

KAJIAN KONVERSI *GAS LIFT* MENJADI *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP*
(*ESP*) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK PADA SUMUR X
LAPANGAN GUNUNG KEMALA PT. PERTAMINA EP
REGION SUMATERA FIELD PRABUMULIH



SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

Doni Oktarizon
03071002008

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

2011

665.7

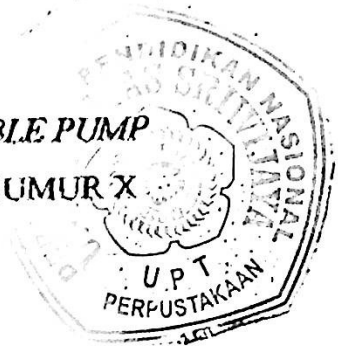
Don

K

2011

23564 / 24115

**KAJIAN KONVERSI GAS LIFT MENJADI ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP
(ESP) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK PADA SUMUR X
LAPANGAN GUNUNG KEMALA PT. PERTAMINA EP
REGION SUMATERA FIELD PRABUMULIH**



SKRIPSI

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

Oleh :

Doni Oktarizon
03071002008

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

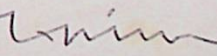
2011

KAJIAN KONVERSI *GAS LIFT* MENJADI *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP*
(*ESP*) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK PADA SUMUR X
LAPANGAN GUNUNG KEMALA PT. PERTAMINA EP
REGION SUMATERA FIELD PRABUMULIH

SKRIPSI

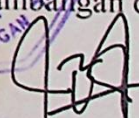
Disetujui untuk Jurusan Teknik
Pertambangan oleh Dosen Pembimbing I:





Fauik Arief, MS.
Nip. 198309091989031002

Disetujui untuk Jurusan Teknik
Pertambangan oleh Dosen Pembimbing II:



Falisa, ST., MT.
Nip. 197502092009122001

Sesungguhnya kemuliaan hanya dalam agama Allah ta'ala sesuai contoh Nabi Saw.

Dengan Menyebut Nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

" Orang-orang terdahulu lagi yang pertama - tama masuk islam diantara muhajirin dan anshar dan orang-orang yang mengikuti mereka dengan baik, Allah ridha kepada mereka dan mereka pun ridha kepada Allah. Allah menyediakan bagi mereka surga yang mengalir sungai-sungai dibawahnya. Mereka kekal di dalamnya selama-lamanya. Itulah kemenangan yang besar." (Q.S. At-Taubah :100)

Maafum Hadist Nabi Saw.

" Allah Swt tergantung perangkaan hambanya, kalau hamba sangka baik kepadanya maka Allah Swt akan buat ketetapan yang baik untuknya dan begitu juga sebaliknya."

" Tidak ada yang dapat menolak takdir kecuali do'a"

DIMANGGATAS SKRIPSI

1. Khusus untuk kedua orang tua (Ibu & Bapak) ku yang sangat aku cintai dan hormati. Terimakasih atas motivasi, pengorbanan dan do'a-nya dari ananda lahir hingga sampai hari ini. Ananda tidak bisa membalasnya, semoga Allah ta'ala membalas dengan balasan yang jauh lebih baik dari ini.
 2. Untuk adek-adek ku yang sangat aku sayangi dan semua ahli keluarga ku. Terimakasih atas motivasi dan do'anya selama ini.
 3. Untuk adinda ku tercinta Dwi Nopriani, Ca_ahliya ku. Terimakasih banyak dinda atas dorongan semangat dan iringan do'a adinda selama ini.
 4. Untuk semua dosen-dosen, staf karyawan dan civitas akademika Jurusan Teknik Pertambangan yang sangat saya banggakan. Khususnya ucapan terimakasih kepada pembimbing skripsi ku, Ir. A. Taufik Arief, MS., dan Falisa, ST., MT. Terimakasih banyak pak dan bu atas bimbingannya selama ini. Semoga ilmu ini berguna terutama untuk diriku, keluarga, bangsaku dan agama.
 5. Untuk pembimbing lapangan di Pertamina EP Region Sumatera Field Prabumulih. (Ir. Hermansyah, Adek Satim ST, MT., Catur ST, Octaviani ST, Kak Yudi, Kak Erwin, Mas Arief, Kak Fajri dan lain-lain yang tak bisa dituliskan satu persatu)
 6. Semua Mahasiswa Teknik Pertambangan Khususnya Mahasiswa Teknik Pertambangan UNSRI angkatan 2007. Semoga sukses dan jaya selalu. " Keep Brotherhood "
 7. Semua pihak yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
- " Balasan ku cukup dari Robbku dengan diterimanya amalku, Telah kupilih sekuntum bunga untuk dijadikan sebagai jaminan " (4 BULAN IPB)

