

## Analisa Unjuk Kerja Sucker Rod Pump C-228 D – 213 – 86-7466 Sebagai Metode Pengangkatan Buatan Produksi Minyak Bumi untuk API 15° dan 45°

Edward Hamid Muhammad<sup>1\*</sup>, Hadziqul Abror<sup>2\*</sup>, Eriska Eklezia Dwi Saputri<sup>3</sup>, Riska Laksmita Sari<sup>4</sup>, Welayaturromadhona<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>1\*</sup>edwardhamidm@gmail.com <sup>2\*</sup>hadziqulabrор@unej.ac.id

### Abstract

The oil production process is the process of extracting oil from the reservoir using the wells that have been made. In the production process there are three stages, namely primary recovery, secondary recovery and tertiary recovery. At the primary recovery stage there are two methods, namely production using natural reservoir energy (natural flow) and production using artificial lift methods (artificial lift). There are two basic principles of artificial lift, namely gas lift and pumps. The principle of the gas lift is to inject gas into the bottom of the well thereby reducing the density and pressure gradient of the reservoir fluid so that the fluid flows more easily. While the principle of the pump is to provide additional energy (head) to lift the fluid. The type of pump that is often used for shallow wells is Sucker Rod Pump. The performance of the sucker rod pump is influenced by the characteristics of the well and reservoir such as pressure, well productivity, physical properties of the fluid, as well as the depth of the well and the dimensions of the sucker rod pump. In this study, the factors studied were the physical properties of the fluid, namely the API of the fluid with variations of API 15° and API 45°, as well as the pump volumetric efficiency (Ev) of 90% and 70%. From the analysis carried out, the results obtained a). For API 15° and Ev 90% fluids: 759 stb/day and 39 hp prime mover power; and for API 15° and Ev 70%: 591 stb/day and prime mover power of 32.2 hp. b). For API 45° and Ev 90% fluids: 783 stb/day and prime mover power of 34.3 hp; and for API 45° and Ev 70%: 609 stb/day and prime mover power of 28.6 hp.

Keywords: *Sucker rod pump, Artificial lift, Power requirement.*

### Abstrak

Proses produksi minyak merupakan proses pengambilan minyak dari reservoir dengan menggunakan sumur yang telah dibuat. Dalam proses produksi terdapat tiga tahap yaitu *primary recovery*, *secondary recovery* dan *tertiary recovery*. Pada tahap *primary recovery* terdapat dua metode yaitu produksi menggunakan tenaga dorong alami reservoir (*natural flow*) dan produksi dengan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Terdapat dua jenis dasar *artificial lift*, yaitu dengan injeksi gas (*gas lift*) dan pompa. *Artificial lift* dengan pompa adalah upaya memberikan tambahan energi dari luar (*head*) untuk mengangkat fluida. Adapun jenis pompa yang sering digunakan untuk sumur dangkal adalah *Sucker Rod Pump*. Kinerja dari *sucker rod pump* dipengaruhi oleh sifat sumur dan reservoir seperti tekanan, produktivitas sumur, sifat fisik fluida, serta kedalaman sumur dan dimensi dari *sucker rod pump*. Oleh karena itu, *sucker rod pump* harus didesain dengan mempertimbangkan kondisi ini agar mampu bekerja secara optimal. Dalam penelitian ini, faktor yang dikaji sifat fisik fluida yaitu API fluida dengan variasi API 15° dan API 45°, serta efisiensi volumetrik pompa (Ev) sebesar 90% dan 70%. Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil a). Untuk fluida API 15° dan Ev 90% didapatkan 759 stb/day dan daya *prime mover* 39 hp; serta untuk API 15° dan Ev 70% didapatkan 591 stb/day dan daya *prime mover* 32,2 hp. b). Untuk fluida API 45° dan Ev 90% didapatkan 783 stb/day dan daya *prime mover* 34,3 hp; serta untuk API 45° dan Ev 70%: 609 stb/day dan daya *prime mover* 28,6 hp.

