

**PERENCANAAN PEMASANGAN *SUCKER ROD PUMP* PADA
LAPANGAN FR-01 SUMUR SWT DALAM MENINGKATKAN
LAJU PRODUKSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

FARHAN RAMADHAN

143210518



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Farhan Ramadhan
NPM : 143210518
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Pemasangan *Sucker Rod Pump* pada Lapangan FR-01 Sumur SWT dalam Meningkatkan Laju Produksi

Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Hj. Fitrianti, S.T.,M.T. (.....)
Penguji : Richa Melysa, S.T., M.T (.....)
Penguji : Novrianti, S.T., M.T (.....)

Diterapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 4 Desember 2021

Disahkan Oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

**DOSEN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

DIVERIFIKASI

By noviarita at 15:38:32, 18/03/2022

Novia Rita, S.T.,M.T

Fitrianti S.T.,M.T

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 4 Desember 2021



Farhan Ramadhan

NPM:143210518

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan material maupun moral.
2. Ibu Fitrianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing seminar proposal dan tugas akhir yang telah menyediakan, waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Novrianti, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihan, penyemangat dan masukan selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Ketua dan Sekretaris Prodi serta dosen-dosen yang sangat membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Teman-teman Angkatan 14 yang sudah berjuang bersama dari awal perkuliahan sampai sekarang yang selalu memberikan dukungan moral.

Semoga Allah selalu melindungi dan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu saya. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 4 Desember 2021

Farhan Ramadhan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR SIMBOL	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>State Of The Art</i>	3
2.2 <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i>	4
2.3 Metode Aliran Dua Fasa Vogel	5
2.4 <i>Sucker Rod Pump</i> (Pompa Angguk)	6
2.5 Prinsip Kerja <i>Sucker Rod Pump</i>	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Metodologi Penelitian	18
3.2. Diagram Alir Penelitian	19
3.3. Tempat Penelitian	20
3.4. Jadwal Kegiatan Penelitian	20
3.5. Tinjauan Lapangan	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Data Lapangan	22
4.2. Menentukan Kurva IPR	24
4.3. Perhitungan Desain Sucker Rod Pump	26
4.4. Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Conventional Pumping Unit</i> (BoyunGuo, 2007)	7
Gambar 2. 2 <i>Mark II Pumping Unit</i> (Boyun Guo,2007).....	7
Gambar 2. 3 <i>Air Balance Pumping Unit</i> (BoyunGuo,2007).....	8
Gambar 2. 4 <i>The pumping cycle</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Illustrates the operation of rod pump (Up-stroke &Down-stroke)</i>	17
Gambar 3. 1 Peta Lapangan FR-01 (PT.VSGL)	21



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Sumur SWT	22
Tabel 4. 2 Data Produksi	23
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan pwf dan Q	25
Tabel 4. 4 <i>Rod String</i>	27
Tabel 4. 5 <i>Sucker Rod</i> Data	28
Tabel 4. 6 <i>Service Factor</i> (Sumber : Kermit E. Brown (1980))	29
Tabel 4. 7 <i>Torque Factors</i> (Sumber : Kermit E. Brown (1980)	31
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan <i>Sucker Rod Pump</i> kedalaman pompa 3657,13 ft.....	32
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan <i>Sucker Rod Pump</i> kedalaman pompa 4000 ft	38



DAFTAR SINGKATAN

IPR	<i>Inflow Performance Relationship</i>
PPRL	<i>polished rod load</i>
Hph	<i>Hydraulic horse power</i>
BHP	<i>Break horse power</i>
DPM	<i>Dotsche Petroleum Maatschappij</i>
DFL	<i>Dynamic Fluid Level</i>
SFL	<i>Static Fluid Level</i>



DAFTAR SIMBOL



Pwf	Tekanan alir dasar sumur
Ps	Tekanan statis
Gf	Gradient fluida
Ap	diameter <i>Plunger</i>
K	konstanta <i>Plunger</i>
L	<i>Sucker Rod String</i>
R	<i>Rod String</i>
Wf	berat fluida
Wr	berat rod diudara
A	faktor percepatan
MPRL	beban minimal <i>polished rod</i>
Ap	luas <i>area plunger</i>
N	kecepatan pompa
S	<i>stroke length</i>
SG _f	<i>fluid specific gravity</i>
ep	<i>plunger over travel</i>
er	<i>rod stretch</i>
et	<i>tubing stretch</i>
S _p	<i>effective Plunger Stroke</i>
E	modulus young besi (30 x 10 ⁶ psi)
Ar	uas penampang rod
S	panjang langkah
V	kapasitas pompa
Q	laju alir produksi
L _n	<i>net lift</i>
PT	<i>torque factoci counter balance required</i>

TF_{max} maximum torque factor

**PERENCANAAN PEMASANGAN *SUCKER ROD PUMP* PADA
LAPANGAN FR-01 SUMUR SWT DALAM MENINGKATKAN LAJU
PRODUKSI**

FARHAN RAMADHAN

143210518

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu produksi sumur tersebut akan mengalami penurunan tekanan reservoir sehingga sumur tersebut sudah tidak memiliki kemampuan dalam mengalirkan fluida dari reservoir menuju kepermukaan secara alamiah. Metode *artificial lift* yang dipilih adalah menggunakan *Sucker Rod Pump*. Pompa *sucker rod* adalah pompa angguk yang merupakan salah satu cara dari metode pengangkatan buatan dalam upaya peningkatan produksi sumur. Konsep dasar dalam perencanaan *Sucker Rod Pump* adalah kemampuan pompa yang akan digunakan dan harus disesuaikan dengan kemampuan laju produksi optimal dari sumur tersebut. Desain yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui laju alir produksi maksimal dan mengetahui hasil desain *Sucker Rod Pump* yang nantinya diharapkan dari pemasangan pompa dapat meningkatkan laju produksi. Melalui hasil perhitungan sumur SWT berproduksi dengan laju alir sebesar 574.91 BFPD dengan tekanan alir dasar sumur sebesar 218.31 psi serta laju produksi maksimal 718.64 BFPD. Serta hasil desain pompa pada kedalaman 3657,13 ft dengan efisiensi volumetris yaitu 88,02% dan kapasitas dari pompa atau *pump displacement* yang diperoleh adalah sebesar 695,30 BFPD.

Kata Kunci: *Artificial lift, Sucker Rod Pump, laju alir, produksi*

**DESIGN FOR INSTALLATION OF SUCKER ROD PUMP ON FIELD FR-01
WELLS SWT TO INCREASE PRODUCTION RATE**

FARHAN RAMADHAN
143210518

ABSTRACT

Over time the production of the well will experience a decrease in reservoir pressure so that the well no longer has the ability to drain fluid from the reservoir to the surface naturally. The artificial lift method chosen is using a Sucker Rod Pump. The sucker rod pump is a bobbing pump which is one of the methods of artificial lifting in an effort to increase well production. The basic concept in planning the Sucker Rod Pump is the ability of the pump to be used and must be adjusted to the ability of the optimal production rate of the well. The design that will be carried out aims to determine the maximum production flow rate and find out the results of the Sucker Rod Pump design which will later be expected from the installation of the pump to increase the production rate. Through the calculation results, the SWT well produces a flow rate of 574.91 BFPD with a bottom well pressure of 218.31 psi and a maximum production rate of 718.64 BFPD. And the results of the pump design at a depth of 3657.13 ft with a volumetric efficiency of 88.02% and the capacity of the pump or pump displacement obtained is 695.30 BFPD.

Keywords: *Artificial lift, Sucker Rod Pump, flow rate, production*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hal utama yang perlu dicapai dalam operasi produksi suatu sumur minyak dan gas yaitu mengupayakan untuk meningkatkan laju produksi yang optimal dan sesuai dengan kemampuan berproduksinya sumur tersebut. Namun seiring berjalannya waktu produksi sumur tersebut akan mengalami penurunan tekanan reservoir sehingga sumur tersebut sudah tidak memiliki kemampuan dalam mengalirkan fluida dari reservoir menuju kepermukaan secara alamiah. Dikarenakan tekanan *reservoir* sudah tidak bisa mengalirkan fluida secara natural menuju kepermukaan maka dibutuhkan peralatan untuk membantu mengangkat fluida menuju ke permukaan. Metode yang sering digunakan adalah dengan pengangkatan buatan atau *artificial lift*.

Jenis *artificial lift* yang paling banyak digunakan pada sumur minyak adalah *Sucker Rod Pump* salah satunya pada lapangan FR-01 dimana pada lapangan FR-01 yang paling banyak digunakan dalam metode pengangkatan adalah *sucker rod pump*. Salah satu pemilihan *artificial lift* berupa *Sucker Rod Pump* ini di karenakan sangat efektif dan ekonomis khususnya untuk sumur vertical yang mempunyai *productivity index* (PI) sedang dengan kedalaman yang dangkal sampai menengah. Maka pertimbangan pemasangan *artificial lift* berupa *Sucker Rod Pump* pada Lapangan FR-01 ini sangat sesuai dengan kondisi yang ada pada Lapangan FR-01 ini khususnya pada sumur SWT.

Sehingga latar belakang dari dilakukannya penelitian ini adalah melakukan desain *artificial lift* berupa pompa *Sucker Rod Pump* pada salah satu sumur yang berada pada Lapangan FR-01 yaitu sumur SWT. Dari pemilihan *artificial lift* yang akan dipasang dilakukan pertimbangan dari mulai kondisi dari *reservoir* serta besar *cost* yang akan dikeluarkan nanti pada saat pemasangan pompa tersebut.

Dimana penulis mendapat data sumur dan data produksi, serta menggunakan persamaan vogel dua fasa untuk menentukan kurva IPR. Desain yang akan dilakukan oleh penulis bertujuan untuk mendesain *artificial lift* berupa *Sucker Rod Pump* yang nantinya di harapkan dari pemasangan pompa dapat meningkatkan laju produksi pada sumur SWT agar diperoleh laju produksi yang optimum.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil dari desain *Sucker Rod Pump* yang akan dipasang pada sumur SWT.

1.3 Manfaat Penelitian

Dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini untuk pengkayaan materi mata kuliah teknik produksi dan pengangkatan buatan khususnya mengenai *Sucker Rod Pump*.

