

**ANALISIS PENGARUH *NUMBER OF STAGES* DAN *PUMP SETTING DEPTH* (PSD) PADA POMPA ESP SUMUR Y  
MENGUNAKAN SIMULATOR PROSPER**

**TUGAS AKHIR**

*Digunakan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar sarjana teknik*

Oleh

**ARNI SAGITA**

**NPM 163210748**



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

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :  
Nama : Arni Sagita  
NPM : 163210748  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Number Of Stages dan Pump Setting Depth (PSD) Pada Pompa ESP Sumur Y Menggunakan Simulator Prosper

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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 : Ir. H Ali Musnal, M.T ( )  
Penguji : Idham Khalid ST, MT ( )  
Penguji : Novrianti, ST, M.T ( )

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 28 April 2022

Disahkan oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN**

**Novia Rita, ST., MT.**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya 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, 20 April 2022



Arni sagita

NPM 163210748



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## 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 mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H Ali Musnal, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir, ibu Hj. Fitrianti, ST., MT, ibu Novrianti, ST., MT dan Bapak Idham Khalid ST., MT selaku dosen penguji tugas akhir.
2. Bapak Idham Khalid ST., MT selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasehat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua, sekretaris prodi dan dosen penguji, serta dosen-dosen yang sangat membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Kedua orang tua dan adik-adik saya yang selalu memberikan kasih sayang, doa, serta dorongan moril maupun materil.
5. Teruntuk teman-teman yang sudah membantu dan menemani saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yaitu : Hestisia Fitrianti, Abdul Rahman Eriandi, Aznil Arif Rahman, Rizka Rahayu Pratiwi, Monica Yuliani Putri, Mayang Firdaus, Taehyung.

Pekanbaru, 23 Maret 2022



Arni Sagita

NPM 163210748

**ANALISIS PENGARUH *NUMBER OF STAGES* DAN *PUMP SETTING DEPTH* (PSD) PADA POMPA ESP SUMUR Y  
MENGUNAKAN SIMULATOR PROSPER**

**ARNI SAGITA**

**NPM 163210748**

**ABSTRAK**

Produksi minyak dari suatu sumur dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode semburan alami (*natural flow*) dan pengangkatan buatan (*artificial lift*). Pada metode semburan alami, tekanan pada *reservoir* masih memiliki kemampuan untuk mengalirkan fluida *reservoir* ke permukaan, karena tekanan *reservoir* yang tinggi. Pengangkatan buatan digunakan apabila tekanan *reservoir* sudah tidak mampu lagi memproduksi secara sembur alam. Salah satu metode pengangkatan buatan adalah menggunakan ESP (*Electric Submersible Pump*). ESP berupa rangkaian pompa *sentrifugal* yang terdiri dari beberapa unit yang dipergunakan untuk mengangkat fluida dari dalam sumur ke permukaan. Pemilihan ESP sebagai salah satu teknik pengangkatan buatan tentu saja berdasarkan pertimbangan teknis maupun ekonomis. *Stages* merupakan paduan dari satu *impeller* dan satu *diffuser*. Pada penggunaan ESP, ketika pemasangan jumlah *Stages* tidak tepat, dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tekanan *reservoir* sehingga hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan kemampuan pompa ESP dalam memproduksi fluida *reservoir* ke permukaan. Maka, peneliti akan melakukan analisis terhadap parameter jumlah *Stages* dan *pump setting depth* menggunakan simulator *prosper* lalu kemudian dilakukan perhitungan aliran produksi menggunakan kurva IPR. Hasil sensitivitas dengan *simulator prosper* pada perubahan *stages* dan *pump setting depth* pada kapasitas pompa dari skenario yang telah ditentukan menunjukkan bahwa pada *stages* 100 – *stages* 135 Qliquid 1651.8 stb/day – 2472.3 stb/day pada *pump setting depth* 2200 ft – 2800 ft Qliquid 2170.3 stb/day - 2642.1 stb/day. Pada penelitian ini memakai pompa pada laju minimum 1000 stb/day- 3000 stb/day dari hasil sensitivitas pada skenario yang didapatkan kapasitas pada *stages* dan *pump setting depth* masih dalam keadaan optimum.

**Kata Kunci:** Sensitivitas, *Stages*, *Pump Setting Depth*, *Prosper*

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF NUMBER OF STAGES  
AND PUMP SETTING DEPTH (PSD) ON THE Y WELL  
ESP PUMP USING PROSPER SIMULATOR**

**ARNI SAGITA**

**NPM 163210748**

**ABSTRACT**

*Oil production from a well can be done in two ways, namely the natural spray method flow ) and artificial lift ( artificial elevator ). In the natural burst method, the pressure in the reservoir still has the ability to flow reservoir fluid to the surface, because of the high reservoir pressure . Artificial lift is used when the reservoir pressure is no longer able to produce natural bursts. One method of artificial lifting is to use ESP ( Electric Submersible pumps ). ESP is a series of centrifugal pumps consisting of several units that are used to lift fluid from the well to the surface. The selection of ESP as one of the artificial lifting techniques is of course based on technical and economic considerations. Stages are a combination of one impeller and one diffuser . When the improper installation of the number of Stages can cause a reduction in the reservoir pressure capacity so that this results in a decrease in the ability of the ESP pump to produce reservoir fluid to the surface . So , the researcher will analyze the parameters of the number of stages and pump setting depth using the Prosper simulator and then calculate the production flow using the IPR curve. The sensitivity results with the Prosper simulator on changes in stages and pump setting depth on pump capacity from a predetermined scenario show that at stages 100 – stages 135 Qliquid 1651.8 stb/day – 2472.3 stb/day at pump setting depth 2200 ft – 2800 ft Qliquid 2170.3 stb /day - 2642.1 stb/day. In this study, we use a pump at a minimum rate of 1000 stb/day-3000 stb/day. From the sensitivity results in the scenario, the capacity at stages and pump setting depth is still in optimum condition.*

**Keywords :** Sensitivity , Stages , Pump Setting Depth , Prosper

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN .....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>STATE OF THE ART</i> .....	3
2.2 <i>ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP</i> .....	4
2.2.1 Jumlah Stages.....	6
2.2.2 <i>Pump Setting Depth (PSD)</i> .....	7
2.3 <i>PRODUCTIVITY INDEX (PI) DAN INFLOW PERFORMANCE RELATIONSHIP (IPR) CURVE</i> .....	7
2.4 SIMULATOR PROSPER.....	9
2.4.1 Format memasukan data pada prosper.....	10
2.4.2 Data input ke dalam simulasi <i>prosper</i> .....	10
2.4.3 Metode analisa data.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 METODE PENELITIAN.....	12
3.2 PROSEDUR PENELITIAN .....	12
3.2.1 Data yang dibutuhkan .....	12
3.2.2 <i>IPR (well modeling)</i> .....	13
3.2.3 Skenario Penelitian.....	15
3.3 <i>FLOWCHART</i> .....	17
3.4 LOKASI PENELITIAN.....	18

3.5	JADWAL PENELITIAN.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>19</b>
4.1	PERUBAHAN JUMLAH <i>STAGES</i> DAN <i>PUMP SETTING DEPTH</i> TERHADAP KAPASITAS POMPA .....	19
4.1.1	Pengaruh <i>stages</i> terhadap kapasitas pompa .....	22
4.1.2	Pengaruh <i>pump setting depth</i> terhadap kapasitas pompa.....	22
4.2	PENGARUH JUMLAH <i>STAGES</i> TERHADAP LAJU ALIR PRODUKSI.....	24
4.3	HASIL AKHIR DARI SKENARIO <i>STAGES</i> DAN <i>PUMP SETTING DEPTH</i> .....	25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>28</b>
5.1	KESIMPULAN.....	28
5.2	SARAN.....	28
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>29</b>





## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Kurva IPR dua fasa.....	9
<b>Gambar 3.1</b> kurva IPR pada sumur “Y” .....	14
<b>Gambar 3.2</b> Skematik Konfigurasi Sumur “Y” (Sudjito et al., 2021).....	15
<b>Gambar 4.1</b> Best efficiency pada sumur Y.....	20
<b>Gambar 4.2</b> Kapasitas pompa.....	21
<b>Gambar 4.3</b> Stages VS Qliquid .....	22
<b>Gambar 4.4</b> PSD VS Qliquid.....	23
<b>Gambar 4.5</b> Stages VS Qoil.....	24
<b>Gambar 4. 6</b> Stages VS Qwater.....	24

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Data Properti Sumur (Sudjito, Jumardi, & Firdaus, 2021).....	12
<b>Tabel 3.2</b> Data Properti Fluida Sumur "Y" (Sudjito et al., 2021) .....	13
<b>Tabel 3.3</b> Downhole Equipment (wellhead, tubing, casing) (Sudjito et al., 2021) .....	13
<b>Tabel 3.4</b> Skenario penelitian dengan merubah jumlah stages.....	15
<b>Tabel 3.5</b> Skenario penelitian dengan merubah jumlah <i>pump setting depth</i> .....	16
<b>Tabel 3.6</b> Jadwal Penelitian.....	18
<b>Tabel 4.1</b> Perubahan jumlah stages dan pump setting depth terhadap kapasitas pompa .....	20
<b>Tabel 4.2</b> Pemilihan Pompa, Motor, Dan Kabel .....	21
<b>Tabel 4.3</b> Hasil perhitungan laju alir pada berbagai stages .....	25
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil perhitungan laju alir pada berbagai pump setting depth .....	26

## DAFTAR SINGKATAN

ESP	<i>Electrical Submersible Pump</i>
PVT	<i>Pressure Versus Temperature</i>
BOPD	<i>Barrel Oil Per Day</i>
BFPD	<i>Barrel Fluid Per Day</i>
PSD	<i>Pump Setting Depth</i>
PI	<i>Productivity Index</i>
HP	<i>Horse Power</i>
FT	<i>Feet</i>



## DAFTAR SIMBOL

Q	laju produksi
PS	tekanan statik <i>reservoir</i>
Pwf	tekanan alir dasar sumur
Qmax	laju produksi <i>maksimal</i>
Qo	laju produksi awal



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

*Electric Submersible Pump* (ESP) merupakan salah satu metode *artificial lift* yang digunakan di industri perminyakan. Sumur Y yang diteliti mengalami penurunan laju produksi yang diakibatkan karena menurunnya tekanan *reservoir* dan bertambahnya kadar *water cut*. Pengangkatan buatan adalah suatu metode untuk membantu pengangkatan minyak secara optimal dengan bantuan alat tambahan dan disesuaikan dengan kondisi sumur tersebut (Maulana, 2015).