Kata kunci: *Pompa angguk, Pengangkatan buatan, Kebutuhan daya*

### 1. Pendahuluan

Ada dua kegiatan utama dalam industri perminyakan, yaitu kegiatan di hulu dan di hilir. Operasi di hulu

meliputi pengeboran, produksi, dan transportasi. Produksi adalah proses dimana minyak diekstraksi dari sumur. Pada proses produksi ini terdapat tiga

tahap yaitu *primary recovery*, *secondary recovery*, dan *tertiary recovery*. Pada tahapan *primary recovery* adalah cara memproduksi sumur secara alamiah dengan tekanan reservoir yang ada menggunakan pompa, baik pompa angguk maupun pompa *submersible* atau dengan gas lift dengan tujuan agar kolom fluida lebih ringan sehingga minyak bisa mengalir. Sedangkan pada tahap *secondary recovery* dilakukan dengan pendorongan air (*water flood*) atau pendorongan gas (*gas flood*). *Tertiary recovery* dilakukan dengan cara menginjeksikan air yang sudah ditambahkan zat kimia (polimer, surfaktan), menginjeksikan gas yang *miscible* (larut) dalam minyak, menginjeksikan uap air (untuk menurunkan viskositas), atau menginjeksikan mikroba.

Pada awal dilakukannya kegiatan produksi, digunakan fase *primary recovery*, yaitu sumur diproduksi dengan tenaga pendorong alaminya (*natural flow*) dan sumur diproduksi dengan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Untuk metode *natural flow*, fluida naik ke permukaan dengan sendirinya, seperti melalui rembesan minyak serta melalui tubing akibat tekanan dari reservoir. Jika metode *artificial lift* merupakan metode pengangkatan buatan pada fluida pemboran dengan alat produksi agar fluida tersebut dapat diangkat ke permukaan. Salah satu contoh penerapan *artificial lift* yaitu penggunaan *gas lift* dan pompa. Ada banyak jenis pompa diantaranya *sucker rod pump*, *electric submersible pump*, *progressive cavity pump*. [1]

*Sucker rod pump* adalah metode pengangkat buatan yang memiliki jumlah instalasi tertinggi di seluruh dunia saat ini, sehingga nilai ekonomi produksinya menjadi sangat penting. Untuk mengevaluasi keefektifan ekonomi dari operasi pemompaan batang, kita menghitung biaya pengangkatan per volume cairan yang diproduksi. Penyusunan pengeluaran operasional yang paling menentukan dalam hal ini terkait dengan penggunaan tenaga listrik sistem karena sebagian besar instalasinya saat ini digerakkan oleh motor listrik. [2]

Jenis pompa yang akan dipasang dipilih sesuai dengan kondisi dan sifat fluida di reservoir yang akan dipompa. *Sucker rod pump* merupakan salah satu jenis metode pengangkatan buatan yang paling umum digunakan, salah satunya di Indonesia karena harganya yang relatif lebih murah dan kemampuannya untuk digunakan pada berbagai laju aliran dengan cairan dengan komposisi dan viskositas yang berbeda. Pengoperasiannya juga fleksibel, karena kecepatan dan panjang langkah pompa dapat disesuaikan dengan

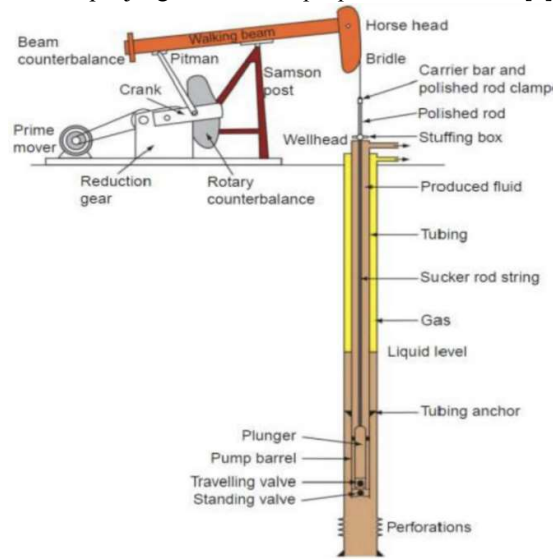
kondisi lapangan. Kerusakan pada pompa SRP dapat disebabkan antara lain oleh pembentukan pasir di bawah permukaan dan pembentukan kerak kapur di dalam pompa [3].

