After using the optimal parameters from the N and S value relationship curve results, the volumetric efficiency increased to 85.751% with a pump displacement of 377,838 bbl/day which is not much different from the gross Q of 324 bfpd, so the objectives of the final project have been achieved.*

Keyword: *Artificial Lift, Hydraulic Pumping Unit, Sucker Rod.*

Abstrak: Laporan tugas akhir ini bertujuan menghitung kemampuan laju alir maksimum berdasarkan kurva IPR untuk mengetahui perbandingan antar jenis fluida berdasarkan PwF, setelahnya dilakukan perhitungan efisiensi volumetrik pada pompa HPU terpasang untuk diketahui apakah efisiensi volumetrik dibawah 60% - 80%, jika efisiensi volumetrik dibawah target maka dilakukan optimasi pada pompa HPU. Untuk melaksanakan tugas akhir ini

dilakukan pendahuluan dengan menelaah informasi baik secara literature dari perusahaan maupun wawancara, dan observasi lapangan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data melalui wawancara dan dilakukan observasi lapangan untuk akuisisi data tersebut. Setelah mengetahui dan mendapatkan data, dilakukan pengolahan data untuk mengkaji terkait dengan tujuan awal dilakukannya tugas akhir ini. Setelah dilakukan pengolahan data, diketahui hasil evaluasi sebelum optimasi bahwa efisiensi volumetrik sebesar 42.816% dengan kondisi pressure well flowing sebesar 273.859 psi. Hal ini tentu saja telah berada diluar dari ketentuan sebuah perusahaan yang dimana perusahaan memiliki target efisiensi volumetrik sebesar 80%. Untuk meningkatkan efisiensi volumetrik dilakukanlah perhitungan pump intake untuk mengetahui parameter optimal dari stroke length dan SPM pada kondisi PwF yang didapat dari kurva hubungan nilai N dan S terhadap Q. Setelah menggunakan parameter optimal dari hasil kurva hubungan nilai N dan S didapati hasil efisiensi volumetrik meningkat menjadi 85.751% dengan pump displacement sebesar 377.838 bbl/day yang dimana pump displacement tersebut tidak jauh berbeda dengan Q gross yang sebesar 324 bfpd, sehingga tujuan dari tugas akhir telah tercapai.

