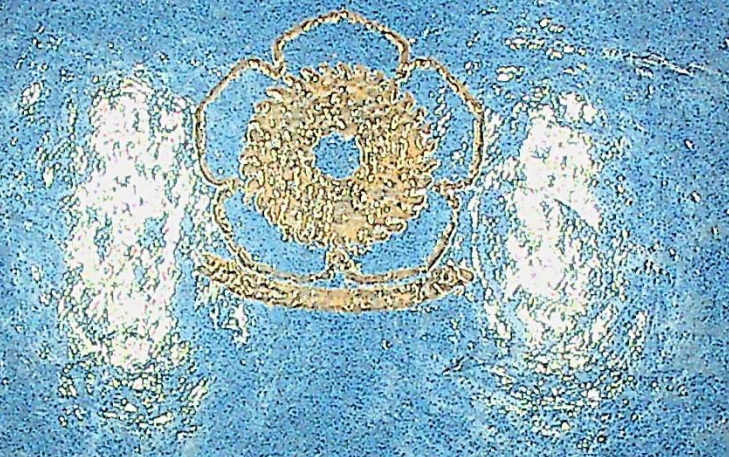


Ramban
2013

KAJIAN TEKNIS PENGGANTIAN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
PADA SUMBUR X DI LAJANGAN Y PT. PERTAMINA NP UDHI KAMBA



SKRIPSI

Ditulis Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Perambatan dan Pelaksana Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

Romanda Klansin 05071692059

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

2013

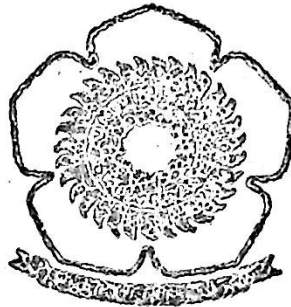
24221 / 24771

S
627.2507
Fer
u



2013

**KAJIAN TEKNIS PENGGANTIAN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y PT.PERTAMINA EP UBEP RAMBA**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

Fernandez Manalu 03071002059

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK**

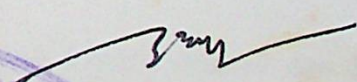
2013

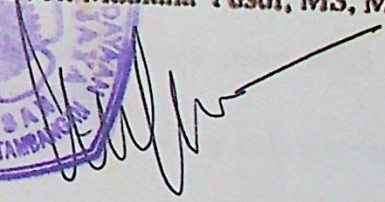
KAJIAN TEKNIS PENGGANTIAN *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)*
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y PT.PERTAMINA EP UBEP RAMBA

SKRIPSI

Disetujui Untuk Jurusan Teknik
Pertambangan Oleh Pembimbing :




Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT


Ir. H. M. Akib Abro, MT

MOTTO :

"Jangan pernah ragu dalam mengambil keputusan. Hadapilah setiap rintangan yang ada di depan mata, jangan hanya dipikirkan. Menang ataupun kalah adalah resiko seorang petarung"

SPECIAL THANKS TO :

1. Tuhan Yesus Kristus yang sangat baik kepada diriku.
2. Bapak & Mamak tercinta, terimakasih atas segalanya.
3. B'Tulus, K'Ika, K'Nata, & Adikku Fransiska yang selalu ada dalam pikiranku.
4. Opung dan Tante Meri, semoga makin sehat dan cepat sembuh.
5. Kekasih hatiku (Jesiaka Temdunan) yang selalu memberikan motivasi ekstra sampai saat ini.
6. Teman-teman Tambang'07 dimanapun kalian berada, terimakasih atas kebersamaannya selama ini.
7. Teman-teman Bituminus'07 (Alpon, Arnol, Benny, Eben, Elis, Jaya, Nanda, Paul, Steeven, & Tulus) yang selalu menjadi sahabat dalam suka maupun duka. Semangat buat kalian semua dimanapun kalian berada!
8. Teman-teman Bituminus yang telah menjadi keluargaku selama kuliah di Teknik Pertambangan Unsri.
9. Teman-teman di Gang Buntu yang telah memberikanku banyak pelajaran akan kehidupan yang sebenarnya.
10. Resman Gultom yang telah memberikan tumpangan selama proses penyelesaian skripsi ini.
11. Anak-anak Damaris yang telah memberikan tempat tinggal dan kebebasan dalam mengerjakan skripsi ini. Terimakasih banyak kawan-kawan.
12. Anak-anak PTC yang telah memberikan inspirasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Seluruh anak-anak'012 Gang Buntu dan junior lainnya yang telah banyak penulis sakiti. Mohon maaf yang sebesar-besarnya.
14. Pihak-pihak yang lupa penulis ucapkan, terimakasih yang sebesar-besarnya atas setiap bantuannya.