*Sucker rod pump* adalah salah satu alat pengangkatan buatan dimana alat tersebut memberikan energi mekanik untuk mengangkat minyak dari sumur ke permukaan. Penggunaan *sucker rod pump* dinilai efisien, sederhana, dan mudah dioperasikan oleh orang-orang lapangan. [4] *Sucker rod pump* dapat memompa sumur ke tekanan yang sangat rendah untuk memaksimalkan tingkat produksi minyak. *sucker rod pump* dapat digunakan untuk lubang sumur yang tipis, *completion ganda*, dan minyak bersuhu tinggi dan kental. Sistem ini juga mudah diubah ke sumur lain dengan biaya minimum. Kerugian utama dari *sucker rod pump* meliputi adanya gesekan berlebihan pada lubang sumur yang bengkok/ menyimpang, sensitif terhadap benda padat, efisiensi yang rendah dalam sumur gas, kedalaman yang terbatas karena kapasitas *rod* (batang), dan sulit dalam penggunaan operasi lepas pantai. [5]

*Beam rod pumping* adalah metode *sucker rod pump* yang paling banyak diterapkan yang ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** Metode ini juga akan menjadi fokus utama penelitian ini. Ini terutama terdiri dari unit permukaan dan di bawah permukaan. Unit permukaan memiliki beberapa variasi berdasarkan ukuran dan aplikasi. Tiga jenis utama adalah Tipe A, C, dan M. Tipe A (*Air balanced*), model ini menggunakan udara terkompresi untuk mengimbangi beban yang berasal dari komponen *rods*. Sistem ini memiliki kontrol udara otomatis setelah operator menyetel tekanan yang diperlukan untuk pengoperasian. Manfaat dari tipe ini adalah pengurangan berat, biaya pemasangan dan transportasi yang lebih rendah. [6]

Tipe M (*Mark II*) tujuan model ini adalah untuk menurunkan torsi dan kebutuhan daya penggerak dan memastikan variasi torsi absolut yang lebih tinggi sepanjang siklus pemompaan. Tipe C adalah *beam rod pump* konvensional, dimana unit *sucker rod pump* memiliki pengaturan ukuran yang berbeda di mana panjang langkah bervariasi di setiap kategori dengan menyesuaikan *pitman arm* pada *crank arm* sehingga secara umum panjang langkah dapat mencapai 12 hingga hampir 200 inch. Dan juga, beban pada komponen *counterbalance* digunakan untuk mengimbangi beban di *rod*, yang berubah tergantung

ada panjang dan *properties* fluida.[7]



Gambar 1. Beam Rod Pump [8]