1.4 Batasan Masalah

Dari penelitian ini penulis hanya terfokus pada tahap-tahap desain *artificial lift* pada sumur SWT yang berada pada lapangan FR-01. Jenis *artificial lift* yang digunakan yaitu *artificial lift* berupa *Sucker Rod Pump* yang tujuan dipasangnya pompa tersebut adalah untuk meningkatkan laju produksi maksimal pada sumur SWT tersebut. Adapun persamaan IPR yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu metode vogel dua fasa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

dan kepada kaum samud (Kami utus) saudara mereka, Saleh. Dia berkata, “Wahai kaumku! Sembahlah Allah, tidak ada tuhan bagimu selain Dia. Dia telah menciptakanmu dari bumi (tanah) dan menjadikanmu pemakmurnya, karena itu mohonlah ampunan kepada-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya. Sesungguhnya Tuhanku sangat dekat (rahmat-Nya) dan memperkenankan (doa hamba-Nya).” (QS Al-Hud Ayat 61)

2.1 *State Of The Art*

Sumur yang terus berproduksi akan mengalami penurunan tekanan reservoir dan akibatnya produktifitas sumur menurun, maka perlu ditambah tekanan agar fluida dapat mengalir ke permukaan, yaitu melalui metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Dalam perencanaannya dapat dilakukan dengan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif (perhitungan) berupa besarnya laju produksi sumur. Oleh sebab itu dibutuhkan metode pengangkatan buatan agar sumur dapat berproduksi secara optimal. Metode *artificial lift* yang dipilih adalah menggunakan *Sucker Rod Pump*. Pemilihan alat ini dilakukan berdasarkan laju produksi sumur yaitu, melalui analisis kurva inflow performance relationship (IPR). Dari hasil analisis kurva IPR sumur L5A-X struktur Niru masih produktif untuk menghasilkan fluida yaitu sebesar 594,12 BFPD. (Arini, Arief, & Prabu, 2015)

Dalam kinerjanya, pompa *Sucker Rod* harus selalu dimonitor, karena semakin lama suatu sumur diproduksi maka tekanan reservoir akan semakin turun yang berdampak pada menurunnya ketinggian fluida. Untuk mengetahui ketinggian fluida didalam sumur maka harus dilakukan pengujian sumur menggunakan alat Sonolog. Hasil pengukuran sonolog tersebut digunakan sebagai salah satu data dasar dalam perhitungan meningkatkan kinerja pompa *Sucker Rod*. Penelitian bertujuan untuk menentukan peningkatan produksi terhadap sumur X, dimana pada saat dilakukan penelitian tersebut sumur X sudah diproduksi menggunakan pompa *sucker rod* dengan panjang langkah (S) 48 inchi, kecepatan pompa (N) 12 SPM dan laju produksi sebesar 63.2 BFPD. (JUNIAWAN, 2011)

Dengan berjalannya waktu produksi, tekanan reservoir akan mengalami penurunan, hal ini disebabkan meningkatnya laju produksi air dan berkurangnya tenaga pendorong Gas. Untuk mengatasi hal tersebut diatas dipergunakan pengangkatan buatan yang dikenal dengan “*Artificial Lift*”. Pada 4 sumur kajian, pengangkatan buatan di pergunakan “*Gas Lift*” yaitu dengan mempergunakan gas sebagai media pengangkatan minyak. Pada penelitian ini Peneliti akan menghitung Jumlah Gas injeksi yang optimum untuk mendapatkan laju produksi maksimum dan mengevaluasi kenapa kegiatan gas lift diberhentikan di lapangan Libo ini. Berdasarkan hasil Penelitian dan Perhitungan optimasi, banyak jumlah gas yang melampaui batas optimasi di injeksikan, sehingga laju produksinya menjadi kecil, hal ini terlihat dari hasil penelitian yang Peneliti lakukan. Bila kelebihan gas injeksi ini tidak terjadi akan dapat mempanjang kegiatan gas lift selama 3 bulan dalam satu tahun. Faktor terhentinya kegiatan gas lift di lapangan Libo, Yaitu menurunnya laju produksi gas dari 4 sumur yang ada dari 3.134.609 SCF/D menjadi 2.931.000 SCF/D dan supplay gas yang tidak stabil dari perusahaan pemasok gas. (Musnal & Fitrianti, 2018)

2.2 Inflow Performance Relationship (IPR)

Sejalan dengan bertambahnya waktu produksi, setiap reservoir akan mengalami penurunan tekanan. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan fisik fluida maupun batuan reservoir, diantaranya seperti viskositas, faktor volume formasi dan jumlah kelarutan gas didalam minyak. Di samping itu, penurunan tekanan reservoir dan peningkatan produksi kumulatif mengakibatkan kan meningkatnya nilai saturasi air sehingga berpengaruh terhadap harga permeabilitas relatif minyak. Dengan adanya perubahan tersebut maka akan terjadi pula perubahan kinerja aliran fluida reservoir dari formasi produktif menuju ke lubang sumur sehingga kinerja produksi dari suatu sumur secara keseluruhan pun akan berubah. Perubahan yang terjadi dalam kelakuan produksi ini dapat diramalkan dengan membuat kurva IPR. (Sukarno & Regina, 2001)

Inflow Performance Relationship (IPR) merupakan hubungan tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) dan laju alir sumur (Q) dimana hubungan ini menggambarkan

kemampuan atau kinerja dalam memproduksi. Dalam membahas *Inflow Performance Relationship* (IPR) kita harus mengingat jenis reservoir dan bentuk kurva IPR yang merupakan plot tekanan dengan laju alir. Dalam hal ini perlu diingat bahwa *Inflow Performance Relationship* (IPR) sangat mungkin berubah seiring dengan waktu produksi kumulatif (Kermit E. Brown,1977).

Berdasarkan defenisi PI, maka untuk membuat grafik IPR, perlu diketahui data:

- a. Laju Produksi (Q)
- b. Tekanan alir dasar sumur (P_{wf})
- c. Tekanan statis sumur (P_s)

Ketiga data tersebut diperoleh dari test produksi dan tes tekanan yang dilakukan pada sumur yang bersangkutan. Berdasarkan ketiga data tersebut, dibuat IPR sesuai dengan kondisi dari aliran fluidanya, apakah satu fasa, dua fasa atau tiga fasa. Karena kuva IPR merupakan dasar di dalam perencanaan desainpompa, maka dalam pembuatan kurva IPR dengan kondisi digunakan Metode Vogel aliran dua fasa (Wahonoet al.,2015)

2.3 Metode Aliran Dua Fasa Vogel

Penggunaan metode Vogel dirancang untuk meramalkan potensi sumur minyak dengan tenaga pendorong gas terlarut. Metode vogel masih dapat digunakan pada sumur minyak dengan *water cut* dibawah 75 %. Kurva IPR dua fasa pertama kali dikembangkan oleh Weller, untuk kemudian diserhanakan oleh Vogel untuk mempermudah perhitungan. (Wahono et al.2015). Untuk memudahkan perhitungan kinerja aliran fluida dua fasa dari formasi kelubang sumur, Vogel mengembangkan persamaan sederhana. adapun anggapan pada persamaan Vogel yaitu:

1. Reservoir bertenaga dorong gas terlarut.
2. Harga skin disekitar lubang sama dengan nol.
3. Tekanan reservoir dibawah tekanan saturasi.

Untuk memperoleh nilai laju produksi didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{q_o}{q_{max}} = 1 - 0.2 \left(\frac{p_{wf}}{p_r} \right) - 0.8 \left(\left(\frac{p_{wf}}{p_r} \right)^2 \right) \dots \dots \dots (1)$$

Tahapan perhitungan dan pengolahan data dilakukan dengan mengkombinasikan antara teori dan data lapangan yang telah diperoleh. Dalam pengolahan data yang pertama dilakukan adalah dengan menghitung nilai tekanan statis (Ps) dan nilai tekanan alir dasar sumur (Pwf). Dari nilai yang didapat akan digunakan untuk menghitung laju produksi maksimum sumur menggunakan metode *Vogel* yang kemudian akan dibuat secara grafis yaitu menggunakan kurva IPR antara hubungan dari Pwf dan laju produksi.

Dalam menghitung nilai tekanan statis (Ps) dan nilai tekanan alir dasar sumur (Pwf) menggunakan rumus:

$$Pressure\ static\ (ps) = (Mid\ perfo - SFL) \times Gf \dots \dots \dots (2)$$

$$Pressure\ well\ flowing\ (p_{wf}) = (mid\ perfo - DFL) \times Gf \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

SFL = *Static Fluid Level* (ft)

DFL = *Dinamic Fluid Level*(ft)

Pwf = Tekanan alir dasar sumur (psi)

Ps = Tekanan statis(psi)

Gf = Gradient fluida (psi/ft)

Setelah diketahui laju produksi optimal dari sumur tersebut yang dimana dilihat dari kurva IPR, maka akan direncanakan metode *artificial lift* yang akan digunakan yaitu menggunakan *Sucker Rod Pump*. Persamaan *vogel* dikembangkan dalam memperhitungkan kondisi dimana tekanan reservoir berada diatas tekanan saturasi. Pada kondisi ini kuva IPR terdiri dari dua bagian yaitu $P_{wf} > P_b$ yang membentuk kurva linier dan $P_{wf} < P_s$ yang membentuk kurva tidak linier.

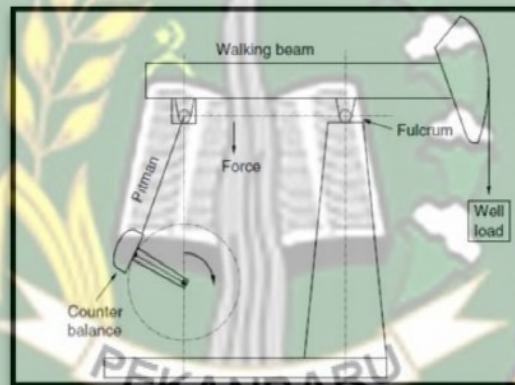
2.4 *Sucker Rod Pump* (Pompa Angguk)

Sucker Rod Pump atau yang lebih dikenal sebagai pompa angguk merupakan salah satu alternatif dari system *artificial lift*. Bagian-bagian pompa yang akan

didesain antara lain, kombinasi ukuran rod, panjang langkah pemompaan (SL), tipe pompa, *polished rod load* (PPRL), *pump displacement*, daya prime mover, dan tipe pumping unit. Serta menghitung kedalaman pompa berdasarkan produksi yang diinginkan. (Ariniet al.,2015)