KAJIAN TEKNIS PENGGANTIAN *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)*
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y PT.PERTAMINA EP UBEP RAMBA

(Fernandez Manalu, Februari 2013, 102 Halaman)

ABSTRAK

Sumur X mulai diproduksi dengan menggunakan Electric Submersible Pump (ESP) pada Agustus 2009 dengan laju produksi sebesar 2200 bfpd. Namun pada pengukuran terkini, yaitu pada tanggal 4 Mei 2012, laju produksi yang dihasilkan oleh sumur X ini mengalami penurunan menjadi sebesar 328 bfpd.

Berdasarkan produktivitas formasinya, sumur X seharusnya dapat menghasilkan laju produksi maksimum sebesar 1976,20 bfpd dengan water cut sebesar 71,95%. ESP yang terpasang pada sumur X adalah ESP Type GN2500 (50Hz, 105 stage), dengan motor 125HP, 1410V, 34A dengan optimum range production 1500-2584 bfpd.

Dalam melakukan evaluasi dan perencanaan desain ESP, terlebih dahulu harus ditentukan laju produksi yang diharapkan sesuai dengan produktivitas formasi sumur X. Laju produksi yang diharapkan dari sumur X adalah sebesar 1581 bfpd. Dengan menggunakan pompa ESP terpasang, sebenarnya laju produksi yang diharapkan masih berada pada optimum range production, namun karena data historical sumur yang menunjukkan bahwa pompa terindikasi rusak, maka diputuskan untuk merencanakan desain ESP yang baru. Dari perhitungan teknis, diperoleh desain unit pompa yang baru yaitu pompa ESP Type IND 1750 (50Hz, 191 stage) dengan efisiensi pompa sebesar 68%, optimum range production berada pada 1000-1709 bfpd. Motor yang digunakan adalah motor EJP Series 540S dengan spesifikasi 50HP, 60Hz, 35A, 950V, dan 3500RPM. Protector yang dipilih adalah labyrinth type protector, dan intake yang digunakan adalah standard intake.

Kata kunci : laju produksi harapan, optimum range production, ESP Type, efisiensi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kesehatan yang telah diberikan-Nya kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Kajian Teknis Penggantian *Electric Submersible Pump (ESP)* Pada Sumur X di Lapangan Y PT.Pertamina EP UBEP Ramba” ini dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT, selaku pembimbing pertama, dan Bapak Ir. H. M. Akib Abro, MT, selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan mengajarkan banyak hal sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Pada kesempatan ini juga, Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST, MT sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh staf dan karyawan PT.Pertamina EP UBEP Ramba.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari kesalahan. Karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi penyempurnaan isi laporan ini ke depannya. Semoga laporan ini berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI



	Halaman
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB	
I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Tujuan Penelitian.....	I-3
I.3. Perumusan Masalah.....	I-3
I.4. Pembatasan Masalah	I-3
I.5. Metode Penelitian.....	I-4
II. TINJAUAN UMUM	
II.1. Sejarah Singkat Lapangan UBEP Ramba	II-1
II.2. Struktur Organisasi.....	II-3
II.3. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	II-4
II.4. Geologi dan Stratigrafi	II-4
II.4.1. Geologi Regional.....	II-4
II.4.2. Stratigrafi Regional	II-7
II.5. Karakteristik <i>Reservoir</i> Lapangan.....	II-10