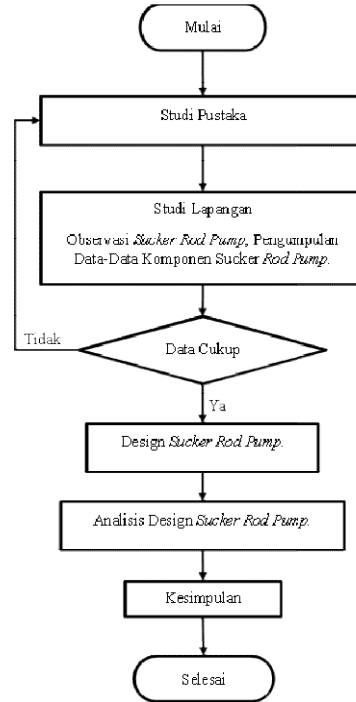
Sistem pompa angguk, dapat diuraikan menjadi sistem di permukaan dan sistem di bawah permukaan. Komponen yang terdapat di permukaan termasuk *prime mover*, *gearbox*, *polished rod* dan *wellhead*. Komponen pada bawah permukaan termasuk *rod string*, *tubing*, dan *pump barrel*. Unit pemompaan di permukaan mengubah gerakan memutar *prime mover* menjadi gerakan osilasi untuk menggerakkan *polished rod* di dalam pipa. *Polished rod* menggerakkan pendorong di dalam pompa lubang bawah yang menggabungkan silinder (laras) dan piston (pendorong) dengan katup untuk mentransfer cairan sumur ke dalam pipa dan memindahkannya ke permukaan [9].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kinerja dan kebutuhan daya serta laju air produksi dari *sucker rod pump* C-228 D – 213 – 86-7466.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dimaksudkan untuk menggambarkan langkah-langkah penelitian dimulai dari pengumpulan data hingga hasil dari design yang dilakukan sehingga dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan. Gambar 2 menunjukkan alur pelaksanaan penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 2.2. Pengumpulan Data

Design *sucker rod pump*, dimulai dengan kegiatan pengumpulan data, seperti: observasi lapangan dan hasil studi literatur baik dari buku, internet serta hasil wawancara dengan pihak yang lebih mengerti tentang *sucker rod pump*.

### 2.3. Desain Sucker Rod Pump

Setelah data yang dibutuhkan lengkap, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *design*, tahapan proses *design* yang dilakukan dengan menggunakan model matematis yaitu perhitungan pada *maximum & minimum Polished Rod Load*, *Counterweights*, *Speed Limit*, *Peak Torque*, *Plunger Stroke Length*, *Flow Rate*, dan Kebutuhan Daya. Detail langkah desain adalah sebagai berikut [10]:

#### 1. Maximum Polished Rod Load.

*Polished rod load* adalah jumlah dari berat fluida yang diangkat, berat *plunger*, berat *sucker rod string*, beban dinamis akibat percepatan, gaya gesek, dan gaya dorong ke atas dari bawah pada *plunger*. Nilai  $PRL_{max}$  dapat dicari menggunakan persamaan 1.

$$PRL_{max} = W_f - S_f(62,4) \frac{W_r}{\gamma_s} + W_r + W_r F_1 \quad (1)$$

$S_f$  = Specific gravity fluida dalam tubing.

$W_f$  = Berat fluida, lbs.

$W_r$  = Berat rod string di udara, lbs.

$\gamma_s$  = Berat spesifik besi (490 lb/ft<sup>3</sup>).

$F_1$  = Nilai faktor unit sucker rod pump.

## 2. Minimum Polished Rod Load.

Polished rod load minimum terjadi pada saat traveling valve terbuka sehingga berat kolom fluida dipikul oleh tubing dan bukan oleh rod. Beban minimum berada pada atau di dekat puncak langkah. Dimana mengabaikan berat plunger dan adanya gesekan. Nilai  $PRL_{min}$  dapat dicari menggunakan persamaan 2.

$$PRL_{min} = -S_f(62.4) \frac{W_f}{\gamma_s} + W_r + W_r F_2 \quad (2)$$

$S_f$  = Specific gravity fluida dalam tubing.

$W_f$  = Berat fluida, lbs.

$W_r$  = Berat rod string di udara, lbs.

$\gamma_s$  = Berat spesifik besi (490 lb/ft<sup>3</sup>).

$F_1$  = Nilai faktor unit sucker rod pump.

## 3. Counterweights.

Untuk mengurangi kebutuhan daya prime mover, counterbalance digunakan pada walking beam atau rotary crank. Beban penyeimbang ideal adalah nilai rata-rata polished rod load. Nilai counterweights dapat dicari menggunakan persamaan 3.

$$C = \frac{1}{2}(PRL_{max} + PRL_{min}) \quad (3)$$

$PRL_{max}$  = Nilai  $PRL_{max}$ , lbs.