Pompa *Electric Submersible Pump* (ESP) disebut juga pompa bertingkat banyak (*Stages*). *Stages* terdiri dari satu *impeller* dan satu *diffuser* (Jayanti, Sudibyo, & Sulustiyanto, 2016). Hal yang diperhatikan dalam pemilihan jumlah *Stages* pada pompa ESP adalah pada ke dalaman sumur, apabila kondisi sumur lebih dangkal maka *Stages* yang dibutuhkan lebih sedikit sedangkan pada sumur yang dalam akan dibutuhkan jumlah *stages* yang lebih banyak (Katherine, 2016). Perkiraan *Pump setting depth* merupakan suatu batasan dasar untuk menentukan letak ke dalaman pompa pada suatu sumur dimana pompa harus ditenggelamkan di dalam fluida sumur.

Dalam beberapa penelitian, pemasangan jumlah *stages* dan *pump setting depth* yang tidak tepat dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tekanan *reservoir*, hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan kemampuan pompa ESP dalam memproduksi *fluida reservoir* ke permukaan (Suyono, Halimah Tusak Diah, 2020).

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan 5 skenario pengaruh jumlah *stages* dan *pump setting depth* yang optimum terhadap laju alir produksi sumur. Analisis perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi bahkan melebihi dari produksi sebelumnya. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pengaruh jumlah *stages* dan *pump setting depth* terhadap keberhasilan desain pompa ESP.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh jumlah *stages* dan *Pump Setting Depth* (PSD) terhadap kapasitas pompa.
2. Menentukan jumlah *stages* untuk mendapatkan laju alir optimum.

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat dijadikan sebagai salah satu dasar materi perkuliahan atau sebagai dasar penelitian berikutnya.
2. Mampu mengedukasi pembaca tentang bagaimana sensitivitas parameter pompa ESP dapat mempengaruhi laju alir produksi minyak.
3. Sebagai syarat mendapatkan gelar sarjana teknik perminyakan.

## 1.4 BATASAN MASALAH

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan dalam pembahasan, penulisan proposal penelitian ini dibatasi dengan:

1. Penelitian ini mengikuti kondisi data yang didapatkan dan digunakan dalam simulator *prosper* pada sumur Y.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada parameter jumlah *stages* dan *pump setting depth*.
3. Penelitian ini hanya melakukan 5 skenario nilai *stages* (100, 115, 122, 130, 135) dan 5 skenario *pump setting depth* (PSD) dengan nilai (2200 ft, 2320 ft, 2625 ft, 2700 ft, 2800 ft).
4. Penelitian ini tidak menganalisis keekonomian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam agama Islam menuntut ilmu wajib hukumnya. Perguruan tinggi merupakan salah satu jalan untuk menempuh pendidikan yang tinggi. Sebagai upaya untuk tetap bisa melanjutkan pendidikan ke tingkat yang lebih tinggi, salah satu jalannya adalah dengan menyelesaikan studi di perguruan tingginya, yaitu dengan melakukan penelitian dan menuangkannya dalam bentuk tulisan (skripsi). Sebagaimana Allah berfirman dalam Surat Al-Jatsiyah ayat 29 yang artinya bahwa: "Inilah kitab (catatan) Kami yang menuturkan kepadamu dengan benar. Sesungguhnya Kami telah menyuruh mencatat apa yang telah kamu kerjakan".

#### 2.1 STATE OF THE ART

Adapun penelitian yang pernah menggunakan topik yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan, yang digunakan sebagai acuan untuk penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Jayanti, Sudiby, and Sulustiyanto dalam penelitian yang berjudul "Evaluasi Dan Optimasi Pompa *Electric Submersible Pump* (ESP) Pada Sumur-Sumur Di Lapangan X" penelitian ini untuk mengetahui efisiensi kerja pompa mengenai mencapai laju produksi melakukan pengamatan pada 3 sumur yaitu BN-23, BN-35, dan BN-104 dimana untuk mencapai laju produksi optimal. laju produksi maksimum ( $Q_{maks}$ ) yang dicapai sumur BN-23, BN-35 dan BN-104 adalah masing-masing sebesar 1661 BFPD, 6446.7 BFPD, dan 1001 BFPD. Selanjutnya melalui pendekatan dengan persamaan empiris didapatkan laju produksi optimum ( $Q_o$ ) sumur BN-23, BN-35 dan BN104 adalah masing-masing sebesar 176 BBD, 193 BBD, 193 BBD dengan *water cut* masing-masing 91.2 %, 94.2 % dan 84 % maka dihasilkan minyak sebesar 1998 BOPD, 3333 BOPD dan 1209 BOPD. sumur produksi tersebut disarankan pada sumur BN-23 Untuk menggunakan jenis pompa ESP REDA Type IND 2000 *stages* sebesar 119 dan *range capacity* 1300-2600 bfpd, Sumur BN-35 untuk menggunakan jenis pompa ESP REDA Type ING 5200 *stages* sebesar 119 dan *range capacity* 2000-3600 bfpd, dan Sumur BN-104 untuk

menggunakan jenis pompa ESP REDA Type IND 1300 *stage* sebesar 119 dan *range capacity* 600-1250 bfpd. pada *pump setting depth* 3500 ft, 3149 ft, dan 3750 ft (Jayanti, Sudiby, & Sulustiyanto, 2015).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Ali Musnal dan Richa Melisa dalam penelitiannya yang berjudul “Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan *Range* Efisiensi *Electric Submersible Pump* Pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP -Pertamina Hulu. Peneliti menghitung jumlah *stages* menggunakan analisa nodal dimana peneliti menggunakan 4 buah sumur menentukan jumlah *stages* dimana nilai nya 68,44,86,75 dengan laju alir 4580,2500,6283,1450 (Musnal & Melisa, 2016).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Jeanne Ahuluheluw, Leonardo D. Massolo, Praditya Nugraha dalam penelitian yang berjudul “*sensitivitas* jumlah *stages* pada desain ESP sumur *directional* “x” lapangan salawati” tujuan dari penelitian ini menentukan pompa yang tepat dan juga jumlah *stages* yang optimum dalam desain pompa ESP yang terbaru, karena sumur yang sebelumnya mengalami *off down hole* sehingga berhenti berproduksi maka dilakukan *reaktivitas* sumur dengan menggantikan pompa lama. pompa yang dipilih adalah series 319 yaitu NBV 250-500/60 hz dengan dipasang pada ke dalaman 8500 ft dan jumlah *stages* yang dipilih adalah 270 *stages* (Suyono, Halimah Tusak Diah, 2020).

## 2.2 ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP

*Electric Submersible Pump* (ESP) Pada beberapa sumur minyak dapat terjadi semburan secara alami karena kantung (*reservoir*) masih memiliki kemampuan untuk mengalirkan fluida ke permukaan karena tekanan *reservoir* yang tinggi (Gabor, 2009). Pengangkatan buatan digunakan apabila tekanan *reservoir* sudah tidak mampu lagi berproduksi secara semburan alami. Salah satu metode pengangkatan buatan adalah menggunakan *Electric Submersible Pump* (ESP) (Bulgarelli et al., 2021; Ganat, Hrairi, Hawlader, & Farj, 2015; Zhu, Zhu, Zhang, & Zhang, 2019).

*Electric Submersible Pump* (ESP) adalah pompa yang dimasukkan ke dalam lubang sumur yang digunakan untuk menaikkan cairan minyak (*artificial lift*) dan



digerakkan oleh motor listrik. ESP adalah Metode Pengangkatan Buatan yang menggunakan pompa sentrifugal dan digerakkan dengan motor listrik yang dipasang di dalam sumur (Marpaung, 2015). ESP berupa rangkaian pompa *sentrifugal* yang terdiri dari beberapa unit yang dipergunakan untuk mengangkat fluida dari dalam sumur ke permukaan (Hernandez-Sandoval, Gonzalez-Lopez, Hernandez-Rodriguez, & Guzmán, 2015; Hoffmann & Stanko, 2017). Peralatan ESP terdiri dari pompa *sentrifugal*, protektor, gas separator, dan motor listrik. Unit ini ditenggelamkan di dalam cairan, disambung dengan *tubing* dan motornya dihubungkan dengan kabel ke permukaan yaitu *switchboard* dan *transformator* (Sucipto, Wiwaha, & Ridzki, 2018).