KAJIAN KONVERSI *GAS LIFT* MENJADI *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK PADA SUMUR X
LAPANGAN GUNUNG KEMALA PT. PERTAMINA EP
REGION SUMATERA FIELD PRABUMULIH

(Doni Oktarizon, 03071002008, 2011, 104 Halaman)

ABSTRAK

PT. Pertamina EP *Region Sumatera Field Prabumulih* banyak menggunakan *Gas Lift* pada aktivitas produksinya, salah satunya adalah pada sumur GNK-X. Sumur GNK-X merupakan sumur yang diproduksi dengan menggunakan *Gas Lift*. Alasan dilakukannya konversi *Artificial Lift* dari *Gas Lift* menjadi *Electric Submersible Pump* pada sumur GNK-X adalah rendahnya laju produksi sumur GNK-X dengan menggunakan *Gas Lift* yang hanya sebesar 135 BFPD. Dalam hal ini sumur GNK-X tidak berproduksi dengan optimal karena berdasarkan kurva performa sumur (IPR) maka diketahui bahwa sumur tersebut masih bisa ditingkatkan laju produksinya (*gross up*) mencapai 1396,83 BFPD. Untuk melakukan *gross up* maka paling cocok digunakan *Electric Submersible Pump (ESP)* karena dapat menghasilkan laju produksi yang besar dan dapat digunakan pada semua tipe sumur (horizontal dan vertikal). Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan pada laju produksi 1330 BFPD, *ESP* ING-1600 memiliki efisiensi sebesar 50 %, $HP/stage = 0,5$ dan $HP\ motor = 90,14$ HP. Hasil ini dinyatakan baik dan dapat digunakan. Dari hasil kajian ekonomi konversi *Gas Lift* menjadi *Electric Submersible Pump (ESP)* dengan *Future Worth Method*, diketahui bahwa *ESP* ING-1600 pada laju produksi 1330 BFPD, besar *Future Worth (FW)* adalah Rp 37.251.319.532,6288/tahun sedangkan *Gas Lift* pada laju produksi 135 BFPD besar *Future Worth (FW)* hanya sebesar Rp 1.238.940.434,19/tahun. Dari perhitungan tersebut ternyata *Electric Submersible Pump (ESP)* jauh lebih ekonomis dibandingkan *Gas Lift*

Kata Kunci : *Gas Lift, Electric Submersible Pump (ESP)*, laju produksi, *gross up*, *Future Worth (FW)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul ” *Kajian Konversi Gas Lift Menjadi Electric Submersible Pump (ESP) Untuk Meningkatkan Produksi Minyak pada Sumur X Lapangan Gunung Kemala PT. Pertamina EP Region Sumatera*” pada tanggal 11 April 2011 sampai tanggal 24 Mei 2011. Kemudian shalawat dan salam semoga senantiasa selalu tercurah kepada junjungan agung Nabi Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. A. Taufik Arief, MS., dan Falisa, ST., MT., selaku pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengajarkan banyak hal sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Pada kesempatan ini juga, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Ubaidillah Anwar, MS., selaku pembimbing proposal Tugas Akhir
5. Ir. Hermansyah, Ir. Agung, Adek Satim ST, MT., Catur ST. dan Ovtaviani ST selaku Pembimbing Lapangan di PT. Pertamina EP Region Sumatera.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