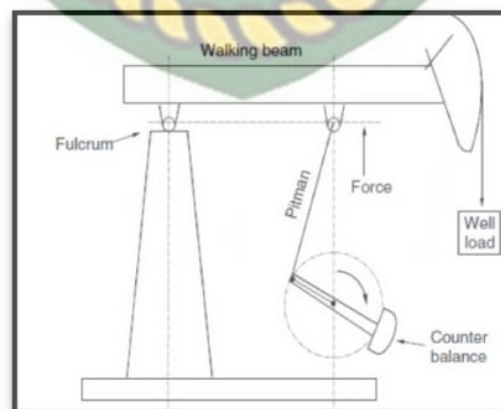
Pemasangan pompa angguk (*Sucker Rod Pump*) pada suatu sumur minyak merupakan salah satu metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) yang telah digunakan secara meluas pada lapangan minyak. Pada saat ini dikenal 3 (tiga) macam pompa sucker rod, yaitu:

1. *Conventional Pumping unit*



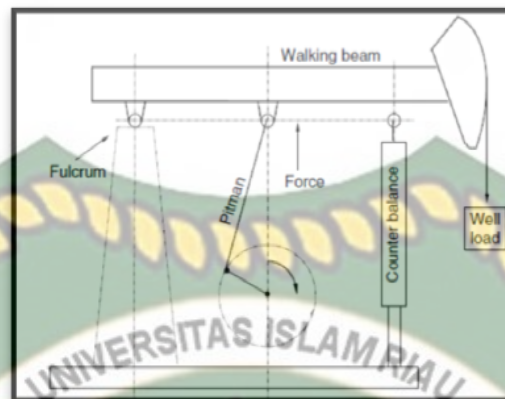
Gambar 2. 1 Conventional Pumping Unit (BoyunGuo, 2007)

2. *Mark II Pumping Unit*



Gambar 2. 2 Mark II Pumping Unit (Boyun Guo,2007)

3. Air Balance Pumping Unit



Gambar 2. 3 Air Balance Pumping Unit (BoyunGuo,2007)

Pompa angguk atau *Sucker Rod Pump* digunakan apabila suatu sumur minyak sudah tidak dapat lagi mengangkat fluida dari dsar sumur ke atas permukaan secara sembur alam, atau dengan menggunakan metode lain misalnya gas lift tidak memenuhi persyaratan. Pompa ini digunakan untuk sumur-sumur dengan viskositas rendah-medium, tidak ada problem kepasiran, GOR tinggi, sumur sumur lurus dan fluid level tinggi. Hasil akhir yang diharapkan dengan menggunakan metode *artificial lift* ini adalah untuk memaksimal kan produksi sehingga dapat memenuhi target produksi yang telah ditentukan. (Purwaka,2018)

Pompa angguk juga merupakan suatu metode yang memanfaatkan sumber tenaga berupa listrik atau gas dari primem over untuk menggerakkan pompa sehingga fluida dapat naik ke permukaan. Keunggulan dari penggunaan suckerrod pump ini dibandingkan dengan metode *artificial lift* lainnya adalah mudah dalam pengoperasiannya dilapangan. Selain itu umur alatnya lebih lama, sehingga jika sudah dipakai pada suatu sumur produksinya berakhir), maka dapat dipindahkan ke sumur lain dengan biaya yang relative rendah. Guna memperoleh produksi yang optimum dalam perencanaan *Sucker Rod Pump*, standarisasinya adalah kapasitas pemompaan (*pump displacement*). Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah dalam proses pemilihan ukuran plunger, ukuran rod string, panjang langkah dan kecepatan pompa. (Suyono et al.,2018). Adapun Langkah-langkah untuk mendesain *Sucker Rod Pump* diantaranya adalah:

a. Mendesain *Sucker Rod Pump*

komponen-komponen yang akan dihitung untuk mendesain *sucker rod pump* antara lain:

1. Pemilihan Ukuran Pompa

Dalam perencanaan mendesain *Sucker Rod Pump*, volume pemompaan akan dipengaruhi oleh diameter lubang pompa yaitu diperoleh dengan :

$$a. A_p = \frac{\pi}{4} \times (\text{ukuran plunger}^2) \dots\dots\dots (4)$$

$$b. K = 0.1484 \times A_p \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

A_p = diameter *Plunger*

K = konstanta *Plunger*

2. Penentuan *Sucker Rod String*

Dari penentuan *sucker rod string* digunakan data *rod size* yang telah diberikan kemudian nantinya akan dicari nilai *rod string*, Nilai *rod string* yang disediakan sehingga diperoleh nilai dari setiap *rod size* kemudian nilai tersebut digunakan dalam penentuan *sucker rod string* dimana menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_1 = \text{Kedalaman pompa} \times R_1 \dots\dots\dots (6)$$

$$L_2 = \text{kedalaman pompa} \times R_2 \dots\dots\dots (7)$$

$$L_3 = \text{kedalaman pompa} \times R_3 \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

L = *Sucker Rod String*

R = *Rod String (%)*

3. Penentuan Beban *Polished Rod*

Beban yang bekerja pada *polished rod* adalah beban kolom sepanjang kedalaman pompa. Setiap ukuran rod memiliki luas dan berat yang berbeda-beda, sehingga untuk menentukan besarnya *polished rod* digunakan persamaan:

a. Faktor percepatan (implus faktor)

Untuk menghitung implus faktor digunakan persamaan:

$$\alpha = \frac{SL \times (N^2)}{70500} \dots\dots\dots(9)$$

b. Berat Rod diudara (W_r)

Untuk menghitung berat rod diudara digunakan persamaan:

$$W_r = M_1 \times L_1 + M_2 \times L_2 + M_3 \times L_3 \dots\dots\dots(10)$$

c. Berat Fluida (W_f)

Untuk menghitung nilai berat fluida digunakan persamaan:

$$W_f = G_f \times \text{kedalaman pompa} \times A_p - 0,294 \times w_r \dots\dots\dots(11)$$

d. Beban maksimal *polished rod*

Untuk menghitung beban maksimal *polished rod* digunakan persamaan:

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

e. Beban minimal *polished rod*

Untuk menghitung beban minimal *polished rod* digunakan persamaan:

$$MPRL = W_r \times (1 - \alpha - 0,127 \times SG \text{ mix}) \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

W_f = berat fluida (lbs)

W_r = berat rod diudara (lb/ft)

A = faktor percepatan

PPRL = beban maksimal *polished rod* (lb)

MPRL = beban minimal *polished rod* (lb)

Ap = luas *area plunger* (in²)

N = kecepatan pompa (SPM)

S = *stroke length* (in)

SG_f = *fluid specific gravity*

4. Penentuan Stress Maximum Dan Stress Minimum

Dimana dalam merencanakan desain *Sucker Rod Pump* perlu menentukan berapastress maximum dan minimum yang diperbolehkan yaitu dengan menggunakan persamaan:

$$a. S_{min} = \frac{MPRL}{Rod Area} \dots\dots\dots(14)$$

$$b. S_{max} = \left(\frac{T}{4} + 0.5625 \times S_{min} \right) \times SF \dots\dots\dots(15)$$

$$c. Maximum Allowable Stress (\Delta SA) = S_{max} - S_{min} \dots\dots\dots(16)$$

5. Penentuan *Effective Plunger Stroke*

Jumlah volume minyak yang diperoleh selama pemompaan tidak tergantung pada panjang *polished rod*, tetapi tergantung pada gerakan *relative plunger* terhadap *working barrel* yang disebut *effective plunger stroke*. Pada dasarnya langkah ini berbeda dengan *polished rod stroke*. Perbedaan ini disebabkan oleh:

- 1) Adanya *rod stretch* dan *tubing stretch*
- 2) Adanya *plunger over travel* yang disebabkan adanya percepatan.

Dengan demikian perlu diperkirakan adanya *rod stretch* dan *tubing stretch* serta *overtravel*. Untuk menghitung plunge stroke effective digunakan persamaan:

$$a. Rod Stretch (er)$$

$$er = \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap}{E} \times \left(\frac{L1}{A2} + \frac{L2}{A2} + \frac{L3}{A3} \right) \dots\dots\dots(17)$$

b. *Tubing Stretch (et)*

$$et = \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap \times L}{E \times At} \dots\dots\dots(18)$$

c. *Plunger Over Travel (ep)*

$$ep = 1.55 \times \left(\frac{L}{1000^2} \right) \times a \dots\dots\dots(19)$$

d. *Effective Plunger Stroke*

$$Sp = S + ep - (et + er) \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan:

ep = *plunger over travel* (in)

er = *rod stretch* (in)

et = *tubing stretch* (in)

Sp = *effective Plunger Stroke*(in)

L_(1,2,3) = panjang rod jika diameternya berbeda-beda (ft)

E = modulus young besi (30 x 10⁶psi)

Ar = luas penampang rod (in²)

S = panjang langkah (in)

6. Penentuan *Pump Displacement*

Dalam penentuan kapasitas pompa (*pump displacement*) digunakan persamamaan:

$$V = 0.1484 \times Ap \times Sp \times N \dots\dots\dots(21)$$

Keterangan:

- V = kapasitas pompa (bbl/d)
 Sp = *stroke plunger* (in)
 N = kecepatan pompa (SPM)
 Ap = luas *area plunger* (in²)

7. Penentuan Efisiensi *Volumetric*

Mencari harga rate produksi yang sebenarnya dari pump displacement perlu diketahui efisiensi volumetric dari pompa tersebut. Sehingga untuk menentukan berapa efisiensi volumetric dari pompa yang akan dipasang maka digunakan persamaan:

$$ev = \frac{Q}{V} \times 100\% \dots \dots \dots (22)$$

Keterangan:

- Q = laju alir produksi (BFPD)
 V = *Pump displacement* (bbl/d)

8. Penentuan *Counter Balance Required*

Fungsi utama *counter balance* adalah menyimpan tenaga pada waktu *up-stroke* dan waktu *downstroke* serta melepaskan tenaga pada waktu *up-stroke*. Secara teoritis *counter balance* harus sedemikian rupa sehingga prime mover akan membawa beban rata-rata yang sama besarnya baik pada waktu *up-stroke* dan *down-stroke* dimana untuk menentukan *counter balance required* maka digunakan persamaan:

$$Ci = \frac{PPRL + MPRL}{2} \dots \dots \dots (22)$$

Keterangan:

- Ci = *counter balance required*
 PPRL = beban maksimal *polished rod* (lb)
 MPRL = beban minimal *polished rod* (lb)

9. Penentuan *Torque Factor*

Torque factor yang dipakai untuk merencanakan *Sucker Rod Pump* berdasarkan *stroke length* (SPM), dalam hal ini torsi maksimum (torque

factor) dapat dihitung melalui persamaan :

$$PT = \frac{(PPRL-Ci) \times TF}{0.93} \dots\dots\dots(23)$$

Keterangan:

PT = *torque factor*

Ci = *counter balance required*

PPRL = beban maksimal *polished rod* (lb)