Ketika pompa beroperasi, tinggi teoritis, yang dikenal sebagai kepala *Euler*, didasarkan pada hukum kekekalan sudut momentum. *Head* pompa sebenarnya lebih rendah karena kehilangan *head*, studi komprehensif dapat ditemukan (Ye, Wilson, & Martinez, 2019). Tekanan hidrolik ESP harus lebih tinggi dari tekanan kolom fluida di atas pompa untuk menjaga produksi bergerak ke permukaan. Dalam kondisi aliran dua fase, gas atau uap intermiten menyebabkan fluktuasi densitas campuran (Ye et al., 2019).

Di dalam pompa ESP, yang digerakkan oleh motor listrik, energi kinetik fluida dinaikkan terlebih dahulu untuk kemudian sebagian diubah menjadi energi tekanan yang menggerakkan fluida melalui pompa (Hartenbach, Magalhães, Belsvik, Pessoa, & Lemos, 2015). Pompa sentrifugal merupakan jenis pompa non energi potensial dimana energi kecepatan yang dihasilkan berasal dari perubahan energi statis menjadi energi dinamis. Perubahan energi statis menjadi energi dinamis tersebut terjadi karena pengaruh putaran impeler pompa. Pompa *sentrifugal* satu tahap adalah mesin sederhana yang digerakkan oleh penggerak utama yang memberikan gerakan putar dan terdiri dari dua komponen dasar: (1) rotor, satu set baling-baling yang berputar, dan (2) stator, bagian diam yang berisi *casing* rotor, serta bantalan dan segel yang diperlukan untuk pengoperasian yang benar (Negendahl & Nielsen, 2015). Pompa ESP menggunakan baling-baling melengkung yang tertutup penuh pada *impeller*, dan bagian stasionernya disebut *diffuser* (Submersible & Manual, 2018).

Langkah-langkah dan optimasi terhadap pompa ESP dilakukan terhadap sumur-sumur yang terpasang ESP, berikut merupakan persamaan *evaluasi* pompa tersebut:

a. Penentuan *Specific Gravity* Fluida Campuran

$$1. \text{ Water SG} = \text{Water Cut} \times \text{SG}_w \dots\dots\dots (1)$$

$$2. \text{ Oil SG} = \text{Oil Cut} \times \text{SG}_o \dots\dots\dots (2)$$

$$3. \text{ Liquid SG} = \text{Water SG} + \text{Oil SG} \dots\dots\dots (3)$$

$$4. \text{ Gradient Fluida (SGf)} = \text{Liquid SG} \times 0,433 \text{ psi/ft} \dots\dots\dots (4)$$

b. Penentuan *Pump Intake Pressure* (PIP)

$$1. \text{ Perbedaan Ke dalaman} = \text{Mid Perforasi} - \text{Pump Setting Depth (TVD)} \dots\dots\dots (5)$$

$$2. \text{ Perbedaan Tekanan} = \text{Perbedaan ke dalaman} \times \text{SGf} \dots\dots\dots (6)$$

$$3. \text{ Pump Intake Pressure (PIP)} = \text{Pwf} - \text{Perbedaan Tekanan} \dots\dots\dots (7)$$

c. Penentuan *Total Dynamic Head* (TDH)

1. Menentukan *Fluid Over Pump* (FOP)

$$\text{FOP} = \frac{\text{PIP} \times 2.31 \text{ psi/ft}}{\text{Liquid SG}} \dots\dots\dots (8)$$

2. Menentukan *Vertical Lift* (HD)

$$\text{Vertical Lift (HD)} = \text{Pump Setting Depth (TVD)} - \text{FOP} \dots\dots\dots (9)$$

$$a. \text{ Friction Loss (F)} = \frac{2.083 \left(\frac{100}{c}\right)^{1.85} \left(\frac{Qt}{34.3}\right)^{1.85}}{ID^{4.8655}} \dots\dots\dots (10)$$

b. Menentukan *Tubing Head* (HT)

$$\text{Tubing Head (HT)} = \frac{\text{Tubing pressure} \times 2.31 \text{ psi/ft}}{\text{Liquid SG}} \dots\dots\dots (11)$$

c. Menentukan *Total Dynamic Head* (TDH)

$$\text{Total Dynamic Head (TDH)} = \text{HD} + \text{HF} + \text{HT} \dots\dots\dots (12)$$

d. Penentuan jumlah *Stages*

$$a. \text{ Stage} = \frac{\text{TDH}}{\text{Head Stage}} \dots\dots\dots (13)$$

2.2.1 Jumlah *Stages*

ESP merupakan pompa *sentrifugal* yang memiliki beberapa *Stages* yang dipasang pada poros pompa. Satu *stage* terdapat satu *diffuser* dan satu *impeller*. Prinsip pompa ESP ini mengalirkan fluida dari satu tingkat ke tingkat selanjutnya. Panjang pompa tergantung pada jumlah *Stages* yang

digunakan. Semakin banyak *Stages* yang terjadi maka semakin banyak juga fluida dapat terangkat, namun banyaknya *Stages* juga ikut mempengaruhi kinerja alat, perubahan tekanan, dan justru menurunkan produksi. Untuk itu perlu dilakukan optimasi jumlah *Stages* sehingga nantinya mendapatkan nilai yang optimal dengan produksi yang maksimal (Pessoa & Prado, 2003).

### 2.2.2 *Pump Setting Depth* (PSD)

Pemasangan pompa ESP untuk dapat meningkatkan produksi juga bergantung pada PSD. Penentuan PSD adalah batasan dasar untuk menentukan letak ke dalaman pompa pada suatu sumur dimana pompa harus ditenggelamkan di dalam fluida sumur. Pompa ESP tidak bisa menjangkau ke dalaman yang dalam karena fungsi dari pompa tidak akan efisien dan membutuhkan peralatan tambahan lainnya. Untuk itu perlu dilakukan optimasi terhadap pemasangan PSD agar dapat meningkatkan produksi secara maksimal.

## 2.3 *PRODUCTIVITY INDEX* (PI) *DAN* *INFLOW PERFORMANCE RELATIONSHIP* (IPR) *CURVE*

Dalam desain *Artificial Lift* dibutuhkan data mengenai IPR atau *Inflow Performance Relationship* dan *Productivity Index* (PI) yang akan menunjukkan kemampuan produksi sumur. Pengertian dari *Inflow Performance Relationship* adalah hubungan antara laju produksi ( $q$ ) dengan selisih antara tekanan *reservoir* ( $P_r$ ) dan tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ). Hubungan ini menggambarkan kemampuan suatu sumur untuk mengalirkan fluida dari formasi ke lubang sumur.

*Productivity Index* (PI) adalah suatu indeks yang menyatakan kemampuan sumur untuk mengangkat fluida ke permukaan pada kondisi tekanan tertentu. Dapat juga dikatakan sebagai perbandingan laju produksi yang dihasilkan oleh suatu sumur dengan perbedaan tekanan *drawdown pressure* secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PI = \frac{q}{(p_r - p_{wf})} \dots\dots\dots(14)$$

Dimana:

PI = Productivity Index, bbl/day/psi

q = Laju Produksi Aliran Total, bbl/day

Pr = Tekanan Reservoir,psi

Pwf = Tekanan Dasar Sumur saat terdapat Aliran, Psi (Pranondo et al., 2020)

PVT memiliki singkatan *Pressure-Volume-Temperature* adalah kumpulan data yang menentukan karakteristik suatu *reservoir* bernilai baik atau tidak. Dengan menggunakan grafik kelakuan fasa dapat diketahui jenis fluida di *reservoir* dan perubahannya saat sampai di separator. Dengan data ini dapat dengan mudah dilakukan pemodelan menggunakan *software* sehingga dapat dibuat dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Mengendalikan *volume* fluida produksi di permukaan dari pengambilan fluida bawah permukaan diperoleh dari parameter PVT yang dapat diukur dengan eksperimen laboratorium menggunakan sampel minyak. Sampel diperoleh saat awal tahap produksi suatu sumur, pengambilan sampel ini dapat dilakukan dengan cara pengambilan langsung di permukaan (Chen, Zhou, Xia, Chen, & Wang, 2021).

Metode Vogel awalnya dikembangkan untuk *reservoir* penggerak gas solusi, penggunaan persamaannya secara umum diterima untuk mekanisme penggerak lainnya juga. Ditemukan untuk memberikan hasil yang dapat diandalkan untuk hampir semua sumur dengan tekanan lubang bawah di bawah titik gelembung minyak mentah (Submersible & Manual, 2018).