$PRL_{min}$  = Nilai  $PRL_{min}$ , lbs.

## 4. Speed Limit dan Peak Torque.

Speed Limit adalah nilai batasan kecepatan dari suatu unit sucker rod pump. Nilai speed limit dapat dicari menggunakan persamaan 4.

$$N = \sqrt{\frac{70471 \times 2L}{s(1-\frac{c}{h})}} \quad (4)$$

$L$  = Maximum allowable acceleration factor.

$S$  = Polished rod stroke length, inch.

$c/h$  = Crank to pitman ratio.

Torsi puncak adalah saat beban puncak (polished rod) terjadi ketika crank length efektif juga maksimum (ketika crank arm horizontal). Nilai torsi puncak dapat dicari menggunakan persamaan 5.

$$T = \frac{1}{4}S \left( W_f + \frac{2SN^2 W_f}{70471} \right) \quad (5)$$

$S$  = Polished rod stroke length, inch.

$W_f$  = Berat fluida, lbs.

$N$  = Speed limit, SPM.

## 5. Plunger Stroke Length.

Gerakan pada plunger tergantung pada sejumlah faktor termasuk gerakan pada polished rod, sucker rod, dan tubing.

$$S_p = S - \frac{12D}{E} W_f \left( \frac{1}{A_r} + \frac{1}{A_t} \right) - \frac{SN^2 M W_f}{70471 \cdot 2A_r} \quad (6)$$

$S$  = Polished rod stroke length, inch.

$E$  = Modulus of elasticity of steel  
 (30×10<sup>6</sup> lb/in<sup>2</sup>).

$W_f$  = Berat fluida, lbs.

$N$  = Speed limit, SPM.

$M$  = Machinery factor.

$A_r$  = Cross-sectional area of rods, in<sup>2</sup>.

$A_t$  = Tubing inner cross-sectional area, in<sup>2</sup>.

## 6. Flow Rate.

Laju alir cairan yang dihasilkan dari produksi unit sucker rod pump. Nilai laju alir dapat dicari menggunakan persamaan 7.

$$q = 0,1484 \frac{A_p N S_p E_v}{B_o} \quad (7)$$

$A_p$  = Gross plunger cross-sectional area, inch<sup>2</sup>.

$N$  = Speed limit, SPM.

$S_p$  = Plunger Stroke Length, inch.

$E_v$  = Pump volumetric efficiency.

$B_o$  = Fluid formation volume factor, rb/stb.

## 7. Kebutuhan Daya.

Dalam mengangkat fluida ke permukaan dibutuhkan daya. Dimana komponen prime mover harus berukuran tepat untuk memberikan daya yang cukup untuk mengangkat cairan dalam proses produksi. Pada penentuan nilai hydraulic power dibutuhkan nilai net lift dan memperhitungkan adanya faktor friction loss sehingga kebutuhan daya pada prime mover bisa diketahui. Nilai net lift dapat dicari menggunakan persamaan 8.

$$L_N = H + \frac{P_{tf}}{0,433 \gamma_l} \quad (8)$$

$H$  = Depth to the liquid level in annulus, ft.

$P_{tf}$  = Flowing tubing head pressure, psig.

$\gamma_l$  = Specific gravity of production fluid.

Pada pengangkatan fluida ke atas dibutuhkan daya. Daya yang diperlukan untuk mengangkat fluida disebut "hydraulic power". Nilai hydraulic power dapat dicari menggunakan persamaan 9

$$P_h = 7,36 \times 10^{-6} q \gamma_l L_N \quad (9)$$

$q$  = Depth to the liquid level in annulus, ft.

$\gamma_l$  = Specific gravity of production fluid.

$L_N$  = Net lift, ft.