III. TINJAUAN PUSTAKA

III.1. Produktivitas Formasi	III-1
III.1.1. Kurva <i>Inflow Performance Relationship</i> Satu Fasa	III-1
III.1.2. Kurva <i>Inflow Performance Relationship</i> Dua Fasa.....	III-3
III.2. Aliran Fluida Dalam Pipa Vertikal.....	III-5
III.3. <i>Electric Submersible Pump (ESP)</i>	III-7
III.3.1. Prinsip Kerja <i>ESP</i>	III-7
III.3.2. Kelakuan Kerja Pompa (<i>Pump Performance</i>)	III-8
III.3.3. Peralatan <i>ESP</i>	III-12
III.3.4. Pemilihan Ukuran <i>ESP</i>	III-29
III.3.5. Penentuan Jumlah <i>Stage ESP</i>	III-30
III.3.6. Pemilihan <i>Motor</i>	III-33
III.3.7. Penentuan <i>Intake</i>	III-34
III.3.8. Penentuan Kabel.....	III-35
III.3.9. Penentuan <i>Transformer</i>	III-36

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Menentukan Laju Produksi Optimal	IV-1
IV.1.1. Pengumpulan Data Sumur.....	IV-1
IV.1.2. Perhitungan Gradien Fluida, Tekanan Statik <i>Reservoir (Ps)</i> , dan Tekanan Alir Dasar Sumur (<i>Pwf</i>).	IV-2
IV.1.3. Analisa Produktivitas Formasi Sumur X.....	IV-3
IV.1.4. Evaluasi <i>Performance ESP</i> Terpasang Pada Sumur X..	IV-6
IV.1.5. Penetapan Laju Produksi Harapan (<i>Qharapan</i>)	IV-9
IV.2. Menentukan Desain Baru <i>ESP</i>	IV-10
IV.2.1. Penentuan <i>Pump Intake Pressure (PIP)</i>	IV-10
IV.2.2. Penentuan <i>Total Dynamic Head (TDH)</i>	IV-11
IV.2.3. Perencanaan Desain <i>ESP</i>	IV-12

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan.....	V-1
V.2. Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1.	Diagran Alir Penyelesaian Masalah	I-6
2.1.	Area Produksi UBEP Ramba	II-2
2.2.	Peta Lokasi UBEP Ramba.....	II-5
2.3.	Cekungan Sumatera Selatan.....	II-6
2.4.	<i>North Palembang Sub-Basin</i>	II.7
2.5.	Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan	II-9
3.1.	Kurva <i>IPR</i> Satu Fasa	III-3
3.2.	Kurva <i>IPR</i> Dua Fasa.....	III-4
3.3.	Grafik <i>Friction Loss William Hazen</i>	III-6
3.4.	<i>Pump Performance Curve</i>	III-9
3.5.	Posisi <i>Upthrust</i> dan <i>Downthrust ESP</i>	III-12
3.6.	Susunan Lengkap Peralatan <i>ESP</i>	III-13
3.7.	<i>Wellhead</i>	III-14
3.8.	<i>Junction Box</i>	III-15
3.9.	<i>Standard Switchboard</i> dan <i>VSD</i>	III-17
3.10.	<i>Transformer</i>	III-18
3.11.	<i>PSI Unit</i>	III-19