Ketika tekanan dasar sumur lebih rendah dari tekanan titik gelembung, aliran dua fase terjadi. Persamaan Vogel (1968) merupakan solusi yang paling umum digunakan untuk IPR aliran dua fase (Pamungkas, Sudarmoyo, Hariyadi, & P, 2004). Persamaan Vogel dapat ditulis secara *sistematis* sebagai berikut:

$$\frac{q_o}{q_{max}} = 1 - 0,2 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right) - 0,8 \left( \frac{p_{wf}}{p_r} \right)^2 \dots\dots\dots(15)$$

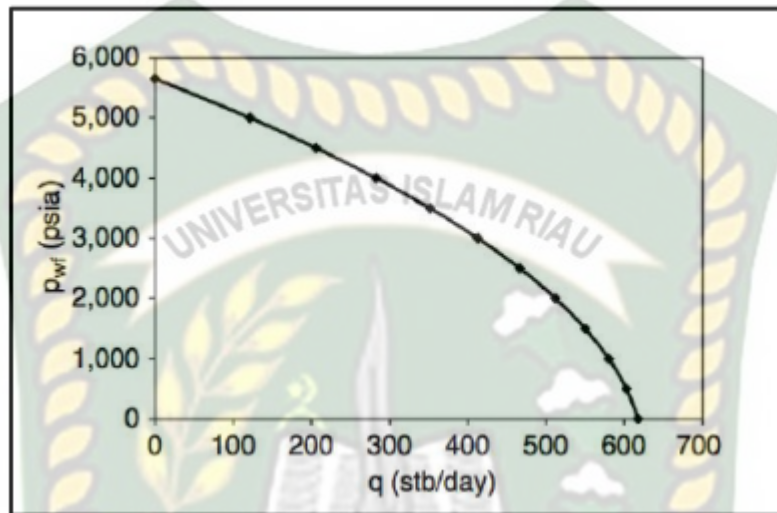
Dimana :

$q_0$  = laju alir produksi awal minyak, BOPD

$q_{max}$  = laju alir produksi maksimum, BOPD

$P_r$  = tekanan reservoir, psi

$P_{wf}$  = tekanan dasar sumur, psi



**Gambar 2.1** Kurva IPR dua fasa

Dalam proposal penelitian ini peneliti akan menentukan *productivity index* (PI) dan performa sumur menggunakan metode vogel dengan bantuan simulator *Prosper* 11.5, dimana metode vogel ini digunakan pada sumur yang mempunyai aliran fluida dua fasa dan memiliki *water cut* (WC) tinggi dan sesuai dengan kondisi lapangan yang diteliti .

#### 2.4 SIMULATOR PROSPER

*Prosper* dikomersialkan pada awal 90-an dan telah menjadi *subyek* penelitian dan pengembangan yang sedang berlangsung selama lebih dari dua dekade. Setiap tahun, model dan fungsi baru ditambahkan ke daftar opsi yang sudah luas dalam program ini. Ada lebih dari tiga juta kombinasi pilihan yang dapat digunakan untuk menggambarkan sebagian besar fenomena fisik yang terjadi di sumur dan pipa. Terlepas dari banyaknya situasi yang dapat dimodelkan, antarmuka adaptif hanya menyajikan pengguna dengan bidang input dan menu yang relevan sesuai dengan

pilihan yang dibuat dalam menu pilihan, menjaga upaya membangun model seminimal mungkin. *Prosper* telah berkembang menjadi standar industri untuk pemodelan sumur dan pipa karena dasar teknis suara yang tak tertandingi dan kemampuan pemodelan yang unik. Program ini saat ini membentuk salah satu batu fondasi dari sistem *Digital Oil Field*, dan mesin perhitungan digunakan oleh banyak alur kerja secara real time pada ratusan bidang di seluruh dunia.

Satu set model *inflow* yang komprehensif melengkapi kemampuan aliran multifase di *prosper*, memungkinkan perhitungan analisis nodal dilakukan untuk hampir semua jenis sumur. Ada lebih dari 20 model *inflow* yang telah dikembangkan selama bertahun-tahun, yang dapat diterapkan pada geometri horizontal, vertikal, menyimpang, *multilayer* dan *multilateral*. Selain itu, perkembangan baru telah melihat realisasi model *inflow* unik yang memperhitungkan perubahan kondisi PVT di area drainase sumur serta di beberapa zona. Hal ini memungkinkan studi perforasi ulang, analisis kulit, penerapan langkah-langkah pengendalian pasir dan banyak kepekaan lainnya untuk dilakukan dengan mudah.

#### 2.4.1 Format memasukkan data pada prosper

1. *Option summary* (Model sumur)
2. Input data pvt
3. Pemodelan IPR
4. *Design ESP*
5. Skenario penelitian

#### 2.4.2 Data input ke dalam simulasi *prosper*

Data yang dibutuhkan untuk diperlukan dalam simulasi *prosper* dalam penelitian ini yaitu data desain ESP pada sumur Y dengan langkah *set artificial lift* pada kolom *option summary* dengan *Electrical Submersible Pump*, Diameter ESP harus pas dengan ke dalaman *casing*, data *Downhole Equipment* : *tubing inside diameter* , *tubing outside diameter*, dan *casing inside*. Data properti fluida pada sumur Y untuk input data pada pemodelan IPR dan melakukan uji *sensitivitas* pada simulasi *prosper*

pada kapasitas pompa dengan perubahan pada variabel *stages* dan *pump setting depth*.

#### 2.4.3 Metode analisa data

*Prosper* digunakan untuk menganalisis kinerja sumur migas melalui perhitungan *sensitivitas prosper* merepresentasikan mekanisme aliran dari *reservoir* (dasar sumur) ke permukaan Metode analisa yang digunakan dalam menghitung persamaan dalam menggunakan *prosper* perhitungan IPR menggunakan metode vogel .



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan adalah studi *literatur* menggunakan pengumpulan data sekunder berupa data desain sumur, data fluida sumur, dengan melakukan pengolahan data memanfaatkan pemodelan *simulator prosper 11.5*. Pengumpulan data akan berfokus pada 2 parameter, yaitu jumlah *Stages* dan *pump setting depth* serta data pendukung lainnya agar *software prosper* dapat digunakan. Dengan menggunakan prinsip nodal untuk dapat merepresentasikan bagaimana pola aliran dari *reservoir* hingga ke permukaan (*wellhead*). Sejumlah data yang diperlukan seperti PVT dan IPR serta data lainnya, lalu akan didapatkan analisis akhir berdasarkan data yang sudah diinput ke *prosper* tersebut.

#### 3.2 PROSEDUR PENELITIAN

##### 3.2.1 Data yang dibutuhkan

Adapun Tahapan dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data seperti data profil sumur, PVT dan parameter desain pompa ESP Berikut adalah data-data yang dibutuhkan dalam melaksanakan penelitian ini:

**Tabel 3.1** Data Properti Sumur (Sudjito, Jumardi, & Firdaus, 2021)

<b>Profil</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Nama Sumur	Y	
Depth Casing	4560.37	ft
Depth Tubing	2625	ft
OD Casing	7	inch
ID Casing	6.366	inch
OD Tubing	2.875	inch
ID tubing	2,441	inch
TVD Well	4560,37	ft
Perforasi	4370	ft
PSD	2625	ft
Tipe Sumur	Vertikal	



**Tabel 3.2** Data Properti Fluida Sumur "Y" (Sudjito et al., 2021)

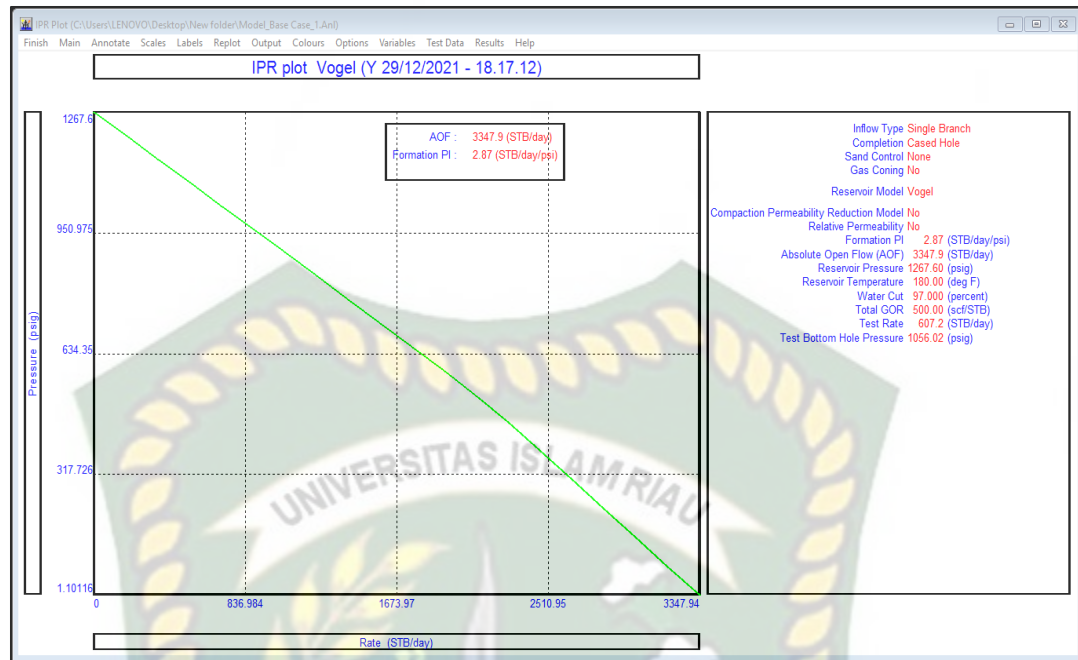
<b>Profil</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Q Gross	607.2	BFPD
Ps	1267.6	Psi
Pb	1056.02	Psi
Pwf	1056.02	Psi
Bo	1.2	RB/Stb
API	28.5	
GOR	500	Scf/Stb
$\gamma$ Water	1.05	
$\gamma$ Oil	0.86	
$\Phi$	4.64	Cp
WC	97	%

**Tabel 3.3** Downhole Equipment (*wellhead, tubing, casing*) (Sudjito et al., 2021)

<b>Label</b>	<b>Type</b>	<b>WellHead</b>	<b>Tubing</b>	<b>Casing</b>
Measured Depth	<i>feet</i>	0	2625	4560.37
<i>Tubing Inside Diameter</i>	<i>inches</i>		2.441	
<i>Tubing Inside Roughness</i>	<i>inches</i>		0.0006	
<i>Tubing Outside Diameter</i>	<i>inches</i>		2.875	