Kata Kunci: Artificial Lift, Hydraulic Pumping Unit, Sucker Rod

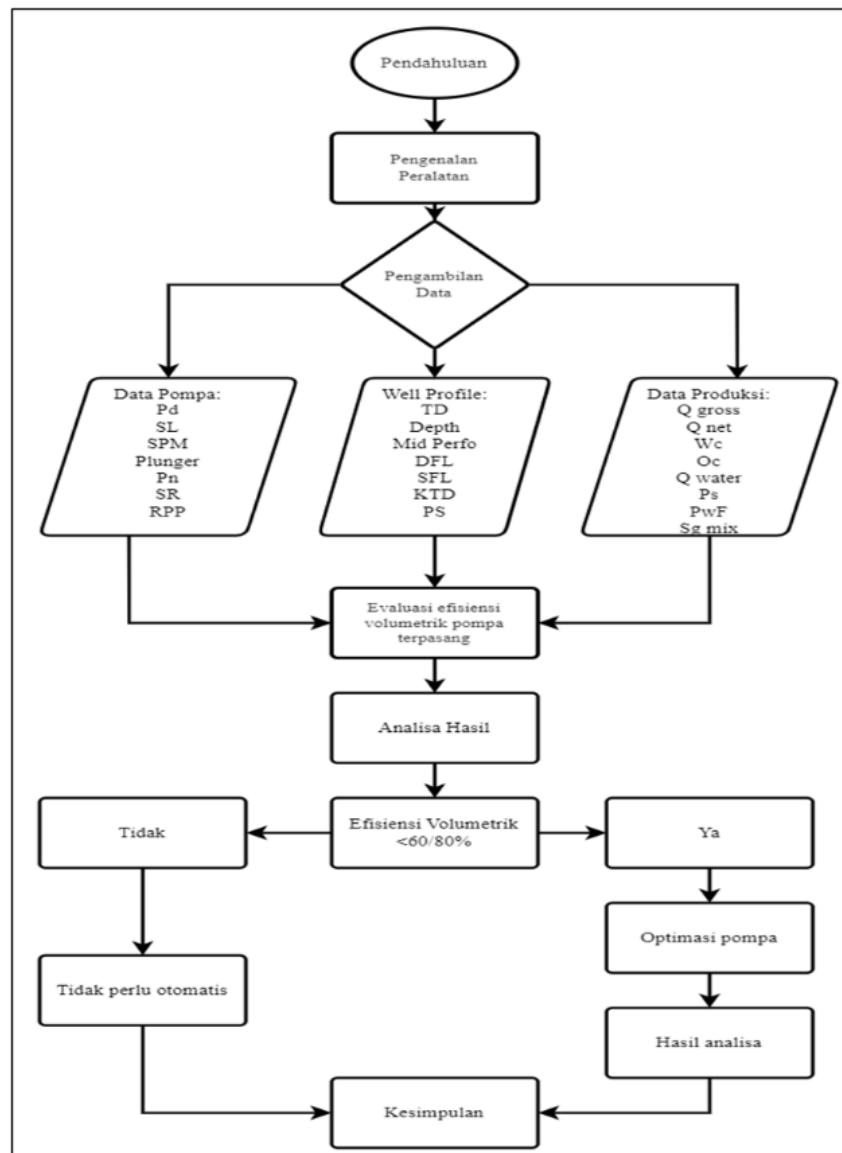
PENDAHULUAN

Proses produksi migas dapat didefinisikan sebagai pengangkatan hidrokarbon yang terakumulasi dibawah permukaan tanah, tempat terakumulasinya hidrokarbon dibawah permukaan tanah disebut dengan reservoir. Untuk melakukan produksi migas atau eksploitasi dari sebuah reservoir dapat dilakukan dengan dua cara, cara yang pertama adalah dengan natural flow yang dimana memanfaatkan tekanan resevoir untuk mendorong hidrokarbon masuk kedalam lubang sumur dan keluar hingga permukaan, cara yang kedua adalah dengan menggunakan artificial lift atau pengangkat buatan. Namun, seiring berjalannya waktu dan eksploitasi yang intensif, sering kali terjadi penurunan tekanan reservoir di sekitar sumur-sumur migas. Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk ekstraksi fluida secara berlebihan yang memiliki dampak berkurangnya efisiensi volumetrik atau persentase kemampuan pompa untuk memproduksi suatu sumur. Oleh karena itu kajian terhadap suatu sumur dan artificial lift sangatlah penting untuk menanggulangi penurunan tekanan serta dampak yang ditimbulkan seperti yang akan dibahas dalam tulisan ini.

METODE

Dalam melaksanakan tugas akhir, mahasiswa diharapkan mampu untuk menyelesaikan studi kasus yakni mengangkat suatu kasus yang dijumpai ditempat tugas akhir menjadi suatu kajian sesuai dengan bidang keahlian yang ditempuh, atau melakukan pengamatan terhadap kerja suatu proses untuk dikaji sesuai dengan bidang keahlian yang ditempu.

Dengan menelaah data dari perusahaan yang berhubungan dan bersesuaian, baik literature dari perusahaan maupun dari luar perusahaan, wawancara, dan observasi lapangan perusahaan. Data ini diperoleh melalui pertanyaan dan dilakukan observasi oleh mahasiswa untuk akuisisi data tersebut. Data yang dibutuhkan meliputi peralatan pompa beserta keterangannya. Setelah mengetahui dan mendapatkan data, selanjutnya dilakukan kajian terkait dengan tujuan awal dilakukannya penelitian ini.



Tabel 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan efisiensi volumetrik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan pompa dalam memproduksi suatu sumur per harinya dengan satuan bbl/day. Dan pada kasus ini penurunan tekanan menjadi penyebab menurunnya laju produksi terhadap kapasitas pompa yang mengakibatkan rendahnya efisiensi volumetrik dari pompa tersebut. Maka dari itu dilakukanlah percobaan untuk merubah parameter atau kondisi operasi pompa untuk meningkatkan laju produksi.

Setelah dilakukannya perhitungan efisiensi volumetrik pada pompa, dapat dianalisa dari hasil tersebut untuk mengetahui masalah yang ada pada sumur tersebut. Ketika sudah dilakukan analisa, tahap selanjutnya yakni melakukan percobaan optimasi pada pompa tersebut dengan harapan optimasi yang dilakukan dapat meningkatkan produksi pada sumur tersebut.

Evaluasi Hydraulic Pumping Unit

Berikut adalah data pada sumur ASA – 055 yang menjadi penelitian dan akan dilakukan evaluasi terhadap Hydraulic Pumping Unit yang terpasang, dengan kelengkapan seperti berikut:

Tabel 2 Data Sumur ASA – 055

Data ASA – 055				
Well Profile				
Parameter		Nilai	Satuan	Keterangan
TD	=	801.5	M	True Depth
		2644.95	Ft	
depth	=	778	M	Kedalaman Sumur
		2567.4	Ft	
Mid Perfo	=	759.5	M	Interval 758 - 761m
		2506.35	Ft	
Pcsg	=	35.5	Psi	Pressure Casing
Ptbg	=	9.94	Psi	Pressure Tubing
DFL	=	590.5	M	Dinamik Fluid Level
		1948.65	Ft	
SFL	=	581.5	M	Statik Fluid Level
		1918.95	Ft	
Pf	=	286.5531861	Psi	Tekanan Formasi
Tubing	=	3.5	inch	N-80 (77 jts)
KTD	=	735.25	M	PsD
		2426.325	Ft	
UR	=	753.42	M	?
		2486.286	Ft	
Well Head	=	21187.5	inch	7 1/16" * 3k
Data Produksi				
Q-Gross	=	142.4609	Bfpd	Laju Alir Keseluruhan
Q-Net	=	21.41508	Bopd	Laju Alir Minyak
Wc	=	84.96775	%	Water Cut
Oc	=	15.03225	%	Oil Cut
Qw	=	121.0459	Bwpd	Laju Alir Air
Ps/r	=	286.5531861	Psi	Pressure Static Reservoir
Pwf	=	273.8594857	Psi	Pressure well Flowing
PI	=	11.22296062	b/d	Productivity Index
Density minyak	=	0.8569	gr/cc	@15 C
Sgo	=	0.8574	-	@60 F
API	=	33.53	-	@60 F
Desnity air	=	1.006	gr/cc	Hasil analisa lab
SGw	=	1.01	-	Dari well profile
Sgmix	=	0.987	-	SG fluida air&minyak
Data Pompa				
Pd	=	354.1725	Bbl/Day	Pump Displacement
SL	=	120	Inch	Stroke length
N	=	5	SPM	Kecepatan Pompa
Rangkaian Sucker Rod				
Plunger	=	2.25	inch	Diameter
SR	=	0.75	inch	*55 jts
RIH SR	=	0.875	inch	*40 jts(ttl 95 jts)
PN	=	0.875	inch	*2 jts (4',6')
PL	=	1.25	inch	*22'
RPP				
MA	=	2.875	inch	probe+mud anchor*1 jts
GA	=	2.875	inch	gas anchor poorman type*1 jts
THM	=	2.5	inch	THM Pump(25-225-THM-15-4-2-2)
X	=	3.5	inch	B
O	=	2.875	inch	P
Tubing	=	3.5	inch	*77 jts

Perhitungan IPR Menggunakan Metode Vogel

$$P_s = 0.433 \times SG \text{ mix} \times (mid \text{ perfo} - SFL) + \text{Pressure Casing}$$

$$P_s = 0.433 \times 0.987 \times (2506.35 - 1918.95) + 35.5$$

$$P_s = 286.553 \text{ Psi}$$

$$P_{wF} = 0.433 \times SG \text{ mix} \times (mid \text{ perfo} - DFL) + \text{Pressure Casing}$$

$$P_{wF} = 0.433 \times 0.987 \times (2506.35 - 1948.65) + 35.5$$

$$P_{wF} = 273.859 \text{ Psi}$$

$$PI = \frac{Q_{gross}}{(P_s - P_{wF})}$$

$$PI = \frac{142.461}{(286.553 - 273.859)} = 11.223 \text{ b/d}$$

Menghitung Water Cut dan Oil Cut

a. Water Cut

$$Wc = \frac{(Q_{gross} - Q_{net})}{Q_{gross}} \times 100$$

$$Wc = \frac{(142.461 - 21.415)}{142.461} \times 100 = 84.968\%$$

b. Oil Cut

$$Oc = (100 - Wc) \times 100\%$$

$$Oc = (100 - 84.968) \times 100\% = 15.032\%$$

Q max (Laju Alir Maksimum)

$$Q_{omax} = \frac{Q_{gross} \times Oc}{\frac{P_{wF}}{(1 - 0.2 \times (\frac{P_{wF}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wF}^2}{P_s^2}))} - \frac{P_{wF}^2}{286.553}}$$

$$Q_{omax} = \frac{142.461 \times 15.032\%}{\frac{273.859}{(1 - 0.2 \times (\frac{273.859}{286.553}) - 0.8 \times (\frac{273.859^2}{286.553^2}))} - \frac{273.859^2}{286.553}} = 273.968 \text{ BOPD}$$

$$Q_{wmax} = \frac{Q_{gross} \times Wc}{\frac{P_{wF}}{(1 - 0.2 \times (\frac{P_{wF}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wF}^2}{P_s^2}))} - \frac{P_{wF}^2}{286.553}}$$

$$Q_{wmax} = \frac{142.461 \times 84.968\%}{\frac{273.859}{(1 - 0.2 \times (\frac{273.859}{286.553}) - 0.8 \times (\frac{273.859^2}{286.553^2}))} - \frac{273.859^2}{286.553}} = 1548.567 \text{ BWPD}$$

$$Q_{total} = Q_{omax} + Q_{wmax}$$

$$Q_{total} = 273.968 + 1548.567 = 1822.535 \text{ BFPD}$$

Menghitung nilai Q dengan PwF asumsi

Untuk menghitung nilai Q berdasarkan PwF yang diasumsikan, digunakan rumus seperti berikut:

a. Untuk menghitung nilai Qo menggunakan persamaan dengan konstanta sebagai berikut:

$$Q_o = Q_{omax} \times \left(1 - 0.2 \times \left(\frac{P_{wF}}{P_s}\right) - 0.8 \times \left(\frac{P_{wF}^2}{P_s^2}\right)\right)$$

b. Untuk menghitung nilai Qw menggunakan persamaan dengan konstanta sebagai berikut:

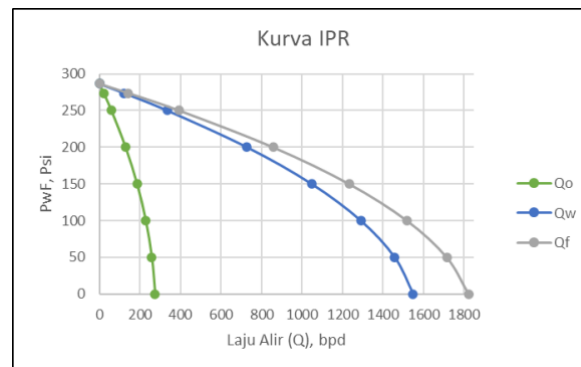
$$Q_w = Q_{wmax} \times \left(1 - 0.2 \times \left(\frac{P_{wF}}{P_s}\right) - 0.8 \times \left(\frac{P_{wF}^2}{P_s^2}\right)\right)$$

Dengan rumus tersebut dapat diketahui nilai Q berdasarkan PwF asumsi seperti pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai Q berdasarkan PwF asumsi

PwF Asumsi	Qo	Qw	Qf
286.553	0.000	0.00000	0.00
273.859	21.415	121.04582	142.4609
250	59.340	335.40924	394.7489
200	128.957	728.91304	857.8702
150	185.229	1046.98070	1232.2095
100	228.154	1289.61222	1517.7667
50	257.734	1456.80759	1714.5418
0	273.968	1548.56683	1822.5348

Setelah diketahui nilai Q berdasarkan PwF asumsi, langkah selanjutnya adalah membuat plot nilai Q vs PwF sehingga menghasilkan kurva IPR seperti berikut:


Gambar 1. Grafik Kurva IPR

Perhitungan Evaluasi Efisiensi Volumetrik

Menghitung faktor percepatan

$$SL \times N^2$$

$$\alpha = \frac{70500}{120 \times 5^2} = 0.043 \text{ inch}$$

$$\alpha = \frac{70500}{120 \times 5^2} = 0.043 \text{ inch}$$

Menentukan berat rod dengan *Tappered Rod String*

3/4	=	0.44	Ar, inch	55 joints
		1.63	lb/ft	Berat (M)
7/8	=	0.601	Ar, inch	40 joints
		2.22	lb/ft	Berat (M)
R1	=	0.535	%	Rod String % 3/4
R2	=	0.465	%	Rod String % 7/8

$$L = PsD \times R$$

$$L1 = 2426.325 \times 0.535 = 1298.084 \text{ ft}$$

$$L2 = 2426.325 \times 0.465 = 1128.421 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = L1 + L2$$

$$L \text{ total} = 1298.084 + 1128.421 = 2426.325 \text{ ft}$$

$$Wr = (\text{berat rod} \times \text{panjang rod}) + (\text{berat rod} \times \text{panjang rod})$$

$$Wr = (1.63 \times 1298.084) + (2.22 \times 1128.421) = 4620.572 \text{ lb}$$

Menentukan berat fluida

$$Wf = 0.433 \times Sg \text{ mix} \times ((L \text{ total} \times Ap) - (0.294 \times Wr))$$

$$Wf = 0.433 \times 0.987 \times ((2426.325 \times 3.976) - (0.294 \times 4620.572)) = 3542.615 \text{ lbs}$$

Menghitung PPRL dan MPRL

Service Factor = 0.9 water produce

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

$$PPRL = 3542.615 + 4620.572 \times (1 + 0.043) = 8359.807 \text{ lb}$$

$$MPRL = Wr \times (1 - \alpha) - \left(\frac{62.4 \times Sg_{mix} \times Wr}{490} \right)$$

$$MPRL = 4620.572 \times (1 - 0.043) - \left(\frac{62.4 \times 0.987 \times 4620.572}{490} \right) = 3843.150 \text{ lb}$$

$$Smin = \frac{MPRL}{A_{tr}}$$

$$Smin = \frac{3843.150}{0.44} = 8699.112 \text{ psi}$$

$$SA = \left(\frac{115000}{4} + 0.5625 \times Smin \right) \times SF$$

$$SA = \left(\frac{115000}{4} + 0.5625 \times 8699.112 \right) \times 0.9 = 30278.925 \text{ psi}$$

$$\Delta SA = SA - Smin$$

$$\Delta SA = 30278.925 - 8699.112 = 21579.814 \text{ psi}$$

Menghitung Plunger Over Travel (ep)

$$ep = \frac{46.5 \times L^2 \times \alpha}{E}$$

$$ep = \frac{46.5 \times 2426.325^2 \times 0.043}{3 \times 10^6} = 0.39 \text{ inch}$$