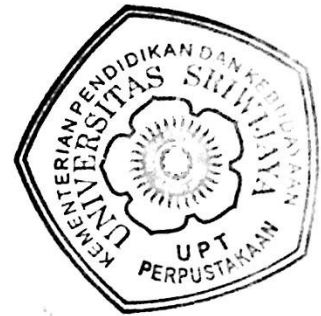
3.12.	<i>Electric Motor</i>	III-20
3.13.	<i>Labyrinth Type Protector</i>	III-22
3.14.	<i>Rotary Gas Separator</i>	III-24
3.15.	<i>Pump Unit</i>	III-26
3.16.	<i>Impeller dan Diffuser</i>	III-27
3.17.	<i>Electric Cable</i>	III-28
3.18.	Parameter <i>Head ESP</i> Pada Sumur Produksi	III-31
3.19.	Grafik Penurunan Tegangan.....	III-36
3.20.	Grafik Faktor Koreksi Penurunan Tegangan	III-37
4.1.	Kurva <i>IPR</i> Sumur X.....	IV-6
4.2.	Laju Produksi <i>Theoretical</i> Pada Sumur X	IV-7
4.3.	Efisiensi <i>ESP</i> Terpasang Pada Sumur X.....	IV-8
4.4.	Laju Produksi Harapan Pada Sumur X	IV-10
d.1.	<i>Head Capacity ESP</i> Usulan Pada Sumur X	D-1
e.1.	Efisiensi Pompa <i>ESP</i> Usulan Pada Sumur X	E-1
f.1.	<i>Horse Power Motor</i> Usulan <i>Per Stage</i> Pada Sumur X	F-1
h.1.	<i>Cable Voltage Drop</i> Pada 35 Ampere	H-1
i.1.	<i>Cable Voltage Drop Correction</i>	I-1

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
IV.1.	Data Lengkap Sumur X.....	IV-1
IV.2.	Laju Produksi Maksimum Sumur X	IV-4
IV.3.	Q Berbagai Variasi Nilai P_{wf} Pada Sumur X	IV-5
IV.4.	Perbandingan Desain <i>ESP</i> Pada Sumur X.....	IV-17
IV.5.	<i>Gain</i> Laju Produksi Sumur X.....	IV-18
G.1.	Acuan Pemilihan <i>Motor EJP Series 540S</i>	G-1
J.1.	Acuan Pemilihan <i>Transformer Step Down</i>	J-1
J.2.	Acuan Pemilihan <i>Transformer Step Up</i>	J-2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A.	Perhitungan Laju Produksi Maksimum (Q_{max}).....	A-1
B.	Perhitungan Q Pada Berbagai Variasi P_{wf}	B-1
C.	Perhitungan <i>Total Dynamic Head (TDH) ESP</i> Terpasang.....	C-1
D.	<i>Head Capacity ESP</i> Usulan.....	D-1
E.	Efisiensi Pompa <i>ESP</i> Usulan.....	E-1
F.	<i>Horse Power Motor</i> Usulan <i>Per Stage</i>	F-1
G.	Acuan Pemilihan <i>Motor</i>	G-1
H.	<i>Cable Voltage Drop</i>	H-1
I.	<i>Cable Voltage Drop Correction</i>	I-1
J.	Acuan Pemilihan <i>Transformer</i>	J-1



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dalam memproduksi minyak dari suatu sumur, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan metode *natural flow* (sembur alam) dan metode *artificial lift* (pengangkatan buatan). Sumur minyak dapat memproduksi secara alamiah apabila tekanan reservoir pada formasi lebih besar dibandingkan tekanan hidrostatik sumur, sehingga fluida produksi dalam sumur tersebut dapat mencapai permukaan dengan kemampuan sendiri secara alamiah dalam jumlah dan tekanan yang memadai. Sedangkan metode *artificial lift* (pengangkatan buatan) digunakan apabila tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi untuk memproduksi secara sembur alam. Metode pengangkatan buatan bisa berupa sembur buatan (*Gas Lift*), atau juga pompa seperti *Sucker Rod Pump (SRP)*, *Electric Submersible Pump (ESP)*, *Hidraulic Pumping Unit (HPU)*, dan *Progressive Cavity Pump (PCP)*.

Salah satu metode pengangkatan yang lazim digunakan adalah *Electric Submersible Pump (ESP)*. *ESP* banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan *artificial lift* lainnya. *ESP* dapat digunakan pada sumur dengan *fluid level* tinggi sehingga dapat menaikkan laju produksi secara signifikan. Selain itu, *ESP* juga dapat dipakai pada sumur-sumur miring. Namun, penggunaan *ESP* ini juga terkadang mengalami masalah, seperti kabel *short*, kerusakan *protector*, kerusakan *motor*, ataupun *scale* akibat laju produksi yang tinggi.