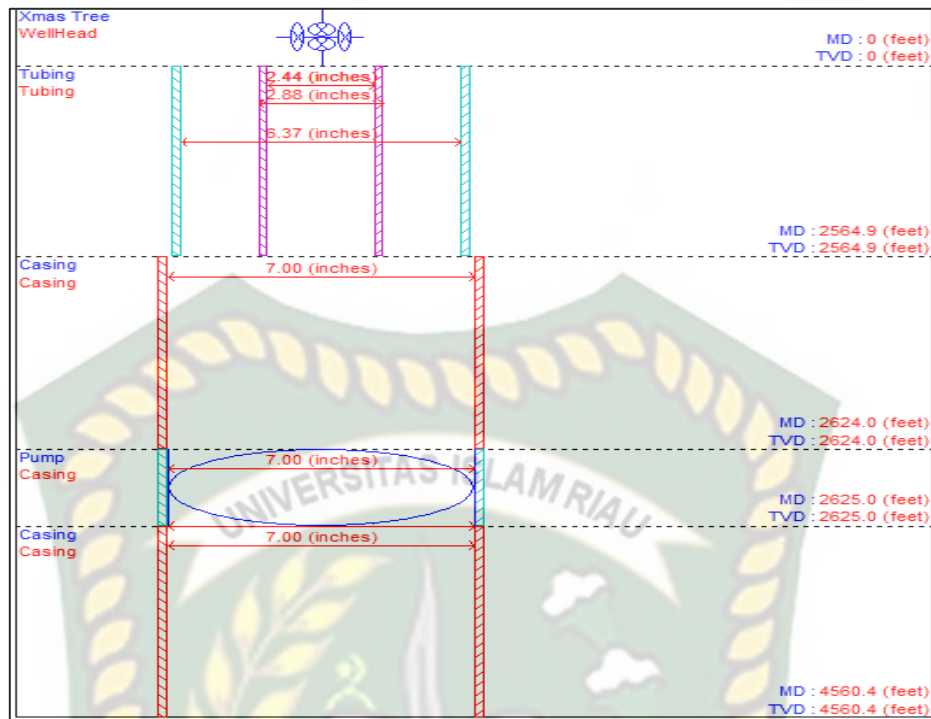
### 3.2.2 IPR (*well modeling*)

Setelah melakukan penginputan data profil sumur, data PVT dan data *reservoir* maka diperoleh model IPR seperti pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1** kurva IPR pada sumur “Y”

Pada **Gambar 3.2** merupakan skematik konfigurasi sumur “Y” dimana memiliki ke dalaman sebesar 4560 ft (TVD), sumur ini merupakan sumur vertikal. Secara detail dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.2** Skematik Konfigurasi Sumur “Y” (Sudjito et al., 2021)

### 3.2.3 Skenario Penelitian

Dari penelitian sebelumnya optimasi parameter pompa ESP yaitu dengan mengubah frekuensi pompa dengan parameter *design* ESP. Adapun pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengaruh jumlah *stages* dan *Pump setting depth* (PSD) dengan *base case* 122 *stages* dan *pump setting depth* dengan 2625 ft, terhadap performa produksi, berikut skenario penelitian dapat dilihat pada tabel 3.4 dan tabel 3.5 berikut:

**Tabel 3.4** Skenario penelitian dengan merubah jumlah stages

<i>Stages</i>	Qliquid	Qoil	Qwater
100	-	-	-
115	-	-	-
122	2285,1 stb/day	68,6 stb/day	2216,6 stb/day
130	-	-	-
135	-	-	-

**Tabel 3.5** Skenario penelitian dengan merubah jumlah *pump setting depth*

<i>Pump setting depth</i>	Qliquid	Qoil	Qwater
2200 ft	-	-	-
2320 ft	-	-	-
2625 ft	2514,1stb/day	75,4stb/day	2438,6stb/day
2700 ft	-	-	-
2800 ft	-	-	-



## 3.3 FLOWCHART



Gambar 3.1 Flowchart

### 3.4 LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium simulasi *reservoir*, Universitas Islam Riau Fakultas Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Data yang digunakan berupa data sekunder jenis penelitian ini bersifat simulasi dengan menggunakan simulator *prosper*.

### 3.5 JADWAL PENELITIAN

Adapun penelitian akan dilakukan selama 4 Bulan (15 Minggu) dari bulan Januari 2022 – April 2022 yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.6** Jadwal Penelitian

Kegiatan dan Waktu Pelaksanaan	Januari 2022				Februari 2022				Maret 2022				April 2022			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur																
Pembuatan Proposal Penelitian																
Seminar Proposal																
Riset Lapangan dan Pengumpulan data																
Penyusunan TA																
Presentasi (Sidang TA)																

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada sumur Y ini adalah melakukan simulasi *Number Of Stages* dan *Pump Setting Depth* dengan menggunakan *simulator prosper*. Pada penelitian ini melakukan analisa terhadap kapasitas pompa pada perubahan *stages* dan *Pump Setting Depth* dengan mengubah nilai *stages* dan *Pump Setting Depth* dengan 5 skenario dimana data sebelumnya melakukan *efisiensi* pada pompa dan melakukan optimasi pada pompa ESP dengan mengubah *frequency*.

#### 4.1 PERUBAHAN JUMLAH *STAGES* DAN *PUMP SETTING DEPTH* TERHADAP KAPASITAS POMPA

Penelitian ini dilakukan untuk melihat perubahan *stages* terhadap kapasitas pompa dengan 5 skenario *stages* melakukan uji *sensitivitas* dan juga perubahan dari *pump setting depth* terhadap kapasitas pompa yang sudah ditentukan. Adapun hasil perubahan jumlah *stages* dan *pump setting depth* terhadap kapasitas pompa dapat dilihat dari **Tabel 4.1**.

pada kondisi awal *reservoir* memiliki tekanan sebesar 1267.6 psi, dengan nilai *pwf* 1056.02 psi maka dapat diperoleh *Qgros* sebesar 607.2 BFPD dan *PI* sebesar 2.87. perhitungan *IPR* menggunakan metode *vogel*, Setelah melakukan penginputan data profil sumur, data *PVT* dan data *reservoir* maka diperoleh model *IPR*, Berdasarkan pada data paper yang digunakan dimana  $P_s > P_b$  dan  $pwf < p_b$  maka persamaan berikut :

$$A = 1 - 0,2 \left( \frac{P_{wf}}{P_b} \right) - 0,8 \left( \frac{P_{wf}^2}{P_b^2} \right) \dots\dots\dots(16)$$

$$PI = \frac{Q_o}{P_s - P_b + \left( \frac{P_b}{1,8} \right) \times A} \dots\dots\dots(17)$$

$$Q_b = PI \times (P_s - P_b) \dots\dots\dots(18)$$

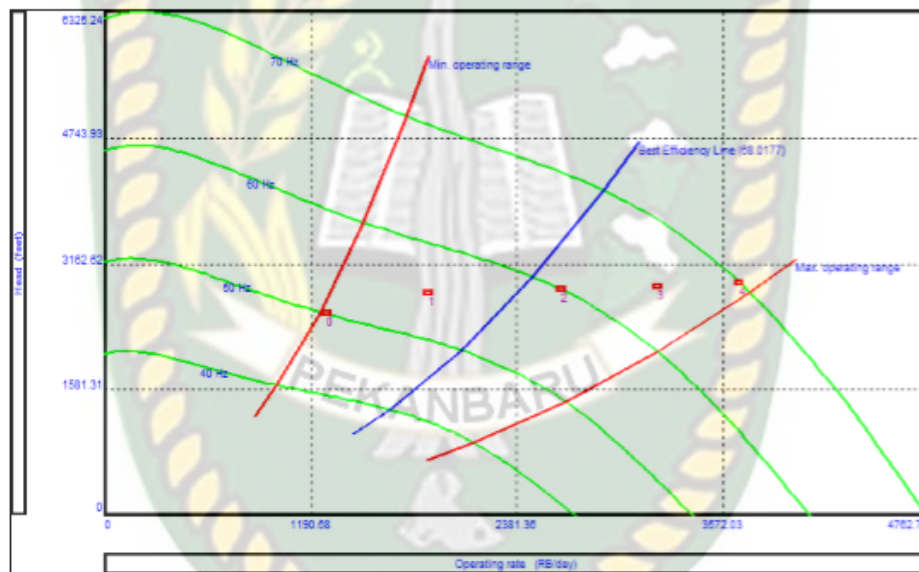
$$Q_{max} = Q_b + Q_x \dots\dots\dots(19)$$

$$Q_x = \frac{PI (P_b)}{1,8} \dots\dots\dots(20)$$

$$Q_o = Q_b + \left( (Q_{max} - Q_b) \times \left( 1 - 0,2 \left( \frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,8 \left( \frac{p_{wf}^2}{p_s^2} \right) \right) \right) \dots\dots\dots(21)$$

**Tabel 4.1** Perubahan jumlah *stages* dan *pump setting depth* terhadap kapasitas pompa

<i>Stages</i>	<i>Qliquid(stb/day)</i>	<i>Pump setting depth</i>	<i>Qliquid(stb/day)</i>
100	1651.8	2200 ft	2170,3
115	2138.1	2320 ft	2437
122	2285.1	2625 ft	2514,1
130	2403.7	2700 ft	2594,9
135	2472.3	2800 ft	2642,1