TF_{max,} = *maximum torque factor*

10. Penentuan *Net Lift*

Net lift yang mana merupakan jarak angkat efektif pompa dalam satuan feet, besarnya *net lift* dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Ln = L + \frac{2.31 Pt}{SG_{Mix}} \dots\dots\dots(24)$$

Keterangan:

L_n = *net lift* (ft)

L = kedalaman pompa(ft)

Pt = *tubing pressure* (psi)

SGf = *fluid specific gravity*

11. Penentuan Daya Prime Mover

a. *Hydraulic horse power*(Hph)

Hydraulic horse power (Hph) adalah besarnya *horse power* yang diperlukan pompa untuk mengangkat sejumlah fluida secara *vertical* saat pemompaan berlangsung, untuk menentukan nilai *hydraulic horse power*, maka digunakan persamaan:

$$Hph = 7.36 \times 10^{-6} \times Q \times SG_{mix} \times Ln \dots\dots\dots(25)$$

b. *Fraction horse power*

Untuk menentukan nilai *fraction horse power*, digunakan persamaan:

$$HPf = (6.31 \times 10^{-7})Wr \times S \times N \dots\dots\dots(26)$$

c. *Break horse power (BHP)*

Break horse power (BHP) merupakan penjumlahan *hydraulic* dan *fraction horse power*. Untuk mengatasi tekanan yang tidak dapat diperkirakan dalam peralatan dipermukaan maka diambil faktor keselamatan sebesar 1.5 sehingga menentukan nilai dari *Break horse power (BHP)* dengan menggunakan persamaan:

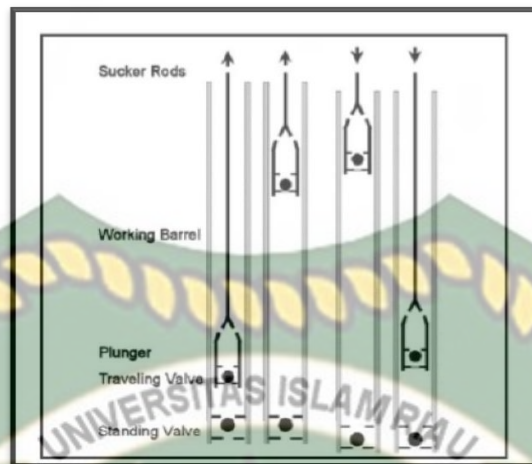
$$BHP = 1.5(h_{PF} + h_{PH}) \dots\dots\dots(27)$$

Keterangan:

PRHP	= Daya <i>Polished Rod</i> (hp)
HPf	= <i>Fraction horse power</i> (hp)
HPh	= <i>Hydraulic horse power</i> (hp)
Q	= laju alir produksi (bfpd)
SG _f	= <i>fluid specific gravity</i>
L _n	= <i>net lift</i> (ft)
W _r	= berat rod di udara (lb/ft)
S	= <i>stroke length</i> (in)
N	= kecepatan pompa (SPM)

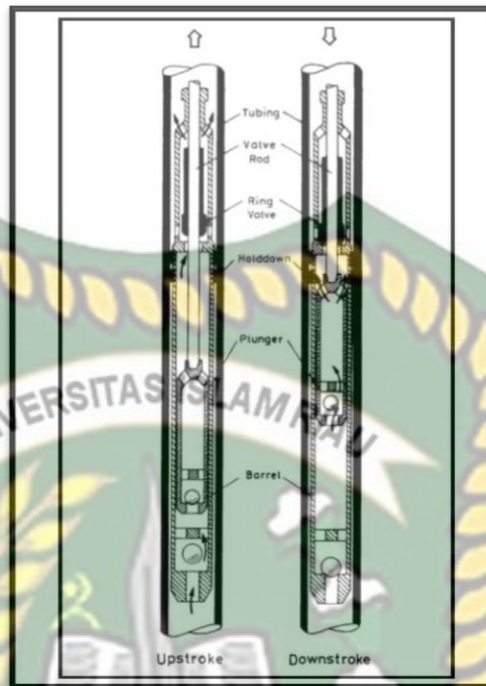
2.5 Prinsip Kerja Sucker Rod Pump

Mekanisme kerja pompa sucker rod dimulai dari prime mover menghasilkan gerak rotasi, gerakan ini dirubah menjadi gerakan naik-turun oleh pumping unit, terutama oleh system pitman *assembly crank*. Kemudian gerak angguk naik-turun oleh *horsehead* dijadikan gerakan angguk naik-turun yang selanjutnya menggerakkan *plunger* yang berada didalam sumur.



Gambar 2. 4 *The pumping cycle*

Instalasi pumping unit dipermukaan dihubungkan dengan pompa yang ada didalam sumur oleh *sucker rod*, sehingga gerak lurus naik-turun dari *horse head* dipindahkan ke plunger pompa dan plunger ini bergerak naik turun dalam barrel pompa. Pada saat *up-stroke*, plunger bergerak ke atas, dibawah *plunger* terjadipenurunan tekanan didalam pompa, maka kondisi ini mengakibatkan *standingvalve* terbuka dan minyak masuk kedalam pompa. Minyak diatas *travelling valve*akan terangkat ke atas pada waktu *up-stroke*. Pada saat *down-stroke*, *standing valve* tertutup karena tekanan minyak dalam barrel pompa lebih besar dari tekanandasar sumur, sedangkan pada bagian atasnya, yaitu *travelling valve* terbuka olehminyak akibat turunnya plunger, selanjutnya minyak akan masuk kedalam tubing. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sehingga minyak sampai kepermukaan dan terus keseparator melalui *flowline*.



Gambar 2. 5 *Illustrates th eoperation of rod pump (Up-stroke &Down-stroke)*

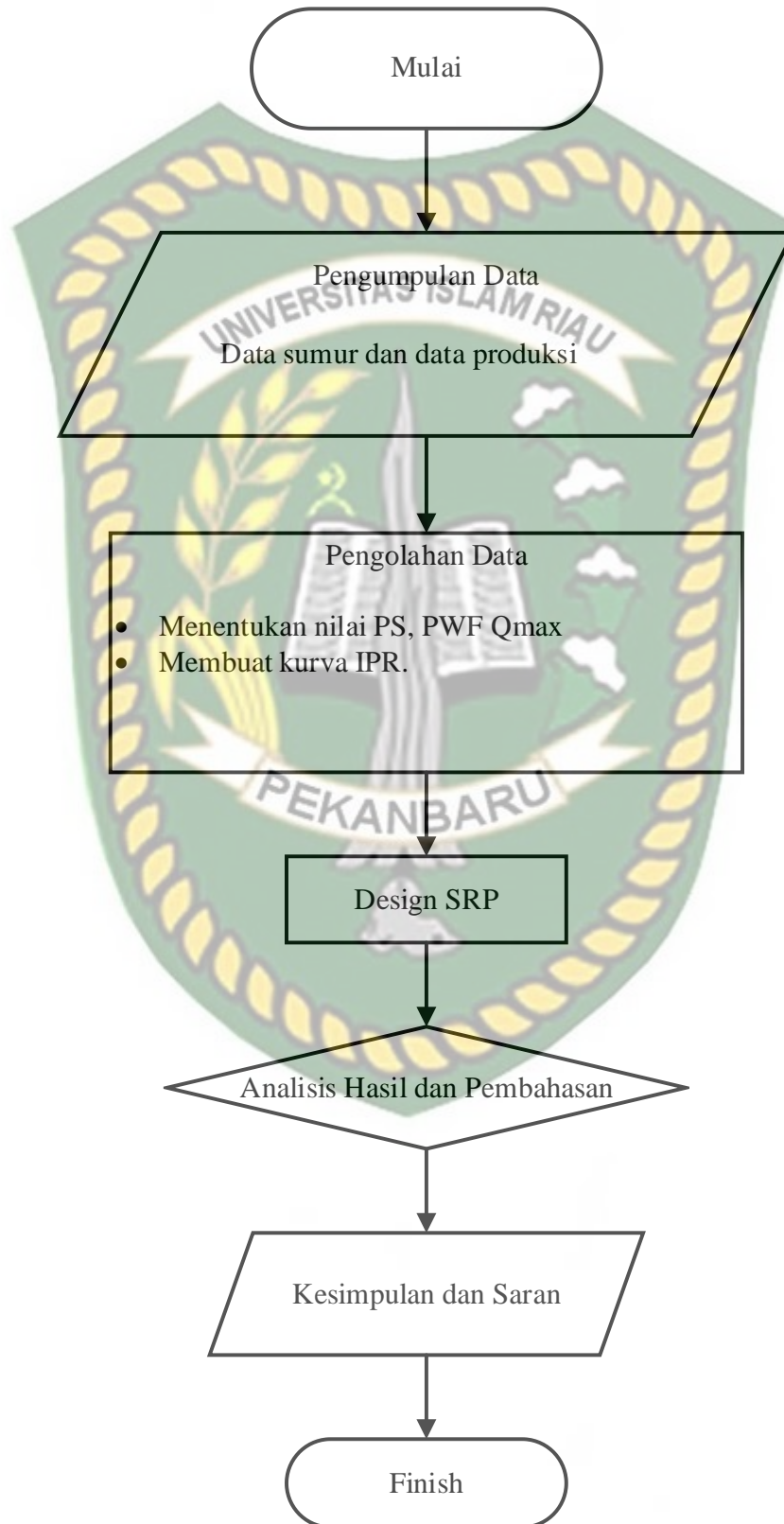
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari beberapa literatur, jurnal, paper dan penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini menggunakan data-data yaitu data sumur berupa kedalaman sumur, top perforasi, mid perforasi, bottom perforasi, kedalaman pompa, *od tubing size*, *od casing size*, *dynamic fluid level* (dfl), *static fluid level* (sfl), dan *pressure tubing*. Serta data produksi berupa laju alir fluida, laju alir minyak, *water cut*, SG minyak dan SG air. Pengolahan perhitungan dengan menggunakan *Microsoft Excel*, Adapun perhitungan dalam mendesain *sucker rod pump* yaitu

1. Menentukan kurva IPR dengan menggunakan persamaan 1,2, dan 3.
2. Pemilihan ukuran pompa dengan persamaan 4 dan 5.
3. Penentuan *sucker rod string* dengan persamaan 6,7 dan 8.
4. Penentuan beban *polished rod* dengan persamaan 9 sampai 13.
5. Penentuan Stress Maximum Dan Stress Minimum dengan persamaan 14 sampai 16
6. Penentuan *Effective Plunger Stroke* dengan persamaan 17 sampai 20.
7. Penentuan *Pump Displacement* dengan persamaan 21.
8. Penentuan *Counter Balance Required* dengan persamaan 22
9. Penentuan *Torque Factor* dengan persamaan 23.
10. Penentuan *Net Lift* dengan persamaan 24.
11. Penentuan Daya Prime Mover dengan persamaan 25 sampai 27.