8. Crew BW 76 dan crew sonolog-amerada yang telah banyak membantu dalam pengambilan data di lapangan.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

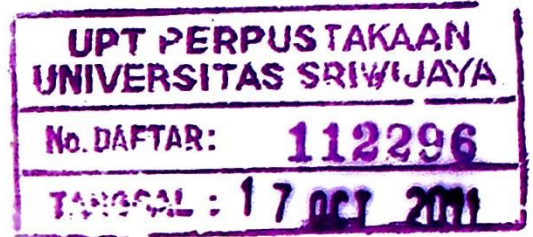
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis khususnya yang berkenaan dengan skripsi ini.

Akhirnya Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi Penulis pribadi dan bagi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI



	Halaman
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB	
I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Tujuan dan Manfaat Penulisan.....	I-2
I.3. Perumusan Masalah.....	I-2
I.4. Pembatasan Masalah.....	I-2
I.5. Metodologi Penelitian.....	I-3
II. TINJAUAN UMUM	
II.1. Keadaan Umum PT. Pertamina EP Region Sumatera Field Prabumulih.....	II-1
II.2. Geologi Regional Cekungan Sumatera Selatan.....	II-2
1. Fisiografi Regional Cekungan Sumatera Selatan.....	II-2
2. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan.....	II-3
II.3. Tinjauan Umum Lapangan Gunung Kemala.....	II-7
III. DASAR TEORI	
III.1. Produktivitas Formasi.....	III-1
III.2. Aliran Fluida Dalam Pipa dan Friction Loss.....	III-4
III.3. <i>Gas Lift</i>	III-8
III.4. <i>Electric Submersible Pump</i>	III-10
III-5. Analisa Kelayakan Investasi.....	III-27

III.6. Konsep Pemilihan Alternatif.....	III-28
III.7. Pajak	III-29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1. Hasil.....	IV-2
IV.2. Pembahasan.....	IV-24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
VI.1. Kesimpulan	VI-1
VI.2. Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penyelesaian Masalah	I-4
2.1. Peta Wilayah Kerja PT. Pertamina EP Region Sumatera Field Prabumulih	II-2
2.2 Kolom Stratigarfi Cekungan Sumatera Selatan.....	II-6
2.8. Skema Operasi dan Produksi Lapangan Gunung Kemala	II-10
3.1. Kurva <i>IPR</i> Satu Fasa.....	III-2
3.2. Kurva <i>IPR</i> Dua Fasa	III-3
3.3. R_s Sebagai Fungsi Tekanan	III-5
3.4. Hubungan FVF Minyak Dengan Tekanan	III-5
3.5. Hubungan Viskositas Minyak Dengan Tekanan Reservoir	III-6
3.6. Tipe Instalasi Gas Lift.....	III-10
3.7. Susunan Lengkap Peralatan ESP.....	III-114
4.1. Kurva <i>IPR</i> Sumur GNK-X Dengan	IV-6
4.2. Grafik Catatan Produksi Sumur GNK-X Dengan <i>Gas Lift</i>	IV-7
4.3. Laju Produksi yang Diharapkan dari Sumur GNK-X dengan ESP	IV-8
4.4. <i>Pump Performance Curve</i> ING-1600.....	IV-13
a.1. Penampang Sumur GNK-X.....	A-2
b.1. <i>Pump Performance Curve</i> ING-1600	B-1
c.1. Grafik <i>Friction Loss</i> William-Hazen.....	C-1
d.1. Grafik <i>Cable Voltage Drop</i>	D-1
e.1. <i>Flowchart</i> Desain Teknis <i>ESP</i>	E-1
j.1. Sonolog	J-1
j.2. Amerada	J-1
k.1. <i>Well Head Gas Lift</i>	K-1