Menghitung Effective Plunger Stroke

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

$$Sp = 120 + 0.39 - (0.33 + 7.28) = 112.78 \text{ inch}$$

Menghitung konstanta pompa (k)

$$k = 0.1484 \times Ap$$

$$k = 0.1484 \times 3.976 = 0.590 \text{ b/d/inch/spm}$$

Menghitung Pump Displacement (V)

$$V = k \times Sp \times N$$

$$V = 0.590 \times 112.78 \times 5 = 332.727 \text{ bbl/day}$$

Menghitung efisiensi volumetrik pompa (Ev)

$$Ev = \frac{Q_{gross}}{V} \times 100\%$$

$$Ev = \frac{142.461}{332.727} \times 100\% = 42.816\%$$

Dapat diketahui dari perhitungan diatas bahwa efisiensi volumetrik pada pompa terpasang sebesar 42.816% dengan volume displacement sebesar 332.727 bbl/day. Efisiensi pompa berada dibawah target efisiensi yakni sebesar 60 s/d 80%, maka dari itu akan dilakukan percobaan untuk meningkatkan efisiensi dari pompa serta memaksimalkan kapasitas produksi pompa sesuai dengan pump displacement.

Optimasi Hydraulic Pumping Unit

Untuk melakukan perhitungan optimasi pada *Hydraulic Pumping Unit*, dilakukan pencarian *pump intake*. Hasil dari *pump intake* dijadikan kurva (*pump intake curves*) untuk mengetahui *stroke length* dan *stroke per minute* yang sesuai dengan laju alir produksi pada kondisi optimal dengan *pressure well flowing* pada saat itu.

Perhitungan Pump Intake Hydraulic Pumping Unit

Menentukan konstanta a, b, dan c untuk mengetahui pump intake

$$a = \frac{1}{A_p} \times (W_f + (0.9 - 0.5063 \times S_f) \times (W_r - \left(\frac{7}{4}\right) \times S_f \times A_r))$$

$$a = \frac{1}{3.976} \times (3542.615 + (0.9 - 0.5063 \times 0.9) \times$$

$$(4620.572 - \left(\frac{115000}{4}\right) \times 0.9 \times 0.44))$$

$$a = 129.886$$

$$b = \frac{W_r \times N}{56.400 \times K \times A_p} \times ((1 + 0.5625 \times S_f) + (1 - 0.5625 \times S_f))$$

$$b = \frac{4620.572 \times N}{56.400 \times 0.590 \times 3.976} \times ((1 + 0.5625 \times 0.9) +$$

$$(1 - 0.5625 \times 0.9))$$

$$b = 0.070$$

$$c = \frac{W_r}{45.120 \times K^2 \times A_p \times S} \times ((1 + 0.5625 \times S_f) + (1 - 0.5625 \times S_f))$$

$$c = \frac{4620.572}{45.120 \times 0.590^2 \times 3.976 \times S} \times ((1 + 0.5625 \times 0.9) +$$

$$(1 - 0.5625 \times 0.9))$$

$$c = 0.148$$

Mensubstitusikan nilai a, b, dan c dalam persamaan *pump intake*

$$a. Pi = a + bq$$

$$Pi = 129.886 + (0.070 \times N) \times q$$

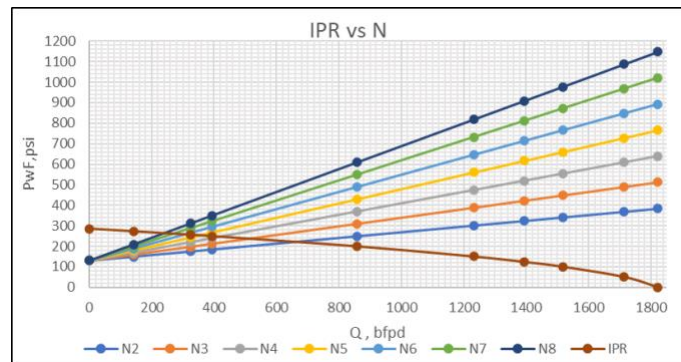
$$b. Pi = a + cq^2$$

$$Pi = 129.886 + \left(\frac{0.148}{s}\right) \times q^2$$

Menentukan nilai N dan mengasumsikan dengan nilai Q sehingga diperoleh *Pump Intake*