3.2. Diagram Alir Penelitian



3.3. Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan di lingkungan universitas islam riau dengan menggunakan data seperti literature, jurnal, paper serta penelitian sebelumnya.

3.4. Jadwal Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan dari bulan September-November 2021. Adapun jadwal penelitian dapat dilihat dari tabel berikut

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan(Minggu)												
	September				Oktober				November				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Studi Literatur													
Pengumpulan Data													
Pengolahan Data													
Membuat Analisis Hasil													

3.5. Tinjauan Lapangan

3.5.1 Sejarah Lapangan

PT. VSGL merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang minyak dan gas bumi serta panas bumi. PT. VSGL memiliki lima asset wilayah kerja. Lapangan FR-01 adalah salah satu lapangan di PT VSGL. Lapangan FR-01 terletak disebelah timur laut Banjarmasin dan sebelah barat daya Balikpapan, dihubungkan dengan jalan darat berjarak masing-masing kurang lebih 236 km.

Sejarah penemuan lapangan ini diawali oleh penemuan minyak pada tahun 1898 oleh *Mijn Bouw Maatschappij Martapoera* dan dilakukan pemboran empat sumur. Pada tahun 1912 lapangan ini diambil alih oleh perusahaan Belanda lainnya *Dotsche Petroleum Maatschappij* (DPM). Pada tahun 1912 sampai dengan tahun 1940 "*NV. Bataatsche Petroleum Maatschappij*" atau lebih dikenal dengan sebutan "BPM" mengambil alih kendali perusahaan. Namun, dalam

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

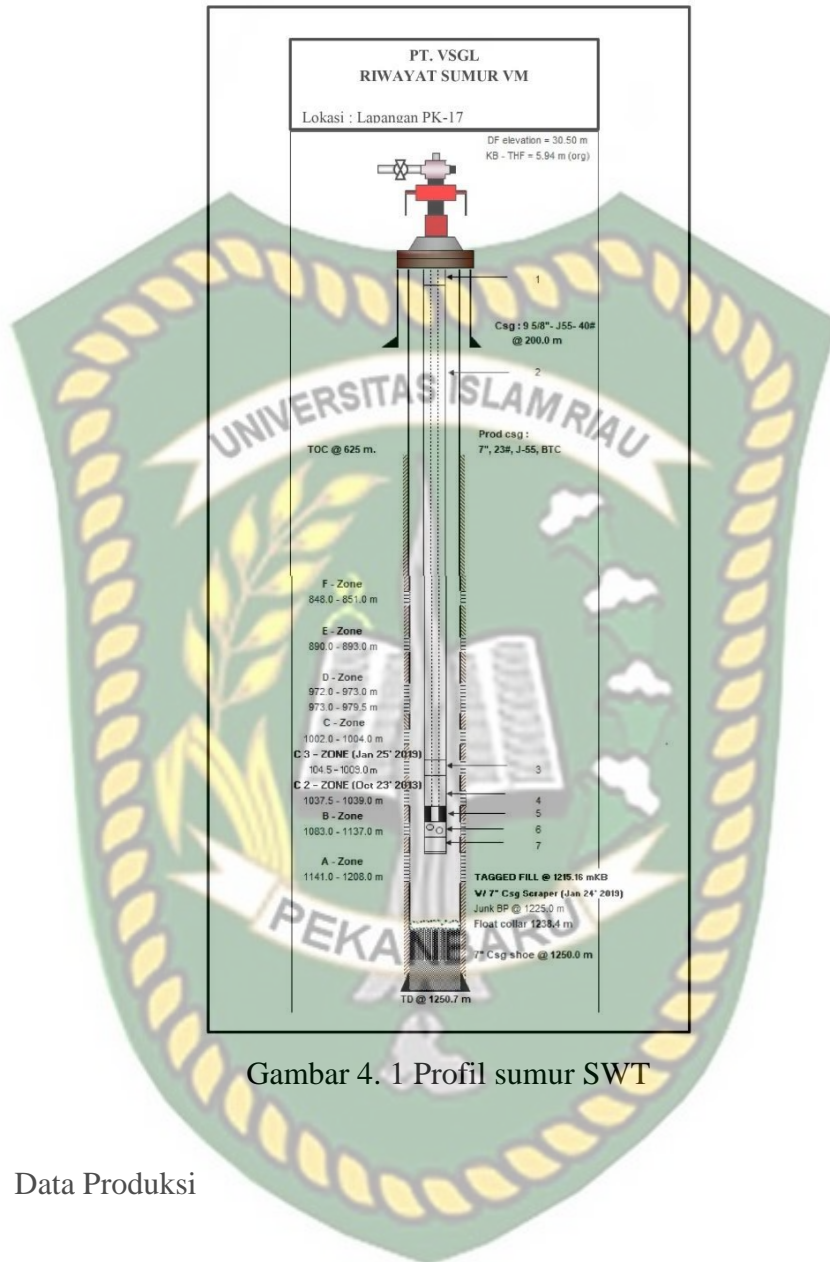
4.1. Data Lapangan

4.1.1 Data sumur SWT

1

No.	Profil	Nilai	Satuan
1	Nama Sumur	SWT	
2	Zona Produksi	B	
3	Kedalaman Sumur	1250.7	m
		4103.55	ft
4	Top Perforasi	3553.32	ft
5	Mid Perforasi	3641.91	ft
6	Bottom Perforasi	3730.5	ft
7	Kedalaman Pompa	3657.13	ft
		4000	ft
8	<i>OD Tubing Size</i>	3½	inch
9	<i>OD Casing Size</i>	7	inch
10	<i>Dynamic Fluid Level (DFL)</i>	3139.92	ft
11	<i>Static Fluid Level (SFL)</i>	2090.00	ft
12	<i>Pressure Tubing</i>	75	psi

Tabel 4.
Data
Sumur
SWT



Gambar 4. 1 Profil sumur SWT

4.1.2 Data Produksi

Tabel 4. 2 Data Produksi

No.	Profil	Nilai	Satuan
1	Laju Alir Fluida	612	Bfpd
2	Laju Alir minyak	12	Bopd
3	<i>Water Cut</i>	96	%
4	<i>SG Oil</i>	0.87	
5	<i>SG Water</i>	1.01	

4.2. Menentukan Kurva IPR

Tahap pengolahan data yang pertama dengan menghitung nilai tekanan statis (P_s) dan tekanan alir dasar sumur (P_{wf}). Nilai P_s dan P_{wf} yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung laju produksi maksimum sumur menggunakan korelasi Vogel. Hubungan dari P_{wf} dan laju produksi akan dibuat secara grafis menggunakan kurva IPR. Pemodelan kurva IPR menggunakan korelasi diperoleh hasil berikut :

- a. Penentuan *Specific Gravity*

$$\begin{aligned}
 SG_{mix} &= (SG_w \times WC) + ((1 - WC) \times SG_o) \\
 &= (1.01 \times 0.96) + ((1 - 0.96) \times 0.87) \\
 &= 1.0044
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung Gradient Fluida

$$\begin{aligned}
 \text{Gradient Fluida (Gf)} &= SG_{mix} \times 0,433 \\
 &= 0.433 \times 1.0044 \\
 &= 0.43 \text{ psi/ft}
 \end{aligned}$$

- c. Menghitung tekanan statis (P_s)

$$\begin{aligned}
 \text{Pressure Static (Ps)} &= (\text{Mid Perfo} - \text{SFL}) \times Gf \\
 &= (3641.91\text{ft} - 2090 \text{ ft}) \times 0.43 \text{ psi/ft} \\
 &= 674.93 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

- d. Menghitung tekanan alir dasar sumur (P_{wf}):

$$\begin{aligned}
 \text{Pressure well flowing (Pwf)} &= (\text{Mid Perfo} - \text{DFL}) \times Gf \\
 &= (3641.91\text{ft} - 3139.92 \text{ ft}) \times 0.43 \text{ psi/ft} \\
 &= 218.31 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan P_s dan P_{wf} yang diperoleh maka dapat pula diperoleh berapa besar laju alir maksimal dari sumur menggunakan persamaan vogel yaitu:

$$\begin{aligned}
 \frac{q_o}{q_{max}} &= 1 - 0.2 \left(\frac{p_{wf}}{p_r} \right) - 0.8 \left(\left(\frac{p_{wf}}{p_r} \right)^2 \right) \\
 &= \frac{612}{1 - 0.2 \left(\frac{218.31}{674.93} \right) - 0.8 \left(\left(\frac{218.31}{674.93} \right)^2 \right)} \\
 &= 718.64 \text{ bbl/d}
 \end{aligned}$$

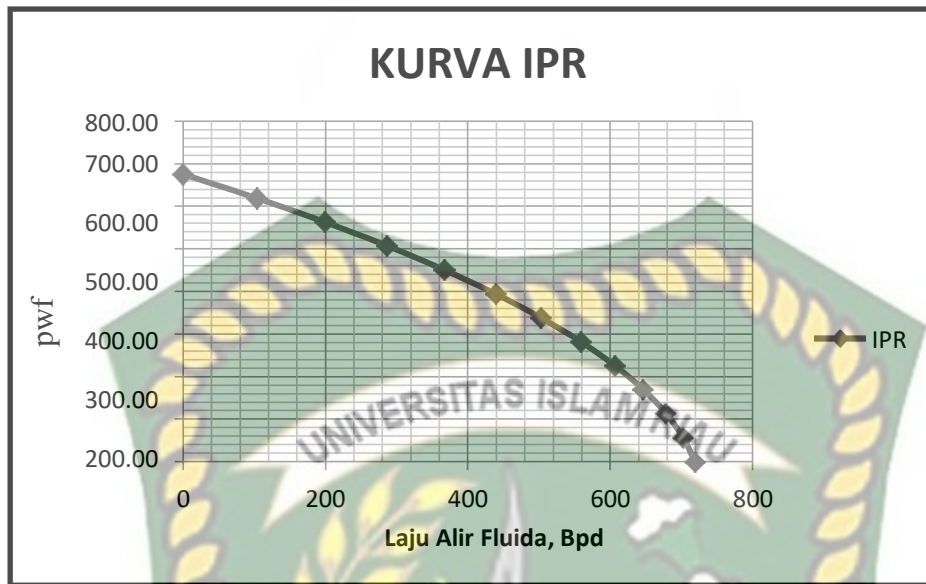
$$\begin{aligned}
 Q_{opt} &= 80\% \times Q_{max} \\
 &= 80\% \times 718.64 \text{ bbl/d} \\
 &= 574.91 \text{ bbl/d}
 \end{aligned}$$

Kurva IPR yang akan dibuat dengan persamaan vogel maka berdasarkan hasil perhitungan tekanan alir dasar sumur (Pwf) pada tiap laju alir (Q) asumsi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan pwf dan Q

Pwf (psi)	Q, (bpd)
674.94	0
618.69	103.80
562.45	199.62
506.20	287.46
449.96	367.31
393.71	439.17
337.47	503.05
281.22	558.95
224.98	606.86
168.73	646.78

Dengan mengasumsikan berbagai Pwf (tabel 4.3), maka dapat dibuat kurva IPR seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 2 Kurva IPR

Dari kurva IPR yang terdapat pada gambar 4.2 dapat diketahui bahwa sumur SWT memproduksi dengan laju alir sebesar 574.91 BFPD dengan tekanan alir dasar sumur sebesar 218.31 psi serta laju produksi maksimal 718.64 BFPD.