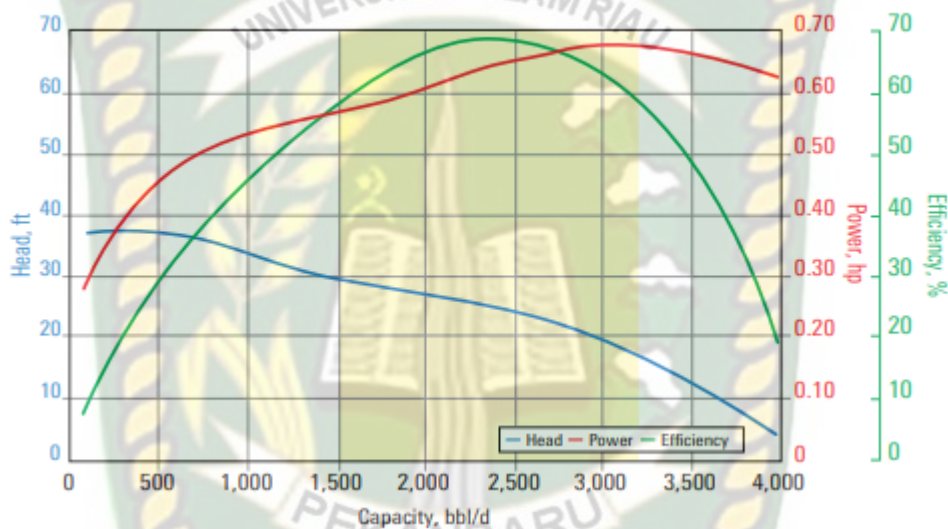
**Gambar 4.1** *Best efficiency* pada sumur Y

Berdasarkan pada tabel 4.1 untuk penentuan kapasitas pada pompa dapat diperoleh nilai *operating rate* dan *head* dengan menggunakan simulator *prospcr*. Perubahan nilai *stages* dan perubahan dari nilai *pump setting depth* pada kapasitas pompa, Melihat kapasitas pompa dapat dilihat dari Gambar 4.1, dimana kapasitas dari sumur Y didapatkan hasil *best efficiency* pompa dengan laju produksi 2346,8 stb/day karena dimana titik merah sangat dekat dari garis biru atau *best efeciency line*. Dilihat



dari hasil yang kita peroleh dari laju produksi yang terlalu besar dari kemampuan kapasitas pompa akan mengakibatkan kerusakan pada pompa.

Dengan melakukan uji *sensitivitas* pada kapasitas pompa pada perubahan *number of stages* dan *pump setting depth* agar dapat mengetahui berapa Qliquid yang diperoleh pada jumlah *number of stages* yang digunakan agar mencegah terjadinya kerusakan pada pompa dikarenakan tidak sesuai dengan kapasitas pada pompa itu sendiri. Juga melihat pengaruh dari perubahan pada *number of stages* dan *pump setting depth*.



**Gambar 4.2** Kapasitas pompa

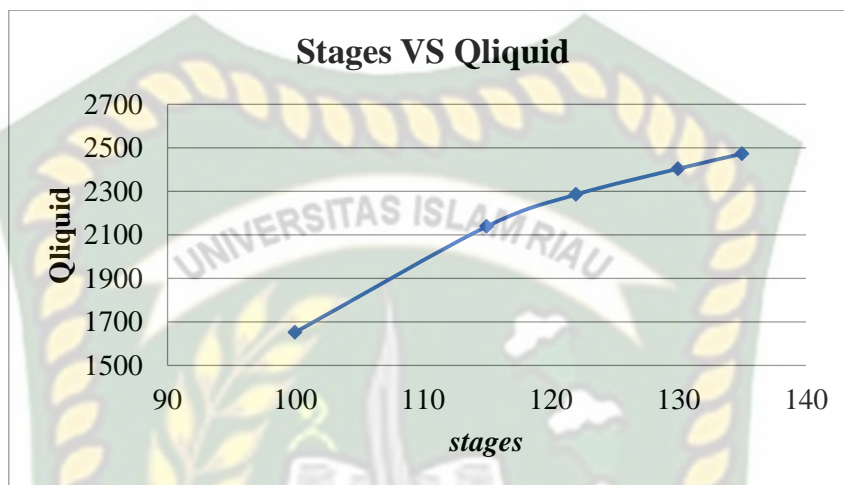
Dengan kapasitas pompa dari hasil desain pompa *Electrical Submersible Pump* yang didapatkan pada dari 1.500 bbl/day sampai 3000 bbl/day di atas namun pada sumur Y mendapatkan dengan laju alir sebesar 2343,53 stb/day dengan jenis pompa yang dipilih yaitu dengan menggunakan tipe pompa REDA D2400N.

**Tabel 4.2** Pemilihan Pompa, Motor, Dan Kabel

Label	Type
Pump	REDA D2400N (1500-3200 RB/day)
Motor	Esp_Inc375_50 76,5 HP, 100 V, 51 A
Cable	#1Alumunium 0.33 (Volts/1000ft) 95 (amps) max

#### 4.1.1 Pengaruh *stages* terhadap kapasitas pompa

Berdasarkan hasil uji *sensitivitas* sumur Y didapat nilai Qliquid yang didapatkan pada simulasi *prosper* dengan perubahan dari jumlah *stages*.

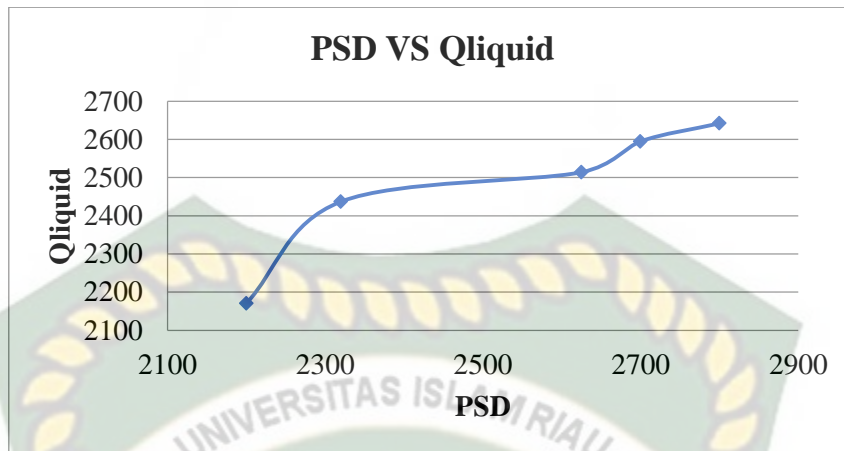


**Gambar 4.3** *Stages VS Qliquid*

Dari **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa banyak *stages* akan menaikkan laju alir fluida dan dapat disimpulkan dengan melakukan perubahan nilai yang dilakukan dari 5 skenario pada uji *sensitivitas* terhadap *number of stages* akan berpengaruh terhadap kapasitas pompa dan dapat kita ketahui kapasitas yang kita peroleh pada sumur Y dengan laju produksi sebesar 2346,8 stb/day. Berdasarkan hasil uji *sensitivitas* yang dimana pada *stages* 100 didapatkan Qliquid sekitar 1651.8 stb/day dan *stages* 135 sekitar 2472.3 stb/day. Laju produksi yang terlalu besar dari kemampuan kapasitas pompa maka akan menyebabkan *upthrust* yaitu kerusakan terjadi pada *diffuser* bagian atas, sedangkan laju produksi yang terlalu kecil dari kemampuan kapasitas akan maka akan menyebabkan *downthrust* yang akan merusakkan *diffuser* bagian bawahnya.

#### 4.1.2 Pengaruh *pump setting depth* terhadap kapasitas pompa

Hasil uji *sensitivitas* pada sumur Y dengan simulasi *prosper* didapatlah nilai Qliquid, perubahan dari *pump setting depth* dilihat pada **Gambar 2.3**