Sumur X merupakan sumur minyak yang menggunakan *artificial lift ESP* pada lapangan Y di PT.Pertamina EP UBEP Ramba. Dari catatan

produksi sumur X, pada awal pemasangan *Electric Submersible Pump (ESP)* di sumur ini pada Agustus 2009, laju produksi yang dihasilkan adalah sebesar 2200 *bfpd*. Pada tanggal 4 Mei 2012, laju produksi *actual* yang dihasilkan oleh sumur X adalah sebesar 328 *bfpd*. Untuk menganalisa penurunan produksi yang signifikan ini, maka dilakukan analisa produktivitas formasi sumur X dan evaluasi *performance ESP* terpasang pada sumur X.

Dalam melakukan analisa terhadap produktivitas formasi sumur X ini, harus diketahui laju produksi maksimum (Q_{max}) yang dapat dihasilkan oleh sumur X berdasarkan catatan produksi sumur sebelumnya. Kemudian, gambarkan hubungan antara laju produksi (Q) dengan berbagai variasi nilai tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) yang mampu dihasilkan oleh sumur yang dinyatakan dalam Kurva *Inflow Performance Relationship (IPR)*. Dari analisa *IPR* ini, ternyata laju produksi maksimum (Q_{max}) yang dapat dihasilkan oleh sumur X sebesar 1976,20 *bfpd*.

Evaluasi *performance ESP* terpasang pada sumur X dilihat dari besarnya *head per stage*, laju produksi *theoretical*, efisiensi volumetris, serta efisiensi *ESP* terpasang. Dari evaluasi *performance ESP* terpasang pada sumur X, diperoleh *head per stage* sebesar 15,38 *feet/stage*. Laju produksi *theoretical* yang seharusnya dihasilkan oleh sumur X sebesar 2800 *bfpd*, dengan efisiensi volumetris ketercapaian produksi hanya sebesar 11,71%, dan efisiensi pompa hanya sebesar 19%.

Hasil analisa produktivitas formasi sumur X dan evaluasi *performance ESP* terpasang pada sumur X menunjukkan bahwa laju produksi sumur X dan *performance ESP* terpasang pada sumur X belum optimal. Untuk itu, perlu dilakukan perencanaan desain *ESP* yang bertujuan agar sumur dapat menghasilkan laju produksi yang optimal. Laju produksi optimal merupakan 80% dari laju produksi maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumur. Penetapan laju produksi yang diharapkan dilakukan berdasarkan kurva *IPR*. Melalui kurva *IPR*, dapat diperkirakan berapa *psi* besar tekanan yang

dibutuhkan untuk dapat menghasilkan laju produksi yang diharapkan. Kemudian, dengan menggunakan katalog *ESP*, dapat direncanakan seperti apa desain *ESP* yang optimal untuk sumur X. Desain *ESP* yang optimal yaitu apabila laju produksi yang diharapkan berada pada *optimum range production* pompa. Desain *ESP* yang direncanakan meliputi tipe pompa, *motor*, *protector*, *intake*, kabel, *trafo*, dan *switchboard*.

I.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan laju produksi yang optimal dari sumur X di lapangan Y PT.Pertamina EP UBEP Ramba.
2. Mendapatkan desain *ESP* yang paling tepat secara teknis dan sesuai dengan yang dimiliki oleh PT.Pertamina EP UBEP Ramba.

I.3. Perumusan Masalah

Dalam penulisan laporan ini, Penulis merumuskan garis besar permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah laju produksi optimal yang dapat dihasilkan oleh sumur X dengan kondisi *actual* saat ini?
2. Bagaimanakah desain *ESP* yang paling tepat untuk mencapai laju produksi tersebut?

I.4. Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penulisan ini terbatas pada perencanaan desain *ESP* di sumur X pada lapangan Y yang bertujuan untuk mendapatkan laju produksi optimal berdasarkan analisa laju produksi sumur di PT.Pertamina EP UBEP Ramba.