4.3. Perhitungan Desain *Sucker Rod Pump*

Dalam mendesain *sucker rod pump* beberapa hal yang perlu diperhatikan agar nantinya desain pompa yang akan dipasang pada suatu sumur dapat bekerja semaksimal mungkin tanpa menimbulkan masalah dan kerusakan sehingga didapatkan laju produksi semaksimal mungkin. Pada penelitian ini akan digunakan dua perbandingan kedalaman pompa yaitu 3657.13 ft dan 4000 ft yang mana nantinya dari kedua kedalaman tersebut akan dilihat pada kedalaman mana letak pompa yang sesuai agar diperoleh efisiensi pompa yang baik untuk sumur tersebut. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan dalam mendesain *sucker rod pump* :

4.3.1 Mendesain Pompa pada Kedalaman 3657.13 ft

1. Pemilihan ukuran pompa
 - a. Menghitung luas area *plunger* (A_p)

$$A_p = \frac{\pi}{4} \times (\text{ukuran plunger}^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} \times (2.25)^2$$

$$= 3.97 \text{ inch}^2$$

b. Menghitung konstanta *plunger* (K)

$$K = 0.1484 \times A_p$$

$$= 0.1484 \times 3.97$$

$$= 0.59$$

2. Menentukan besarnya nilai *rod string* (W_r) dan Berat Fluida (W_f). Sebelum menentukan besarnya nilai *rod string* (W_r) dan Berat Fluida (W_f) perlu ditentukan berapa panjang *rod string*, yaitu dilihat dari nomor *rod* dan ukuran *tupper rodnya* (dapat dilihat pada tabel 4.4) selanjutnya dihitung dengan persamaan yaitu:

Tabel 4. 4 Rod String

Rod No.	Rod Size	Rod String (%)
86	1"	36,9
	7/8"	36,00
	3/4"	27,10

$$L1 = \text{Kedalaman Pompa} \times R1$$

$$= 3657,13 \text{ ft} \times 36.90\%$$

$$= 1349,48 \text{ ft}$$

$$L2 = \text{Kedalaman Pompa} \times R2$$

$$= 3657,13 \text{ ft} \times 36.00\%$$

$$= 1316,56 \text{ ft}$$

$$L3 = \text{Kedalaman Pompa} \times R3$$

$$= 3657.13 \text{ ft} \times 27.10\%$$

$$= 991,08 \text{ ft}$$

a. Berat Rod di udara (W_r)

Untuk menghitung berat rod di udara dengan melihat **tabel 4.5** untuk menentukan nilai berat dari rod (M) :

Tabel 4. 5 Sucker Rod Data

Rod Size	Rod Weight in Air, Lb/ft (W_r)	Luas (A_r)In ²
½	0,72	0,196
5/8	1,13	0,307
¾	1,63	0,442
7/8	2,22	0,601
1	2,9	0,785
1 1/8	3,67	0,994

$$\begin{aligned}
 W_r &= M_1 \times L_1 + M_2 \times L_2 + M_3 \times L_3 \\
 &= (2,9 \text{ lb/ft} \times 1349,48 \text{ ft}) + (2,22 \text{ lb/ft} \times 1316,56 \text{ ft}) + (1,63 \\
 &\text{ lb/ft} \times 991,08 \text{ ft}) \\
 &= 8451,75 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

b. Berat fluida (W_f)

Untuk menghitung nilai berat fluida digunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 W_f &= G_f \times \text{Kedalaman Pompa} \times A_p - 0,294 \times W_r \\
 &= (0,43 \times 3657,13 \text{ ft} \times 3,97) - (0,294 \times 8451,74 \text{ lb}) \\
 &= 5240,11 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan *peak polished rod* maksimum (PPRL) dan *peak polished rod* minimum (MPRL) :

a. Faktor percepatan (implus faktor)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{SL \times (N^2)}{70500} \\
 &= \frac{144 \times 9^2}{70500} \\
 &= 0,17
 \end{aligned}$$

b. Beban minimal *polished rod*

$$\begin{aligned}
 MPRL &= W_r \times (1 - \alpha - 0,127 \times SG \text{ mix}) \\
 &= 8451 \text{ lb} \times (1 - 0,17 - 0,127 \times 1,004) \\
 &= 5975,34 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- c. Beban maksimal *polished rod*

$$\begin{aligned}
 PPRL &= Wf + Wr \times (1 + \alpha) \\
 &= 5240,11 \text{ lb} + 8451,75 \text{ lb} \times (1 + 0,17) \\
 &= 15090,17 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

4. Menentukan *stress maximum* dan *stress minimum* serta *maximum allowable stress* dengan menggunakan persamaan :

a.
$$\begin{aligned}
 S_{min} &= \frac{MPRL}{\text{Rod Area}} \\
 &= \frac{5975.34}{0.785} \\
 &= 7611.89 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

- b. Dalam penentuan nilai Stress maximal digunakan nilai *service factor* yang bisa dilihat pada tabel 4.6, dimana digunakan nilai *service non-corrosive* dengan API C dikarenakan pemilihan *tensile strength* juga pada API C sebesar 90000.

Tabel 4. 6 *Service Factor* (Sumber : Kermit E. Brown (1980))

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

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= \left(\frac{T}{4} + 0.5625 \times S_{min} \right) \times SF \\
 &= \left(\frac{90000}{4} + 0.5625 \times 7611.89 \right) \times 1 \\
 &= 26781.69 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

- c. *Maximum Allowable Stress* (ΔS_A)

$$\begin{aligned}
 \text{Maximum Allowable Stress } (\Delta S_A) &= S_{max} - S_{min} \\
 &= 26781,69 \text{ psi} - 7611,89 \text{ psi} \\
 &= 19169,80 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung efisiensi volumetris pompa (E_v) yang akan dipasang pada sumur.

a. Menentukan plunger over Travel (ep) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 ep &= 1.55 \times \left(\frac{L}{1000} \right)^2 \times a \\
 &= 1.55 \times \left(\frac{3657.13}{1000} \right)^2 \times 0.17 \\
 &= 3.42 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan *rod stretch* dan *tubing stretch* dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 er &= \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap}{E} \times \left(\frac{L1}{A2} + \frac{L2}{A2} + \frac{L3}{A3} \right) \\
 &= \frac{5.20 \times 1.0044 \times 3139.92 \times 3.97}{3 \times 10^6} \times \left(\frac{1349.48}{0.785} + \frac{1316.56}{0.601} + \frac{991.08}{0.442} \right) \\
 &= 13.36 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 et &= \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap \times L}{E \times At} \\
 et &= \frac{5.20 \times 1.004 \times 3139.92 \times 3.97 \times 3657.13}{3 \times 10^6 \times 2.59} \\
 &= 3.07 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 er + et &= 13.36 \text{ inch} + 3.07 \text{ inch} \\
 &= 16.43 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

c. Menentukan efektif plunger stroke (S_p) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 Sp &= S + ep - (et + er) \\
 &= 144 \text{ inch} + 3.42 \text{ inch} - (16.43 \text{ inch}) \\
 &= 131 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

d. Menentukan *pump displacement* (V) dengan menggunakan persamaan:

$$V = 0.1484 \times Ap \times Sp \times N$$

$$= 0,1484 \times 3,97 \times 131 \text{ inch} \times 9 \text{ SPM}$$

$$= 695,30 \text{ bbl/d}$$

- e. Menentukan *effisiensi volumetric (Ev)* dengan menggunakan persamaan:

$$ev = \frac{Q}{V} \times 100\%$$

$$= \frac{612}{695.30} \times 100\%$$

$$= 88.02\%$$

6. Menentukan *counter balance required* digunakan persamaan:

$$Ci = \frac{PPRL + MPRL}{2}$$

$$= \frac{15090.17 + 59757.34}{2}$$

$$= 10532.75 \text{ lb}$$

7. Menentukan nilai *torque factor* dengan melihat nilai *torque factor* pada tabel 4.7 kemudian disesuaikan dengan *stroke length* yang dipilih kemudian dihitung nilai *torque factor* dengan persamaan:

Tabel 4. 7 Torque Factors (Sumber : Kermit E. Brown (1980))

<i>Stroke,In</i>	<i>Torque Factor</i>	<i>Stroke,In</i>	<i>Torque Factor</i>
16	8.5	64	34
24	13	74	39
30	16	86	45
36	19	100	52
42	22	120	63
48	26	144	75
54	29	168	87

$$PT = \frac{(PPRL - Ci) \times TF}{0.93}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(15090.17 - 10532.75) \times 75}{0.93} \\
 &= 367533.77 \text{ in. lb}
 \end{aligned}$$

8. Menghitung nilai *net lift* dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 Ln &= L + \frac{2.31 Pt}{SG_{Mix}} \\
 &= 3657.13 + \frac{2.31 \times 75}{1.004} \\
 &= 3829.62 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

9. Menentukan daya *prime mover* dari pompa yang akan dipasang dengan menentukan nilai dari *hydraulic horse power*, *fraction horse power* dan *break horse power* dengan persamaan:

a. Penentuan *hydraulic horse power*

$$\begin{aligned}
 Hph &= 7.36 \times 10^{-6} \times Q \times SG_{mix} \times Ln \\
 &= 7,36 \times 10^{-6} \times 612 \text{ bfpd} \times 1,004 \times 3829,62 \text{ ft} \\
 &= 17,32 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

b. Penentuan *fraction horse power*

$$\begin{aligned}
 HPf &= (6.31 \times 10^{-7}) Wr \times S \times N \\
 &= (6,31 \times 10^{-7}) 8451,75 \text{ lb} \times 144 \text{ inch} \times 9 \text{ SPM} \\
 &= 6,91 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

c. Penentuan *break horse power*

$$\begin{aligned}
 BHP &= 1.5(hPF + hPH) \\
 &= 1,5 \times (6,91 \text{ hp} + 17,32 \text{ hp}) \\
 &= 36,35 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kedalaman pompa 3657.13 ft didapatkan hasil seperti pada tabel 4.8 :