Tabel 4 Intake Pressure nilai N dengan nilai Q

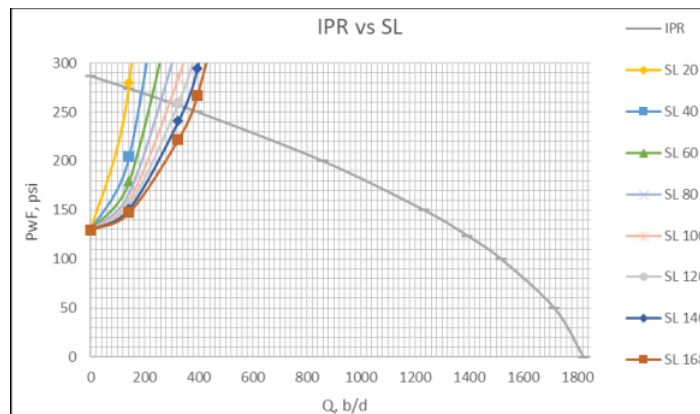
Laju Alir		Intake Pressure, psi						
PwF Assumsi	Qf	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8
286.553	0.000	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886
273.859	142.461	149.785	159.735	169.684	179.633	189.583	199.532	209.482
256.8871851	324.000	175.142	197.770	220.399	243.027	265.655	288.283	310.911
250	394.749	185.025	212.594	240.163	267.732	295.301	322.870	350.440
200	857.870	249.713	309.627	369.540	429.454	489.367	549.281	609.194
150	1232.210	302.001	388.058	474.115	560.172	646.230	732.287	818.344
123.6894	1393.540	324.535	421.860	519.184	616.509	713.834	811.158	908.483
100	1517.767	341.887	447.888	553.888	659.889	765.889	871.890	977.890
50	1714.542	369.373	489.116	608.859	728.602	848.346	968.089	1087.832
0	1822.535	384.457	511.743	639.028	766.313	893.599	1020.884	1148.170


Grafik 1 Grafik Kurva IPR vs nilai N dari Pi

Menentukan nilai S dan mengasumsikan dengan nilai Q sehingga diperoleh *Pump Intake*

Tabel 5 Intake Pressure nilai S dengan Q

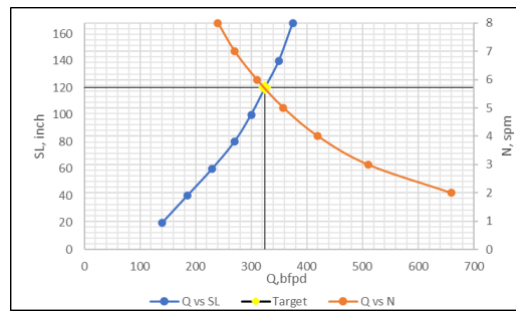
Laju Alir		Intake Pressure, psi							
PwF Assu msi	Qf	20	40	60	80	100	120	140	168
286.553	0.000	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886	129.886
273.859	142.461	280.022	204.954	179.932	167.420	159.913	154.909	151.334	147.760
256.887	324.000	906.462	518.174	388.745	324.030	285.201	259.316	240.826	222.336
250.000	394.749	1282.638	706.262	514.137	418.074	360.437	322.012	294.565	267.119
200.000	857.870	5574.127	2852.006	1944.633	1490.946	1218.734	1037.260	907.635	778.010
150.000	1232.210	11362.044	5745.965	3873.939	2937.926	2376.318	2001.913	1734.480	1467.048
123.689	1393.540	14495.798	7312.842	4918.523	3721.364	3003.069	2524.205	2182.159	1840.114
100.000	1517.767	17171.242	8650.564	5810.338	4390.225	3538.157	2970.112	2564.366	2158.619
50.000	1714.542	21876.431	11003.158	7378.734	5566.522	4479.195	3754.310	3236.535	2718.761
0.000	1822.535	24702.184	12416.035	8320.652	6272.961	5044.346	4225.269	3640.214	3055.160


Grafik 2 Grafik Kurva IPR vs S dari Pi

Hasil dari perpotongan kurva IPR dengan Pi akan digunakan untuk plot, menghasilkan kurva hubungan antara N dan S terhadap Q

Tabel 6 Q untuk setiap nilai N dan S

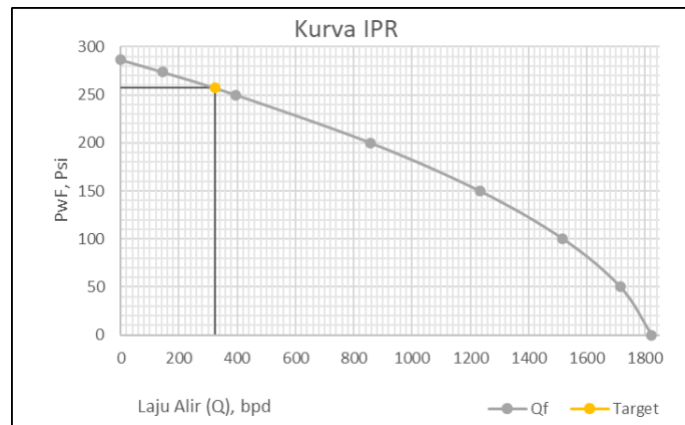
N.SPM	Q.Bpd	S.Inch	Q.Bpd
2	660	20	140
3	510	40	185
4	420	60	230
5	358	80	270
6	310	100	300
7	270	120	325
8	240	140	350
		168	375