Saat proses terjadinya pengangkatan fluida akan ada gesekan antara fluida yang mengakibatkan kebutuhan daya bertambah. Sehingga nilai kerugian akibat gesekan disebut "friction losses".

$$P_f = 6,31 \times 10^{-7} W_r S N \quad (10)$$

$W_r$  = Berat rod string di udara, lbs.

$S$  = Polished rod stroke length, inch.

$N$  = Speed limit, SPM.

Kebutuhan daya yang diperlukan *prime mover* didapat setelah penjumlahan dari nilai *safety factor* pada pompa dan dari *hydraulic power* serta adanya *friction losses*. Nilai *friction losses* dapat dicari menggunakan persamaan 11

$$P_{pm} = F_s(P_h + P_f) \quad (11)$$

$F_s$  = Safety factor to prime mover power.

$P_h$  = Hydraulic power, hp.

$P_f$  = frictional losses, hp.

Data yang telah dikumpulkan termasuk data dimensi dari *beam rod pump* disajikan dalam bentuk Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Data Dimensi C-228 D – 213 – 86 – 7466

Data	Nilai	Satuan
Beam dimension 1 (d1)	96,05	in.
Beam dimension 2 (d2)	111	in.
Crank length (c):	37	in.
Crank to pitman ratio (c/h):	0,3246	

Berikut adalah data yang telah dikumpulkan termasuk data operasional dari *beam rod pump* dan data sumur yang dimana keseluruhan nilai variabel data yang didapat diasumsikan melalui beberapa pendekatan keadaan sumur aslinya dari studi literatur, disajikan dalam bentuk Tabel 2. Dilakukan perbandingan pada variabel kondisi *oil gravity* dan *pump volumetric efficiency* yang berbeda guna mengetahui kemampuan dari *sucker rod pump type pumping C-228 D – 213 – 86 – 7466*. Data yang tertera pada Tabel 1 diperlukan untuk mendesign *sucker rod pump*.

Tabel 2. Tabel Parameter Data Operasional

Data	Nilai	Satuan
Kedalaman penempatan pompa (D):	2900	ft
Kedalaman level cairan di annulus (H):	2900	ft
Tekanan alir tubing head ( $p_{th}$ ):	100	Psia
OD tubing ( $d_o$ ):	3,5	in.
ID tubing ( $d_i$ ):	2,992	in.
Diameter plunger ( $d_p$ ):	2,5	in.
Rod section 1(top), diameter ( $d_{r1}$ ):	1	in.
Rod section 2, diameter ( $d_{r2}$ ):	0,875	in.
length:	2900	ft
Rod section 3, diameter ( $d_{r3}$ ):	0,625	in.
Rod section 4, diameter ( $d_{r4}$ ):	0,5	in.
Oil gravity:	45	15 °API
Maximum allowable acceleration factor (L):	0,265	
Fluid formation volume factor (Bo):	1,2	rb/stb
Efisiensi volumetric pompa	0,9	0,7

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam mendesain *sucker rod pump* hal yang perlu diperhatikan adalah tekanan dari pompa (*head*) dimana dari mengetahui tekanan maka dapat diketahui kemampuan pompa untuk memompa fluida yang terdapat di formasi dimana kemampuan pompa dipengaruhi oleh faktor panjang *stroke* dari pompa dan kecepatan pompa. Dalam perhitungan digunakan dua perbandingan nilai API yaitu 15° dan 45°. Hasil perhitungan kedua perbandingan API dapat dilihat pada Tabel 3, dimana diperoleh hasil *maximum polished rod load* pada API 15° dan 45° sebesar 13.491 lbs dan 12.603 lbs, dimana nilai *maximum polished rod load* yang tercantum pada spesifikasi sebesar 21.300 lbs. Pada nilai *peak torque* nilai pada API 15° dan 45° sebesar 226.951 in/lbs dan 205.322 in/lbs, dimana nilai *peak torque* yang tercantum pada spesifikasi adalah 228.000 in/lbs. Pada nilai panjang langkah *maximum* didapat hasil pada API 15° dan 45° sebesar 77 inci dan 80 inci, dimana nilai dalam spesifikasi dari panjang langkah *maximum* adalah 86 in. Sehingga dalam perencanaan *sucker rod pump type pumping C-228 D – 213 – 86 – 7466* kedua perbandingan antara API 15° dan 45° telah memenuhi syarat dalam dilaksanakannya proses penggunaannya. Hal ini dikarenakan pada seluruh perhitungan pada nilai *maximum polished road load*, *efisiensi panjang plunger stroke*, dan *peak torque* dibawah nilai dari spesifikasi *sucker rod pump type pumping C-228 D – 213 – 86 – 7466*.