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan *Sucker Rod Pump* kedalaman pompa 3657,13 ft

Profil	Nilai	Satuan
--------	-------	--------

Kedalaman Pompa	3657.13	ft
Ukuran <i>Plunger</i>	2 1/4	inch
Ukuran <i>Tubing</i>	3 1/2	inch
No Rod	86	
Stroke Length	144	inch
Kecepatan Pompa	9	SPM
Kombinasi <i>Sucker Rod</i>	1 " , 7/8 " 3/4 "	
PPRL	15090.17	lb
MPRL	5975.34	lb
Stress Minimum	7611.89	psi
Stress Maximum	26781.69	psi
<i>Maximum Allowable Stress</i> (ΔS_A)	19169,80	psi
<i>Counterbalance Required</i> (C_i)	10532.75	lb
<i>Torque Factor</i> (PT)	367533,77	in.lb
<i>Net Lift</i> (L_n)	3829,62	ft
Efektif <i>Plunger Stroke</i> (S_p)	131,00	Inch
<i>Pump Displacement</i> (V)	695,30	Bpd
Efisiensi Volumetris (E_v)	88,02	%
<i>Hydraulic Horse Power</i> (HPh)	17,32	Hp
<i>Friction Horse Power</i> (HPf)	6,91	Hp
<i>Break Horse Power</i> (BHP)	36.35	Hp

4.3.2 Mendesain pompa pada kedalaman 4000 ft

1. Pemilihan ukuran pompa

- a. Menghitung luas area plunger (A_p) dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 A_p &= \frac{\pi}{4} \times (\text{ukuran plunger}^2) \\
 &= \frac{\pi}{4} \times (2.25^2) \\
 &= 3.97 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung kontanta plunger (K) dengan menggunakan

persamaan:

$$\begin{aligned} K &= 0.1484 \times Ap \\ &= 0.1484 \times 3.97 \text{ inchi}^2 \\ &= 0,59 \end{aligned}$$

2. Menentukan besarnya nilai *rod string* (W_r) dan Berat Fluida (W_f). Sebelum menentukan besarnya nilai *rod string* (W_r) dan Berat Fluida (W_f) perlu ditentukan berapa panjang *rod string*, yaitu dilihat dari nomor rod dan ukuran tupper rodnya (dapat dilihat pada tabel 4.4) kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} L_1 &= \text{Kedalaman Pompa} \times R_1 \\ &= 4000 \text{ ft} \times 36.90\% \\ &= 1476 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2 &= \text{Kedalaman Pompa} \times R_2 \\ &= 4000 \text{ ft} \times 36.00\% \\ &= 1440 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_3 &= \text{Kedalaman Pompa} \times R_3 \\ &= 4000 \text{ ft} \times 27.10\% \\ &= 1084 \text{ ft} \end{aligned}$$

- a. Berat Rod di udara (W_r)

Untuk menghitung berat rod di udara dengan melihat tabel 4.5 untuk menentukan nilai berat dari rod (M):

$$\begin{aligned} W_r &= M_1 \times L_1 + M_2 \times L_2 + M_3 \times L_3 \\ &= 2,9 \text{ lb/ft} \times 1476 \text{ ft} + 2,22 \text{ lb/ft} \times 1440 \text{ ft} + 1,63 \text{ lb/ft} \times 1084 \text{ ft} \\ &= 9244,12 \text{ lb} \end{aligned}$$

- b. Berat fluida (W_f)

Untuk menghitung nilai berat fluida digunakan persamaan:

$$\begin{aligned} W_f &= G_f \times \text{Kedalaman Pompa} \times Ap - 0.294 \times W_r \\ &= 0,43 \times 4000 \text{ ft} \times 3,97 - 0,294 \times 9244,12 \text{ lb} \\ &= 5731,39 \text{ lb} \end{aligned}$$

3. Menentukan *peak polished rod* maksimum (PPRL) dan *peak polished*

rod minimum (MPRL) dengan menggunakan persamaan:

- a. Faktor percepatan (implus faktor)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{SL \times (N^2)}{70500} \\
 &= \frac{144 \times 9^2}{70500} \\
 &= 0.17
 \end{aligned}$$

- b. Beban minimal *polished rod*

$$\begin{aligned}
 MPRL &= W_r \times (1 - \alpha - 0.127 \times SG \text{ mix}) \\
 &= 9244,12 \text{ lb} \times (1 - 0,17 - 0,127 \times 1,004) \\
 &= 6535,54 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- c. Beban maksimal *polished rod*

$$\begin{aligned}
 PPRL &= W_f + W_r \times (1 + \alpha) \\
 &= 5731,39 \text{ lb} + 9244,12 \text{ lb} \times (1 + 0,17) \\
 &= 16504,92 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

4. Menentukan *stress maximum* dan *stress minimum* serta *maximum allowable stress* dengan menggunakan persamaan:

a.

$$\begin{aligned}
 S_{min} &= \frac{MPRL}{Rod \text{ Area}} \\
 &= \frac{6535.54}{0.785} \\
 &= 8325.53 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

- b. Penentuan nilai Stress maximal digunakan nilai *service factor* yang bisa dilihat pada tabel 4.6:

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= \left(\frac{T}{4} + 0.5625 \times S_{min} \right) \times SF \\
 &= \left(\frac{90000}{4} + 0.5625 \times 8325.53 \right) \times 1 \\
 &= 37183.11 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

- c. *Maximum Allowable Stress* (ΔS_A)

$$\begin{aligned}
 \text{Maximum Allowable Stress } (\Delta S_A) &= S_{max} - S_{min} \\
 &= 27183,11 \text{ psi} - 8325,53 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

$$= 18857,58 \text{ psi}$$

5. Menghitung efisiensi volumetris pompa (E_v) yang akan dipasang pada sumur:

a. Menentukan plunger over Travel (ep) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} ep &= 1.55 \times \left(\frac{L}{1000} \right)^2 \times a \\ &= 1.55 \times \left(\frac{4000}{1000} \right)^2 \times 0.17 \\ &= 4.10 \text{ inch} \end{aligned}$$

b. Menentukan *rod stretch* dan *tubing stretch* dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} er &= \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap}{E} \times \left(\frac{L1}{A2} + \frac{L2}{A2} + \frac{L3}{A3} \right) \\ &= \frac{5.20 \times 1.0044 \times 3139.92 \times 3.97}{3 \times 10^6} \times \left(\frac{1476}{0.785} + \frac{1440}{0.601} + \frac{1084}{0.442} \right) \\ &= 14.62 \text{ inch} \\ et &= \frac{5.20 \times SG \text{ mix} \times DFL \times Ap \times L}{E \times At} \\ &= \frac{5.20 \times 1.004 \times 3139.92 \times 3.97 \times 4000}{3 \times 10^6 \times 2.59} \\ &= 3.36 \text{ inch} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} er + et &= 14,62 \text{ inch} + 3,36 \text{ inch} \\ &= 17,97 \text{ inch} \end{aligned}$$

c. Menentukan efektif plunger stroke (S_p) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} Sp &= S + ep - (et + er) \\ &= 144 \text{ inch} + 3,42 \text{ inch} - (16,43 \text{ inch}) \\ &= 131 \text{ inch} \end{aligned}$$

d. Menentukan *pump displacement* (V) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 V &= 0,1484 \times A_p \times S_p \times N \\
 &= 0,1484 \times 3,97 \times 130,13 \text{ inch} \times 9 \text{ SPM} \\
 &= 690,70 \text{ bbl/d}
 \end{aligned}$$

- e. Menentukan *effisiensi volumetric (Ev)* dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 ev &= \frac{Q}{V} \times 100\% \\
 &= \frac{612}{690.70} \times 100\% \\
 &= 88.61\%
 \end{aligned}$$

6. Menentukan *counter balance required* digunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 Ci &= \frac{PPRL + MPRL}{2} \\
 &= \frac{16504.92 + 6535.34}{2} \\
 &= 11520.23 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

7. Menentukan nilai *torque factor* dengan melihat nilai *torque factor* pada **tabel 4.7** kemudian disesuaikan dengan *stroke length* yang dipilih kemudian dihitung nilai *torque factor* dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 PT &= \frac{(PPRL - Ci) \times TF}{0.93} \\
 &= \frac{(16504.92 - 11520.23) \times 75}{0.93} \\
 &= 401991.05 \text{ in. lb}
 \end{aligned}$$

8. Menghitung nilai *net lift* dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 Ln &= L + \frac{2.31 Pt}{SG_{Mix}} \\
 &= 4000 + \frac{2.31 \times 75}{1.004} \\
 &= 4172.49 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

9. Menentukan daya *prime mover* dari pompa yang akan dipasang dengan menentukan nilai dari *hydraulic horse power*, *fraction horse power* dan *break horse power* dengan persamaan:

- a. Penentuan *hydraulic horse power*

$$\begin{aligned} \text{HPh} &= 7,36 \times 10^{-6} \times Q \times \text{SG}_{\text{mix}} \times L_n \\ &= 7,36 \times 10^{-6} \times 612 \text{ bfpd} \times 1,004 \times 4172,49 \text{ ft} \\ &= 18,88 \text{ HP} \end{aligned}$$

- b. Penentuan *fraction horse power*

$$\begin{aligned} \text{HPf} &= (6,31 \times 10^{-7}) W_r \times S \times N \\ &= (6,31 \times 10^{-7}) 9244,12 \text{ lb} \times 144 \text{ inchi} \times 9 \text{ SPM} \\ &= 7,56 \text{ HP} \end{aligned}$$

- c. Penentuan *break horse power*

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 1,5(\text{HPf} + \text{Hph}) \\ &= 1,5 \times (7,56 \text{ hp} + 18,88 \text{ hp}) \\ &= 39,65 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kedalaman pompa 4000 ft hasil seperti pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Sucker Rod Pump kedalaman pompa 4000 ft

Profil	Nilai	Satuan
<i>Stroke Length</i>	144	inchi
Kecepatan Pompa	9	SPM
Kombinasi <i>Sucker Rod</i>	1 " , 7/8 " 3/4 "	
PPRL	16504,92	lb
MPRL	6535,54	lb
<i>Stress Minimum</i>	8325,53	psi
<i>Stress Maximum</i>	27183,11	psi
<i>Maximum Allowable Stress</i> (ΔS_A)	18857,58	psi
<i>Counter balance Required</i> (C_i)	11520,23	lb
<i>Torque Factor</i> (PT)	401991,05	in.lb
<i>Net Lift</i> (L_n)	4172,49	ft
Efektif <i>Plunger Stroke</i> (S_p)	130,13	inchi
<i>Pump Displacement</i> (V)	690,70	bpd
Efisiensi Volumetris (E_v)	88,61	%
<i>Hydraulic Horse Power</i> (HPh)	18,88	hp

<i>Friction Horse Power (HPf)</i>	7,56	hp
<i>Break Horse Power (BHP)</i>	39,65	hp

4.4. Pembahasan

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan terhadap laju produksi yang mana bertujuan untuk mengetahui berapa tekanan alir dasar sumur dan jumlah fluida yang dapat diproduksi oleh sumur tersebut yaitu dengan melalui analisa kurva IPR dimana dari kurva dapat dilihat produksi maksimum sumur SWT yaitu sebesar 718.64 bfpd. Sehingga berdasarkan laju produksi tersebut maka dari itu sumur SWT akan merencanakan pemasangan *artificial lift* berupa *sucker rod pump* dengan menghitung semua komponen-komponennya.