I.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini dilakukan dengan menggabungkan antara teori dari literatur-literatur dan pengambilan data secara langsung di lapangan. Secara garis besar, metode penelitian dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Kepustakaan

Mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan dalam penulisan skripsi ini, yaitu mengenai teknik produksi khususnya sistem pengangkatan buatan (*artificial lift*) dengan menggunakan *Electric Submersible Pump (ESP)*.

2. Pengambilan Data Lapangan

- a. Data Primer, data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, yaitu data tekanan, data produksi, dan dokumentasi berupa foto-foto *ESP* di lapangan.
- b. Data Sekunder, data yang diperoleh dari perusahaan seperti sejarah singkat perusahaan, struktur organisasi perusahaan, data geologi dan stratigrafi, data *reservoir*, data instalasi *ESP* terpasang, katalog *ESP*, dan buku-buku tentang *ESP*.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data yang didapatkan dilakukan berdasarkan studi literatur untuk memahami dan mempelajari teori, merumuskan masalah, menganalisa dan menarik kesimpulan yang semuanya saling berhubungan.

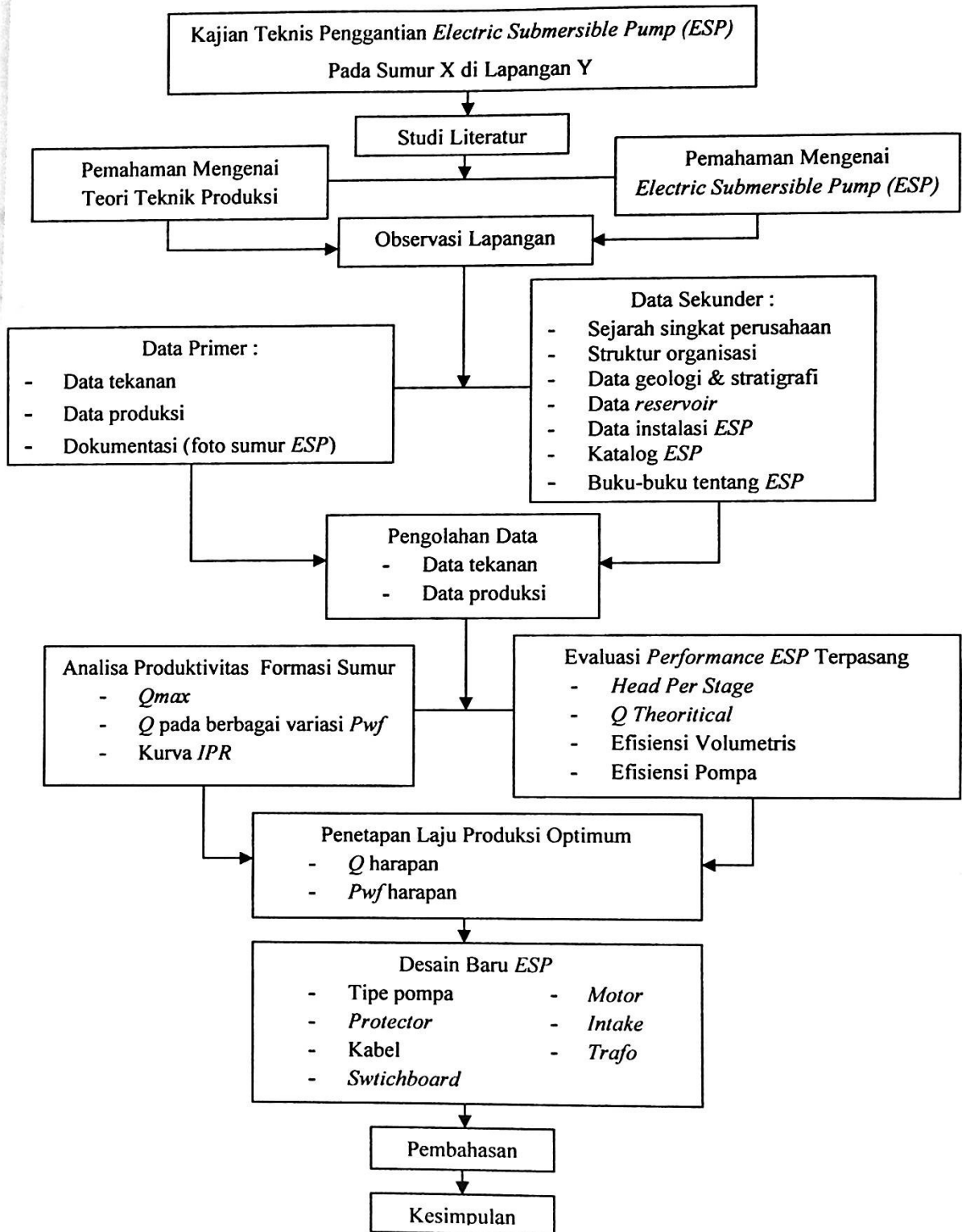
4. Analisa Data

Analisa data merupakan proses pengolahan dari data-data hasil perhitungan yang telah ada. Kemudian diproses dan dianalisa sehingga didapat pemecahan dari masalah yang ada. Dari pengolahan data, diperoleh besar laju produksi maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumur X. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap performance *ESP* terpasang pada sumur X. Hasil evaluasi tersebut kemudian dianalisa dengan melihat

besarnya efisiensi volumetris dan efisiensi pompa *ESP* terpasang. Analisa ini dilakukan untuk menentukan efektif atau tidak penggunaan *ESP* terpasang berdasarkan laju produksi maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumur X, jumlah *stage* yang dipakai, dan besar *Horse Power motor* yang digunakan. Kemudian, tentukan besar laju produksi yang diharapkan dari sumur X dimana laju produksi harapan merupakan laju produksi optimum, yaitu sebesar 80% dari laju produksi maksimum