Tabel 3. Tabulasi Hasil Perhitungan

Data	Nilai		Satuan
	API 15°	API 45°	
Maximum PRL	13491	12603	lbs.
Minimum PRL	3755	4361	lbs.
Counterweights	8926	8179	lbs.
Speed Limit	18	18	SPM
Peak Torque	226951	205322	in/lbs
Panjang Plunger Stroke	77	80	in
Liquid Production Rate	Ev: 0,9	759	stb/day
	Ev: 0,7	591	
		609	
Net Lift		3123	ft
	Ev: 0,9	20,24	
	Ev: 0,7	17,11	
Hydraulic Power	Ev: 0,7	15,74	hp
		13,31	
Power Friction Loss		5,8	hp
	Ev: 0,9	39	
Power Prime Mover	Ev: 0,7	32,2	hp
		28,6	

Pada penentuan laju alir produksi dan kebutuhan daya, hal yang mempengaruhi nilai tersebut adalah faktor dari kedalaman, tekanan, *specific gravity*, dan *pump volumetric efficiency*. Pada penelitian ini digunakan perbandingan nilai API 15° dan API 45° lalu perbandingan nilai *pump volumetric efficiency* (Ev) 90% dan 70%. Pada hasil perhitungan didapat nilai laju produksi API 15° pada Ev 90% dan 70% sebesar 759 *stb/day* dan 591 *stb/day*. Sedangkan nilai laju produksi API 45° pada Ev 90% dan 70% sebesar 783 *stb/day* dan 609 *stb/day*. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin rendah nilai API maka nilai viskositas/kekentalan fluida semakin meningkat sehingga akan mempengaruhi nilai laju produksinya. Dari perhitungan didapatkan kemampuan angkat fluida/laju alir yang mampu dihasilkan dari *sucker rod pump type pumping C-228 D - 213 - 86 - 7466* berkisar pada nilai 759-783 *stb/day* untuk efisiensi pompa Ev 90%, dan 591-606 *stb/day* untuk efisiensi pompa Ev 70%. Dari perhitungan diperoleh rentang laju alir yang dihasilkan pompa ini tidak terlalu berbeda jauh, diferensiasi rendah, hal ini berarti pompa jenis ini mampu beroperasi dengan baik untuk memproduksi minyak berat (API rendah) dan minyak ringan (API tinggi).

Pada hasil perhitungan *power prime mover* API 15° pada Ev 90% dan 70% sebesar 39 hp dan 32,2 hp. Sedangkan nilai *power prime mover* API 45° pada Ev 90% dan 70% sebesar 34,3 hp dan 28,6 hp. Kebutuhan daya pada *prime mover* dihasilkan dari penambahan *hydraulic power* dan *power friction loss* yang sebesar 5,8 hp. Daya listrik yang dibutuhkan *prime mover* API 15° pada Ev 90% dan 70% adalah 29,05 kW atau 24,02 kW, sedangkan pada API 45° pada Ev 90% dan 70% adalah 25,56 kW atau 21,31 kW.