Dalam mendesain *sucker rod pump* pemilihan pompa berdasarkan kriteria tertentu antara lain laju produksi 500-1000 bfpd dimana sumur SWT diperoleh laju produksi sebesar 718.64 bfpd. Design *Sucker Rod Pump* hal yang perlu diperhatikan adalah tekanan dari pompa dimana dari mengetahui tekanan maka dapat diketahui kemampuan pompa untuk memompa fluida yang terdapat di formasi dimana kemampuan pompa dipengaruhi oleh faktor kecepatan dan panjang langkah dari pompa sehingga pompa akan dipasang menggunakan kecepatan pompa sebesar 9 SPM dengan panjang langkah sebesar 144 inch. Awal dari tahap perencanaan desain *Sucker Rod Pump* yaitu pemilihan ukuran pompa dengan menghitung luas area *plunger* dan konstanta dari *plunger* yang nantinya hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan dalam menghitung beberapa komponen dalam mendesain pompa salah satunya adalah *pump displacement* atau kemampuan dari pompa. Dalam perhitungan digunakan dua perbandingan kedalaman pompa yaitu 3657,13 ft dan 4000 ft. Yang mana dari dua perbandingan tersebut akan didapatkan efisiensi pompa yang akan sesuai dengan sumur tersebut.

Hasil perhitungan kedua kedalaman pompa dapat dilihat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9, dimana diperoleh hasil efisiensi volumetris dari kedalaman 3657,13 ft adalah sebesar 88,02% dengan *pump displacement* yaitu 695,30 bpd sedangkan pada kedalaman 4000 ft diperoleh hasil efisiensi volumetris sebesar 88,61% dan

pump displacement yaitu 690,70 bpd. Sehingga dapat dilihat kedalaman pompa yang sesuai dan yang akan dipasang pada sumur SWT adalah pada kedalaman 3657,13 dengan efisiensi volumetris yaitu 88,02% dan kapasitas dari pompa atau *pump displacement* yang diperoleh adalah sebesar 695,30 bpd. Dalam pemilihan kedalaman pompa tersebut juga mempertimbangkan kemampuan produksi dari sumur, kedalaman puncak formasi produktif dan laju pemompaan. Letak kedalaman dari pompa sangatlah berpengaruh dimana letak pompa perlu mendekati pada puncak pelubangan perforasi produktif, tujuannya untuk mendapatkan tekanan masuk pompa sebesar mungkin, sehingga gas akan lebih banyak terlarut dalam fluida juga letak dari pompa antara 30-60 m dibawah puncak fluida, cara ini diharapkan agar tekanan masuk pompa mampu mengatasi kehilangan tekanan pada saringan gas dan pipa isap, sehingga kecepatan aliran fluida yang masuk akan seimbang dengan kecepatan gerak plunger pada saat bergerak keatas.

Desain *artificial lift* untuk sumur SWT yang mana pemilihan *rod size* akan digunakan 3 *rod size* yaitu 1" , 7/8" dan ¾ ". Ketiga *rod size* yang akan digunakan tersebut memiliki nilai *rod string* dari masing- masing *rod size* seperti pada tabel 4.4. *Sucker rod Pump* yang dipilih dari permukaan sampai unit pompa didasar sumur tidak selalu sama diameternya, sehingga dapat dibuat kombinasi dari beberapa tipe ukuran rod. Kombinasi dari ukuran rod yang akan digunakan dalam proses perencanaan atau design *Sucker Rod Pump* tergantung dari desain yang diinginkan. Selalu diusahakan dipilih yang ringan, artinya memenuhi kriteria yang ekonomis, tapi dengan syarat tidak mengabaikan stress yang diinginkan (*allowable stress*) pada *sucker rod* tersebut.

Sehingga dalam perencanaan *sucker rod pump* tersebut maka type pumping C-912D-365-144 memenuhi syarat dikarenakan nilai torsi maksimum nyata pompa dari sumur SWT sebesar 367533.77 in-lb masih lebih kecil dibandingkan dengan torsi maksimum teoritis adalah sebesar 912.000 lb. Perencanaan pompa yang akan digunakan adalah tipe *Tubing Heavy Wall Barrel* (TH), dengan pemilihan pompa berdasarkan diameter *plunger* sebesar 2 ¼ inch dan diameter *tubing* sebesar 3½ inch. *Daya prime mover* yang akan digunakan pada pompa adalah memilih hasil

perhitungan pada kedalaman pompa 3657,13 ft yaitu sebesar 6.91 Hp untuk *fraction horse power*, 17.31 Hp untuk *hydraulic horse power* dan sebesar 36.35 Hp untuk *break horse power*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan pada kedalaman 3657.13 ft dan 4000 ft pompa dapat dilihat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9, dimana diperoleh hasil efisiensi volumetris dari kedalaman 3657,13 ft adalah sebesar 88,02% dengan *pump displacement* yaitu 695,30 bpd sedangkan pada kedalaman 4000 ft diperoleh hasil efisiensi volumetris sebesar 88,61% dan *pump displacement* yaitu 690,70 bpd. Sehingga dapat dilihat kedalaman pompa yang sesuai dan yang akan dipasang pada sumur SWT adalah pada kedalaman 3657,13 ft dengan efisiensi volumetris yaitu 88,02% dan kapasitas dari pompa atau *pump displacement* yang diperoleh adalah sebesar 695,30 bpd.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti yaitu:

Penelitian selanjutnya melakukan penelitian tentang mendesain *sucker rod pump* menggunakan tipe *air balancing unit* dan menghitung keekonomian dari pemasangan *sucker Rod Pump*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, D., Arief, T., & Prabu, U. A. (2015). Desain Sucker Rod Pump Untuk Optimasi Produksi Sumur Sembur Alam L5a-x Di Pertamina Ep Asset 2 Field Limau. *Jurnal Ilmu Teknik*, 3(2).
- Brown, K.E. (1977). *The Technology of Artificial lift Methods Volume I*, Penwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- Brown, K.E. (1980). *The Technology of Artificial lift Methods Volume II*, Penwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- Chareradia Pj, V. (2017). *Optimasi Sucker Rod Pump (Srp) Dipengaruhi Oleh Kepasiran Pada Sumur Kwg "X" Pt. Geo Cepu Indonesia*. Universitas "Pembangunan Nasional" Veteran" Yogyakarta.
- Chase, R. W., & Steffy, C. R. (2004). Predicting horizontal gas well deliverability using dimensionless IPR curves. *SPE Eastern Regional Meeting*. OnePetro.
- Gabor, Takacs (1947). *Sucker-Rod Pumping Manual*. South Sheri dan Road, Tulsa Oklahoma.
- Guo, Boyun. Lyons, William C., Ghalambor, Ali., (2007). *Petroleum Production Engineering*, Elsevier Science & Technology Books.
- Juniawan, G. R. (2011). *Re-Optimasi Pompa Sucker Rod Berdasarkan Analisa Sonolog Pada Sumur X Lapangan "Y"*. Upn" Veteran" Yogyakarta.
- Khabibullin, M. Y. (2019). Development of the design of the sucker-rod pump for sandy wells. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 560(1), 12065. IOP Publishing.
- Liegar, T. (2019). *Optimasi Laju Produksi Dengan Cara Mendesain Ulang Pompa Electric Submersible Pump Pada Sumur 'X' Lapangan 'Y.'* Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
- Mayendra, A., Fathaddin, M. T., & Rosyidan, C. (2017). Evaluasi Perbandingan Desain Electrical Submersible Pump Dan Sucker Rod Pump Untuk Optimasi Produksi Pada Sumur M-03 Dan M-05. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 7–12.

- Musnal, A. (2014). Perhitungan Laju Aliran Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 1–8.
- Nabil, M. N. (2019). *Analisa Potensi Sumur Asset 5 Dengan Ipr (Inflow Performance Relationship)*.
- Purwaka, E. (2018). Perencanaan Ulang Sucker Rod Pump pada Sumur “X” Lapangan “Y.” *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 2(1), 51–57.
- Puspita, A., & Utoyo, W. (2016). Perbandingan Keekonomian antara Desain Ulang Electric Submersible Pump (Esp) dan Penggunaan Sucker Rod Pump (Srp) di Sumur Alk-20 Lapangan-x. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*.
- Ritonga, J. E. (2017). *Analisis Perbandingan Kurva IPR Metoda Wiggins dan Metoda Darcy pada Sumur YE 027 dan Sumur YE 043 di Lapangan Y*. Universitas Islam Riau.
- Sukarno, P., & Regina, I. (2001). Pengembangan Peramalan Kurva IPR Dua Fasa Secara Analitis. *Simposium Nasional IATMI*.
- Suyono, A., Suherman, A., & Herlina, W. (2018). Kajian Teknis Pompa Srp Untuk Optimalisasi Produksi Sumur As-100 Di Job Pertamina-Jadestone Energy (Ogan Komering) Ltd, Air Serdang Field. *Jurnal Pertambangan*, 2(3), 11–18.
- Wahono, P. A., Komar, S., & Suwardi, F. R. (2015). Evaluasi pompa esp terpasang untuk optimasi produksi minyak PT. Pertamina asset 1 field ramba. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(1), 46–52.
- Zheng, B., Gao, X., & Li, X. (2019). Fault detection for sucker rod pump based on motor power. *Control Engineering Practice*, 86, 37–47.