Setelah itu langkah selanjutnya adalah merencanakan desain *ESP*. Dalam melakukan penggantian desain *ESP*, *Pump Setting Depth* dan ukuran *tubing* tidak diubah, hanya Tipe Pompa dan jumlah *stage* yang berubah sesuai dengan laju produksi yang diharapkan untuk dicapai. Dalam hal ini, tipe pompa *ESP* yang digunakan adalah *ESP Type IND* dan *ING*. Selanjutnya, merencanakan peralatan-peralatan yang lain, yaitu pemilihan *motor*, *protector*, *intake*, kabel, *trafo*, dan *switchboard*.

Berdasarkan langkah-langkah di atas, maka proses penggantian *ESP* pada sumur X di lapangan Y dibuat dalam bentuk bagan alir (Gambar 1.1).



GAMBAR 1.1

DIAGRAM ALIR PENYELESAIAN MASALAH

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1983. "*Reda Submersible Pump Catalog*", TRW Reda Pump Division., Bartlesvill.
2. Anonim, 1986. "*Recommended Practice for Sizing and Selection of Electric Submersible Pump Installations*" , American Petroleum Institute Recommended Practice, Second Edition.
3. Anonim, 2001. "*Electrical Submersible Pump Analysis and Design*", Case Services Inc., 738 Highway 6 South Suite 800, Houston.
4. Anonim, 2003. "*Perencanaan dan Troubleshooting Pompa Submersible (ESP)*", PT Pertamina - Manajemen Produksi Hulu.
5. Anonim, "*Design Specification & Application Of Baker Lift System Electric Submersible Pump Systems*", A Baker Oil Tools Company.
6. Brown E. Kermit, Beggs H. Dale, 1977, "*The Technology of Artificial Lift Methods*", Volume 1, PennWell Books, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
7. Brown E. Kermit, *et al.*, 1980 "*The Technology of Artificial Lift Methods*", Volume 2b, PennWell Books, Tulsa, Oklahoma.
8. Clegg D. Joe, 2007, "Production Operations Engineering" Volume IV, Society Of Petroleum Engineers, USA.
9. Takacs Gabor, 2009, "Electric Submersible Pumps Manual", Gulf Profesional Publishing.
10. Tjondro Bambang, 2005, "*Artificial Lift*", PT.EOR Teknologi.