Grafik 3 Grafik Kurva hubungan nilai N dan S terhadap Q

Dari kurva diatas dapat diketahui hasil optimasi sebagai berikut:

Stroke Per Minute = 5.68 SPM
 Stroke Length = 120 inch
 Laju Alir = 324 bfpd
 PwF dari kurva IPR = 256.935 psi
 DFL dari PwF = 1988.3 ft



Grafik 4 Grafik Kurva IPR hasil pump intake

Jika hasil parameter dari *pump intake* telah didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengganti parameter awal yang didapatkan dari data sumur dengan parameter yang didapatkan dari hasil *pump intake* dengan persamaan yang sama seperti sebelumnya untuk melakukan perhitungan efisiensi volumetrik.

Perhitungan Optimasi Hydraulic Pumping Unit

Menghitung Productivity Indeks

$$PI = \frac{Q-Gross}{(PS-PwF)}$$

$$PI = \frac{324}{(286.553-256.935)} = 10.9391 \text{ b/d}$$

Menghitung Water Cut dan Oil Cut

$$\begin{aligned}
 \text{Water Cut} \\
 Wc &= \left(\frac{Q_{gross}-Q_{net}}{Q_{gross}} \right) \times 100 \\
 Wc &= \left(\frac{324-48.704}{324} \right) \times 100 = 84.968\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Oil Cut} \\
 Oc &= (100 - Wc) \times 100\% \\
 Oc &= (100 - 84.968) \times 100\% = 15.032\%
 \end{aligned}$$

Q max (Laju Alir Maksimum)

$$Q_{omax} = \frac{Q_{gross} \times Q_c}{(1 - 0.2 \times (\frac{P_{wf}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wf}}{P_s})^2)}$$

$$Q_{omax} = \frac{286.553}{(1 - 0.2 \times (\frac{256.935}{286.553}) - 0.8 \times (\frac{256.935}{286.553})^2)} = 274.382 \text{ BOPD}$$

$$Q_{wmax} = \frac{Q_{gross} \times W_c}{(1 - 0.2 \times (\frac{P_{wf}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wf}}{P_s})^2)}$$

$$Q_{wmax} = \frac{324 \times 84.968\%}{(1 - 0.2 \times (\frac{256.935}{286.553}) - 0.8 \times (\frac{256.935}{286.553})^2)} = 1550.927 \text{ BWPD}$$

Q Total

$$Q_{total} = Q_{omax} + Q_{wmax}$$

$$Q_{total} = 274.382 + 1550.927 = 1825.308 \text{ BFPD}$$

Menghitung nilai Q dengan PwF asumsi

Untuk menghitung nilai Q berdasarkan PwF yang diasumsikan, digunakan rumus seperti berikut:

1. Untuk menghitung nilai Qo menggunakan persamaan dengan konstanta sebagai berikut:

$$Q_o = Q_{omax} \times (1 - 0.2 \times (\frac{P_{wf}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wf}}{P_s})^2)$$

2. Untuk menghitung nilai Qw menggunakan persamaan dengan konstanta sebagai berikut:

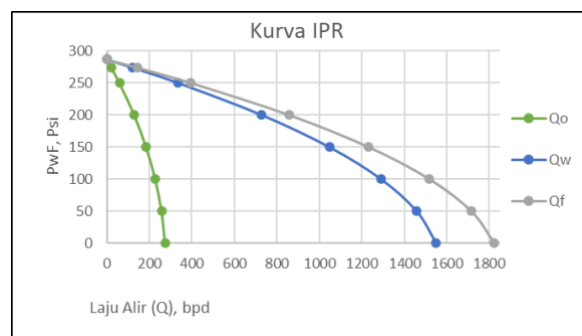
$$Q_w = Q_{wmax} \times (1 - 0.2 \times (\frac{P_{wf}}{P_s}) - 0.8 \times (\frac{P_{wf}}{P_s})^2)$$

Dengan rumus tersebut dapat diketahui nilai Q berdasarkan PwF asumsi seperti pada tabel berikut.

Tabel 7 Nilai Q berdasarkan PwF asumsi

PwF Asumsi	Qo	Qw	Qf	DFL
286.553	0.000	0.000	0.000	1918.950
256.935	48.704	275.296	324.000	1988.250
250.000	59.429	335.921	395.350	2004.475
200.000	129.152	730.024	859.176	2121.462
150.000	185.509	1048.576	1234.085	2238.449
100.000	228.499	1291.577	1520.077	2355.437
50.000	258.124	1459.028	1717.151	2472.424
0.000	274.382	1550.927	1825.309	2589.411

Setelah diketahui nilai Q berdasarkan PwF asumsi, langkah selanjutnya adalah membuat plot nilai Q vs PwF sehingga menghasilkan kurva IPR seperti berikut:



Grafik 5 Grafik Kurva IPR

Analisa Hydraulic Pumping Unit

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *Hydraulic Pumping Unit* sebelum dan setelah dilakukan optimasi sebagai bentuk rincian dari apa yang telah dilakukan sebelumnya.