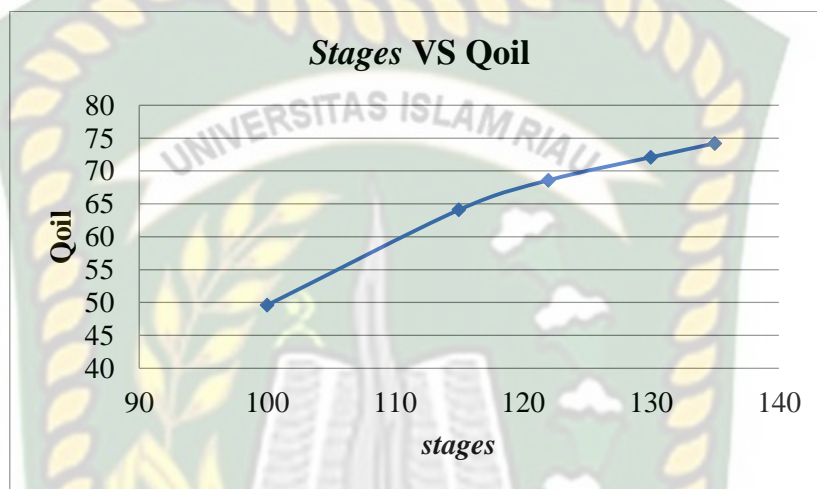


**Gambar 4.4** PSD VS Qliquid

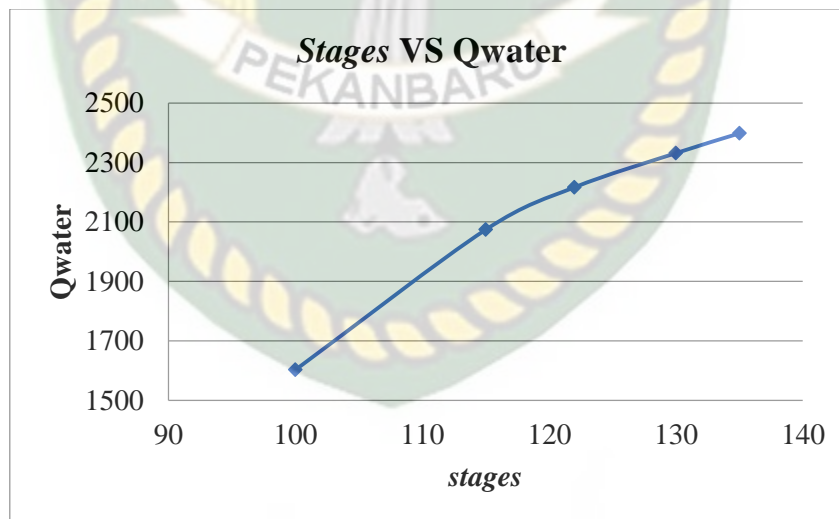
Pada sumur Y dengan data yang diperoleh dan data desain pompa ESP pada sumur Y batas maksimum ke dalaman pada sumur Y 3527 ft dan *pump setting depth* pada ke dalaman sumur Y pada data paper yang didesain dengan *pump depth* pada ke dalaman 2625 ft namun jika *pump setting depth* pada skenario penelitian Berdasarkan hasil uji *sensitivitas* pompa sumur Y menggunakan simulasi *prosper* dengan perubahan *pump setting depth* terhadap kapasitas pompa, dapat dilihat di atas pada **gambar 4.4** *Pump setting depth* pada ke dalam dari 2200 ft sampai 2800 ft mendapat kan naiknya pada Qliquid karena semakin dalam *pump setting depth* maka Qliquid yang dapat diperoleh semakin besar. *Pump setting depth* pada ke dalaman 2200 ft mendapatkan Qliquid sebesar sekitar 2170,3 stb/day, 2320 ft mendapatkan Qliquid 2437,0 stb/day, 2625 ft mendapatkan Qliquid 2514,1 stb/day, 2700 ft mendapatkan Qliquid 2594,9 stb/day, dan 2800 ft mendapatkan Qliquid sebesar 2642,1 stb/day. dengan melakukan perubahan nilai yang dilakukan dari 5 skenario pada uji *sensitivitas* pada *pump setting depth* akan berpengaruh terhadap kapasitas pompa dan dapat kita ketahui kapasitas yang kita peroleh pada sumur Y dengan laju produksi sebesar 2346,8 stb/day dengan batas ke dalaman pompa 3527 ft namun pada *pump setting depth* minimum Qliquid di bawah laju alir maka akan terjadi penurunan *efisiensi volumetris* dari pompa (disebabkan terbebasnya gas dari larutan) sedangkan *pump setting depth* pada posisi maksimum dimana akan terjadinya *overload*, yaitu

pengangkatan beban kolom fluida yang terlalu berat. Pada skenario yang didapatkan dengan uji *sensitivitas* pada *pump setting depth* laju alir yang didapatkan tidak melebihi dari kapasitas pada pompa dengan laju alir yang didapatkan masih di bawah dari batas maksimum laju alir yang dimana hasil yang kita peroleh masih di atas dari 1000 stb/day dan di bawah dari 3000 stb/day.

#### 4.2 PENGARUH JUMLAH *STAGES* TERHADAP LAJU ALIR PRODUKSI



**Gambar 4.5** *Stages VS Qoil*



**Gambar 4. 6** *Stages VS Qwater*

Berdasarkan hasil uji *sensitivitas* sumur Y terhadap perubahan *number of stages* dimana dilihat dari **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6** Qoil dan Qwater pada sumur Y

dapat disimpulkan bahwa banyak jumlah *stages* maka *Qoil* dan *Qwater* akan semakin naik yang dimana laju alir ataupun *Qliquid* nya pada sumur Y akan semakin meningkat. Pada *stages* 100 *Qoil* yang diperoleh 49,6 stb/day dan *Qwater* sekitar 1602,3 stb/day , pada *stages* 115 *Qoil* yang diperoleh 64,1 stb/day dan *Qwater* sekitar 2073,9 stb/day , pada *stages* 122 *Qoil* yang didapat 68,6 dan *Qwater* 2216,6 stb/day, *stages* 130 *Qoil* diperoleh sebesar 72,1 stb/day dan *Qwater* 2331,6 stb/day dan *stages* 135 *Qoil* yang didapatkan 74,2 stb/day dan *Qoil* yang didapatkan sebesar 2398,1 stb/day. melakukan *sensitivitas* pada *number of stages* pada *prosper* dapat dilihat *Qoil* dan *Qwater* yang diperoleh dari 5 skenario *stages* berbeda dengan semakin banyak jumlah *stages* akan meningkat kan laju alir produksi yang diperoleh, namun pada kapasitas pompa pada sumur Y dengan laju alir nya sebesar 2343,53 stb/day jika laju alir berkurang ataupun melebihi dari laju alir yang sudah diperoleh maka akan terjadi *up-thrust* ataupun *down-thrust* pada pompa dan akan menyebabkan menurunnya laju produksi. Maka itu dengan melakukan *sensitivitas* pada sumur Y agar melihat *Qoil* dan *Qwater* yang dapat diperoleh pada 5 skenario yang telah ditentukan dengan bantuan simulasi *prosper*.

#### 4.3 HASIL AKHIR DARI SKENARIO *STAGES* DAN *PUMP SETTING DEPTH*

Dari kelima skenario *number of stages* dan *pump setting depth* pada kapasitas pompa dan juga menentukan jumlah *stages* pada laju alir yang optimum dapat dilihat pada **tabel 4.3**.

**Tabel 4.3** Hasil perhitungan laju alir pada berbagai *stages*

Stages	Laju Alir Produksi, Q (stb/ day)		
	Qliquid	Qoil	Qwater
100	1651,8	49,6	1602,3
115	2138,1	64,1	2073,9
122	2285,1	68,6	2216,6
130	2403,7	72,1	2331,6
135	2472,3	74,2	2398,1

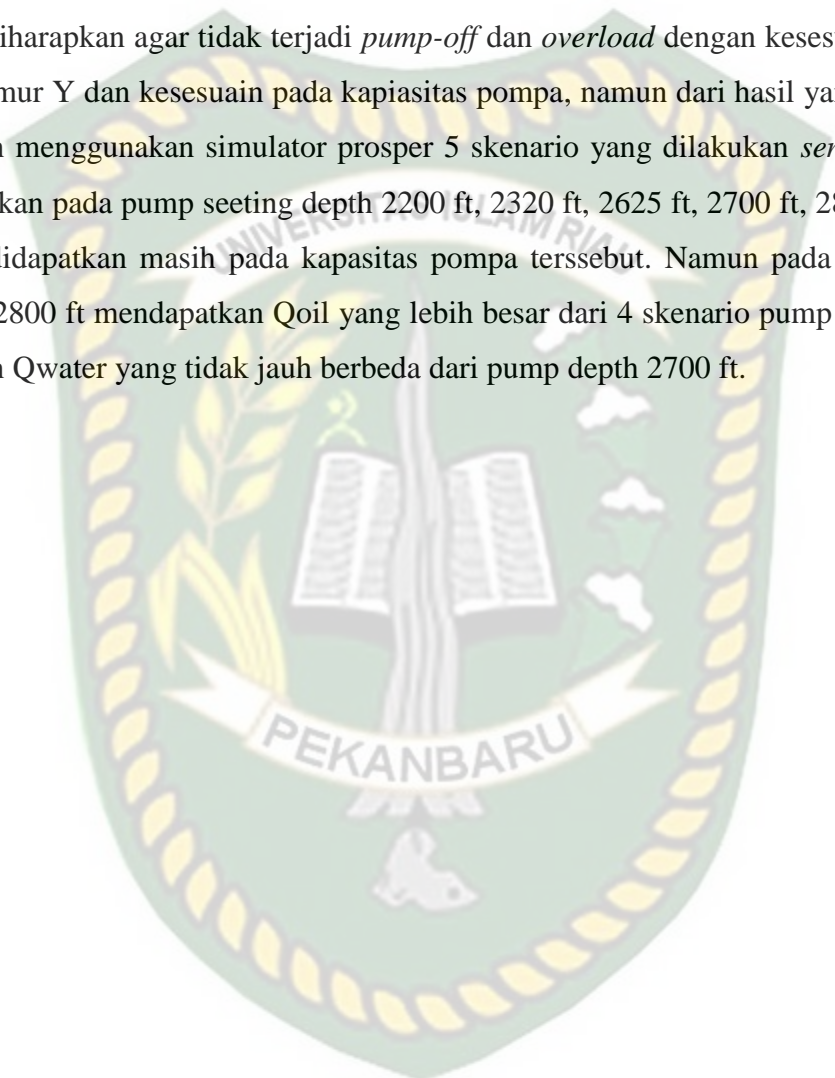
Berdasarkan pada **Tabel 4.3** dapat diperoleh pada *stages* 100 Qliquid dan laju alir yang dapat diperoleh hanya sebesar 1651,8 stb/day dimana Qoil didapatkan sebesar 49,6 stb/day dan Qwater 1602,3 pada *stages* 115 Qliquid yang diperoleh laju alirnya 2138,8 stb/day Qoil 64,1 stb/day dan Qwater 2073,9 laju alir pada sumur Y sebesar 2346,8 laju produksi yang di bawah dari kemampuan kapasitas pompa akan menyebabkan *downtrust* pada *stages* 122 Qliquid 2285,1 stb/day, Qoil 68,6 stb/day, Qwater 2216,6 stb/day, pada *stages* 130 Qliquid yang diperoleh sebesar 2403,7 Qoil 72,1 dan Qwater nya sebesar 2331,6 pada *stages* 135 Qliquid 2472,3 Qoil 74,2 Qwater 2398,1. Laju produksi melebihi dari kapasitas pompa yang akan menyebabkan *upthrust* pada pompa, Namun dari hasil yang diperoleh dari 5 skenario dari *stages* 100,115,122,130,130 mendapatkan laju alir yang masih dalam kapasitas pompa tersebut, dengan jenis pompa dengan tipe REDA D2400N namun hasil yang mendekati dari nilai laju alir target didapat pada *stages* 135 sebesar 2472,2 stb/day.