Berdasarkan data-data yang diperoleh dapat dilihat bahwa hasil dari perhitungan dengan skenario nilai

API dan efisiensi pompa menunjukkan bahwa semakin rendah nilai API dibutuhkan daya listrik yang lebih besar untuk beroperasinya *prime mover*, hal ini karena nilai API suatu fluida minyak yang berhubungan langsung pada nilai viskositas dimana semakin besar nilai viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir. Selain hal tersebut efisiensi pompa akan berpengaruh pada performa pompa dalam kebutuhan daya listrik yang diperlukan dimana semakin rendah nilai efisiensi pompa maka kebutuhan daya yang diperlukan dalam mengangkat fluida ke permukaan juga semakin rendah.

#### 4. Kesimpulan

Dari analisa desain yang telah dilakukan pada unit *sucker rod pump type pumping C-228 D - 213 - 86 - 7466*, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Untuk fluida API 15° didapatkan kemampuan laju alir yang dapat dihasilkan sebesar 759 *stb/day* untuk *pump volumetric efficiency* 90% dengan kebutuhan daya pada *prime mover* sebesar 39 hp, serta laju alir 591 *stb/day* untuk *pump volumetric efficiency* 70% dengan kebutuhan daya pada *prime mover* sebesar 32,2 hp.
- Untuk fluida API 45° didapatkan kemampuan laju alir yang dapat dihasilkan sebesar 783 *stb/day* untuk *pump volumetric efficiency* 90% dengan kebutuhan daya pada *prime mover* sebesar 34,3 hp, serta laju alir 609 *stb/day* untuk *pump volumetric efficiency* 70% dengan kebutuhan daya pada *prime mover* sebesar 28,6 hp.
- Kerja pompa tidak dipengaruhi oleh densitas fluida reservoir, namun sangat dipengaruhi oleh *pump volumetric efficiency*.

#### Daftar Rujukan

- [1] E. Purwaka., 2018 .“Perencanaan Ulang Sucker Rod Pump pada Sumur ‘X’ Lapangan ‘Y,’” *J. Offshore Oil, Prod. Facil. Renew. Energy*, vol. 2, no. 1.
- [2] G. Takács., 2022. “A critical analysis of power conditions in sucker-rod pumping systems,” *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 210.
- [3] G. B. F. F. Oliva *et al.*, 2020. “Development of a control strategy for a smart sucker rod pump,” *SPE Prod. Oper.*, vol. 35, no. 3.
- [4] S. V. Jalikop, B. Scheichl, S. J. Eder, and S. Hönig., 2020. “Computational fluid dynamics model to improve sucker rod pump operating mode,” in *Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, , vol. 20.
- [5] M. K. Dave and M. G. Mustafa., 2017. “Performance evaluations of the different sucker rod artificial lift systems. vol. 20, no. 10
- [6] S. Fakher, A. Khlaifat, M. E. Hossain, and H. Nameer, 2021 “A comprehensive review of sucker rod pumps’

- components, diagnostics, mathematical models, and common failures and mitigations," *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, vol. 11, no. 10.
- [7] C. Teodoriu and E. Pienknagura., 2018. "Bringing the sucker rod pumping unit into the classroom with the use of the internet of things," in *Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, vol. 2018-09.
- [8] Wang, Yanbo , Wang, Sai , Yang, Lu , Pu, Hui , and Kegang Ling. 2018. "A New Model to Evaluate Polished Rod Load of Sucker Rod Pumping System." Paper presented at the SPE Liquids-Rich Basins Conference - September 2018, North America, Midland, Texas, USA.
- [9] Di Tullio, Matteo Tommaso, and Ferdinando Marfella. 2018. "Enhanced Sucker Rod Pumping Model: A Powerful Tool for Optimizing Production, Efficiency and Reliability." Paper presented at the SPE Middle East Artificial Lift Conference and Exhibition, , November 2018, Manama, Bahrain.
- [10] B. Guo, W. C. Lyons, and A. Ghalambor., 2007. *Petroleum Production Engineering, A Computer-Assisted Approach. Elsevier Science & Technology Books.*
-