Perbandingan Sebelum dan Setelah Optimasi

Perbandingan Sebelum Dan Setelah			
Parameter	Sebelum	Setelah	Keterangan
PwF	273.859 <i>psi</i>	256.935 <i>psi</i>	<i>Pressure Well Flowing</i>
DFL	1948.65 <i>ft</i>	1988.3 <i>ft</i>	<i>Dinamic Fluid Level</i>
Q gross	142.461 <i>bfpd</i>	324.000 <i>bfpd</i>	Laju Alir Fluida
Q oil	21.415 <i>bopd</i>	48.704 <i>bopd</i>	Laju Alir Minyak
Wc	84.968 %	84.968 %	Water Cut
Oc	15.032 %	15.032 %	Oil Cut
SL	120 <i>inch</i>	120 <i>inch</i>	<i>Stroke Length</i>
N	5 <i>spm</i>	5.68 <i>spm</i>	<i>Stroke Per Minute</i>
V	332.727 <i>bbld</i>	377.838 <i>bbld</i>	<i>Pump Displacement</i>
Ev	42.816 %	85.751 %	<i>Efficiency Volumetric</i>

Solusi Untuk Sumur ASA – 055

Dari hasil evaluasi sebelum dilakukannya optimasi diketahui bahwa efficiency volumetric sebesar 42.816% dengan kondisi pressure well flowing sebesar 273.859 psi. Hal ini tentu saja telah berada diluar dari ketentuan sebuah perusahaan yang dimana perusahaan tersebut memiliki target efficiency volumetric sebesar 80%. Untuk meningkatkan efficiency volumetric dilakukanlah perhitungan pump intake untuk mengetahui hasil optimal dari storke length dan stroke per minute pada kondisi pressure well flowing yang didapat dari kurva hubungan nilai N dan S terhadap Q lalu dilanjutkan lagi menjadi kurva IPR. Dan telah ditemukan hasil optimal dari parameter tersebut yakni menggunakan 5.68 stroke per minute dan mempertahankan stroke lenght sebesar 120 inch, sehingga didapati hasil optimal pada pressure well flowing sebesar 256.935 dengan efficiency volumetric sebesar 85.751%. Dengan demikian parameter yang telah ditentukan tadi, menjadi sebuah solusi untuk meningkatkan nilai efficiency volumetric pada sumur ASA – 055 yang menggunakan Artificial Lift Hydraulic Pumping Unit.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju alir maksimum sebelum optimasi berdasarkan kurva IPR yang telah dilakukan menunjukkan angka yang tinggi untuk Q fluida atau Q total sebesar 1822.5348 bbl/day, sedangkan untuk Q oil hanya sebesar 273.968, dan untuk Q water sebesar 1548.56683.

- Dengan demikian dapat diketahui bahwa sumur yang dikaji didominasi oleh kadar air yang tinggi.
2. *Pump displacement* dari hasil analisa sebelum dilakukannya optimasi yakni sebesar 354.030 bbl/day dan sangat berbeda jauh dari *Q gross* yang hanya sebesar 142.461 bfpd. Hal ini mempengaruhi *efficiency volumetric* yang menjadi sangat jauh dibawah dari yang telah ditentukan oleh perusahaan yakni sebesar 40.225%.
 3. Dari parameter yang telah dioptimalkan didapati hasil *pump displacement* sebesar 377.838 bbl/day yang dimana *pump displacement* tersebut tidak jauh berbeda dengan *Q gross* yang sebesar 324 bfpd. Hal ini membuat nilai *efficiency volumetric* melebihi target yang telah ditetapkan oleh perusahaan yakni sebesar 85.751%.

REFERENSI

- Brown, K.E. 1984 *The technology of Artificial Lift Methods* Vol 2. a. Tulsa, Oklahoma: PennWell (Introduction of Artificial Lift Systems Beam Pumping: Design and Analysis Gas Lift). Penerbit ITB.
- E. Yohana, "Analisis Tekanan dan Jumlah Pompa untuk Menginjeksi 35000 BWPD di *Echo Flow Station* Milik Pertamina Hulu Energy Offshore North West Java (ONWJ)," ROTASI, vol. 22
- _____. Mulia Cipta Abadi. 2024 "What We Do", <http://www.muliaciptaabadi.com/>, diakses pada 7 Mei 2024 pukul 10.37.
- Guo, B. 2008 *Well Productivity Handbook*. Houston, Texas: Gulf Publishing Company (Vertical, Fractured, Horizontal, Multilateral, and Intelligent Wells).