**Tabel 4. 4** Hasil perhitungan laju alir pada berbagai *pump setting depth*

<i>Pump setting depth</i>	Laju Alir Produksi, Q (stb/ day)		
	Qliquid	Qoil	Qwater
2200 ft	2170,3	65,1	2105,2
2320 ft	2437	73,1	2363,9
2625 ft	2514,1	75,4	2438,6
2700 ft	2594,9	77,8	2517,1
2800 ft	2642,1	79,3	2562,9

Pada **Tabel 4.4** *pump setting depth* ke dalaman 2200 ft Qliquid yang didapatkan sebesar 2170,3 stb/day Qoil 65,1 stb/day Qwater 2105,2 stb/day pada ke dalaman *pump setting depth* 2320 Qliquid 2437.0 stb/day Qoil 73,1 stb/day Qwater 2363,9 stb/day dalaman *pump setting depth* 2625 Qliquid 2514,1 stb/day Qoil 75,4 stb/day Qwater 2438,6 stb/day dalaman *pump setting depth* 2700 Qliquid 2594,9 stb/day Qoil 77,8 Qwater 2517,1 stb/day dalaman *pump setting depth* 2800 Qliquid 2642,1 stb/day Qoil 79,3 stb/day Qwater 2562,9 stb/day, pada ke dalaman pada posisi yang minimum dimana lama kelamaan akan terjadi *pump-off* karena *fluida level* di atas

sangat kecil atau pendek sehingga hanya gas yang akan didapatkan, pada *pump depth* pada ke dalaman terlalu dalam mendekati pada batas maksimum pada posisi maksimum keadaan ini akan memungkinkan akan terjadinya *overload* karena pengangkatan beban kolom fluida yang terlalu berat. Namun sumur Y memilih pada *pump setting depth* pada ke dalaman 2625 ft untuk *pump depth* optimum kedudukan yang diharapkan agar tidak terjadi *pump-off* dan *overload* dengan kesesuaian pada laju alir sumur Y dan kesesuaian pada kapasitas pompa, namun dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan simulator prosper 5 skenario yang dilakukan *sensitivitas* yang dihasilkan pada pump setting depth 2200 ft, 2320 ft, 2625 ft, 2700 ft, 2800 ft laju alir yang didapatkan masih pada kapasitas pompa tersebut. Namun pada pump setting depth 2800 ft mendapatkan Qoil yang lebih besar dari 4 skenario pump depth lainnya dengan Qwater yang tidak jauh berbeda dari pump depth 2700 ft.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Tugas Akhir analisis pengaruh *number of stages* dan *pump setting depth* (PSD) pada sumur Y yang telah dipaparkan, maka didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Pengaruh *stages* pada kapasitas pompa semakin banyak jumlah *stages* maka laju alir yang didapatkan makin besar Pengaruh *pump setting depth* pada kapasitas pompa semakin dalam *pump depth* maka Qliquid yang diperoleh semakin banyak.
2. Laju alir optimum tersebut mendekati laju alir target yang ingin didapatkan pada sumur Y dengan laju alir sebesar 2472,2 stb/day dengan jumlah *stages* 135.

#### 5.2 SARAN

Saran pengembangan selanjutnya adalah melakukan *sensitivitas* pompa terhadap perubahan parameter lainnya seperti pergantian tubing, diameter choke, dsb. agar variabel dalam melakukan optimasi sumur dapat lebih berkembang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Sugiharto, A. (2005). Optimasi Produksi Lapangan Minyak Menggunakan Metode Artificial Lift Dengan Esp Pada Lapangan Terintegrasi. *Forum Teknologi*, 02(1), 14.
- Hulu, M. P. (2003). Sistem Pengangkatan Buatan. *Perencanaan Dan Troubleshooting (ESP)*, 31(3), 1–46.
- Agus, Y., & Pramudita, N. (2014). New way of method to deal with ESP problem. *Society of Petroleum Engineers - SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition*, (November), 12–14.
- Guo, B., Lyons, W. C., & Ghalambor, A. (2009). Petroleum Production System. *Petroleum Production Engineering*, 3–17.
- Guo, Boyun; Lyons, William; Ghalambor, A. (2007). *Petroleum Production Engineering*.
- Pranondo, D., Sobli, T. C., Studi, P., Eksplorasi, T., Migas, P., & Akamigas, P. (2020). Analisis sumur dengan inflow performance relationship metode vogel serta evaluasi tubing menggunakan analisis nodal pada sumur tcs well analysis with the inflow performance relationship vogel method and tubing evaluation using nodal analysis on tcs wells. 11(02), 33–42.
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (1967). EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN ULANG ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP PADA SUMUR SA DAN SB DI LAPANGAN LSK. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2–45.
- Jayanti, P. D., Sudibyoy, R., & Sulustiyanto, D. (2015). *Evaluasi Dan Optimasi Pompa Electric Submersible Pump ( Esp ) Pada Sumur-Sumur Di Lapangan X*. 376–386.
- Sucipto, H., Wiwaha, S. S., & Ridzki, I. (2018). Instalasi Esp (Electric Submersible Pump) Sistem Tandem Pada Sumur Minyak Dengan Variable Speed Drive. *Jurnal Eltek*, 16(1), 51.
- Submersible, E., & Manual, P. (2018). Electrical Submersible Pumps Manual. In *Electrical Submersible Pumps Manual*.
- Moroz, L., Frolov, B., & Guriev, O. (n.d.). *Analysis and Optimization of Partial Admission Stages*. 1–6.

- Miwa, M., Yamada, Y., & Kobayashi, O. (2000). ESP performance in Mubarratz field. *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference 2000, ADIPEC 2000*, (May 1973).
- Musnal, A. (2015). Optimasi Perhitungan Laju Alir minyak Dengan Meningkatkan Kinerja Pompa Hydraulic Pada Sumur Minyak Di Lapangan PT. KSO Pertamina Sarolangon Jambi. *Journal of Earth Energy Engineering*, 4(2), 70–77.
- Hermadi, G. (2013). Analisa sistem nodal dalam metode articial lift. *Forum Teknologi*, 06(2), 1–8.
- Gabor, T. (2009). *Electrical submersible pumps manual: Design, operations and Maintenance*. Burlington- Massachusetts: El Servier.
- Aliya Mayendra, Fathaddin, M.T., C. R. J. (2017). Evaluasi Perbandingan Desain Electrical Submersible Pump Dan Sucker Rod Pump Untuk Optimasi Produksi Pada Sumur M-03 Dan M-05. *Evaluasi Perbandingan Desain Electrical Submersible Pump Dan Sucker Rod Pump Untuk Optimasi Produksi Pada Sumur M\_03 Dan M-05*, 7–12.
- Bihn, G. C., Utomo, E. H., & D'Silva, G. P. (1989). Electric submersible pump optimization In the Bima field. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia-Pacific Conference, APC 1989*, 263–272.
- Pamungkas, J., Sudarmoyo, Hariyadi, & P, A. K. (2004). *Pengantar Teknik Perminyakan (TM-110)*. 30.
- Chen, X., Zhou, Z., Xia, H., Chen, Y., & Wang, J. (2021). A new view of trapping pressure estimation using PVT simulation of hydrocarbon inclusions in petroliferous basins. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 204(August 2020), 108715.
- Negendahl, K., & Nielsen, T. R. (2015). Building energy optimization in the early design stages: A simplified method. *Energy and Buildings*, 105, 88–99.
- Hartenbach, G., Magalhães, J., Belsvik, Y., Pessoa, R., & Lemos, D. (2015). Well performance and production optimization through the use of ESPs as artificial lift method. *2015 SPE Artificial Lift Conference - Latin America and Caribbean*, 500–512.
- Marpaung. (2015). Optimasi Penggunaan Electric Submersible Pump Pada Sumur RN dan NM di Lapangan Y Berikut Rincian Merode Pemasangannya. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 3(9), 1689–1699.

- Maulana, R. (2015). Evaluasi , Optimasi , Dan Keekonomian Electric Submersible Pump ( Esp ) Untuk Sumur Ra Dan Dr Di Lapangan Z Pertamina. *Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan Dan Energi, Universitas Trisakti Email*, 468–471.
- Pessoa, R., & Prado, M. (2003). Two-Phase Flow Performance for Electrical Submersible Pump Stages. *SPE Production & Facilities*, 18(01), 13–27.
- Suyono, Halimah Tusak Diah, T. A. C. (2020). *HIDROGEOLOGI AIR TANAH: STUDI KASUS PADA LUBANG BUKAAN BEKAS PENAMBANGAN BIJIH MANGAN DI DUSUN KLIRIPAN KABUPATEN KULONPROGO*. 3.
- Musnal, A. (2015). Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan Range Efisiensi Electric Submersible Pump Pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP - Pertamina Hulu Ali. *Jurnal of Earth Energi Engineering*, 4(2), 70–77.