k.2. <i>Well Head ESP</i>	K-2
l.1. Instalasi <i>Electric Submersible Pump</i>	L-1
m.1. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> di Permukaan.....	M-1
n.1. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> di Bawah Permukaan.....	N-1
o.1. <i>Flow line pipe</i> dan <i>Manifold (collectors)</i>	O-1
p.1. Gas separator	P-1
q.1. Tangki penampungan minyak dan air serta tangki penampungan gas.....	Q-1

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
III.1. Acuan Dalam Pemilihan Gas Separator.....	III-24
IV.1. Data Sumur GNK-X.....	IV-2
IV.2. Analisa Laju Produksi Sumur GNK-X Dengan Berbagai Variasi Tekanan Aliran Bawah Sumur (Pwf).....	IV-6
IV.2. Data Sumur GNK-X Setelah Perhitungan	IV-9
IV.4. Perhitungan Nilai <i>Cash Flow ESP</i> ING-1600 Dalam Satu Tahun ..	IV-21
IV.5. Perhitungan Biaya Operasi <i>ESP</i> IND-1600	IV-21
IV.6. Perhitungan Nilai <i>Cash Flow Gas Lift</i> Dalam Satu Tahun.....	IV-22
IV-7 Perhitungan Biaya Operasi <i>Gas Lift</i>	IV-22
A.1. Data Lengkap Sumur GNK-X.....	A-1
B.1. Spesifikasi ING-1600	B-1
F.1. Data Produksi Sumur GNK-X dengan <i>Gas Lift</i> pada Bulan April ...	F-1
G.1. Tarif Jasa Penggunaan Pompa Dan Motor	G-1
G.2. Biaya Tambahan Sewa Pompa Dan Motor.....	G-1
G.3. Tarif Sewa dan Beli di PT. B.....	G-2
G.4. Tarif Beli <i>Operating Cost Gas Lift</i>	G-2
H.1. Acuan Pemilihan Motor.....	H-1
I.1. Acuan Pemilihan Transformer.....	I-1
I.2. Acuan Pemilihan Switchboard.....	I-2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Dan Penampang Sumur GNK-X	A-1
B. <i>Pump Performance Curve</i> Dan Spesifikasi Alat	B-1
C. Grafik <i>Cable Friction Loss</i>	C-1
D. Grafik <i>Cable Voltage Drop</i> Dan <i>Cable Correction Factor</i>	D-1
E. <i>Flowchart</i> Desain Teknis <i>ESP</i>	E-1
F. Data Produksi GNK-X dengan <i>Gas Lift</i> Pada Bulan April	F-1
G. Tarif Jasa PT. B.....	G-1
H. Acuan Pemilihan Motor	H-1
I. Acuan Pemihan <i>Transformer dan Switchboard</i>	I-1
J. Sonolog dan Amerada	J-1
K. <i>Well Head Gas Lift</i> dan <i>ESP</i>	K-1
L. Instalasi <i>Electric Submersible Pump</i>	L-1
M. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> di Permukaan	M-1
N. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> di Bawah Permukaan	N-1
O. <i>Flow Line Pipe</i> dan <i>Manifold (Collectors)</i>	O-1
P. Gas Separator.....	P-1
Q. Tangki Penampungan Minyak dan Air dan Tangki Penampungan Gas.....	Q-1

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Secara umum produksi minyak dari suatu sumur dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan Metode Sembur Alam (*Natural Flow*) dan Metode Pengangkatan Buatan (*Artificial Lift*). Pada metode sembur alam (*natural flow*), minyak dari suatu sumur dapat sampai ke permukaan bumi apabila sumur tersebut memiliki tekanan reservoir yang cukup untuk mendorong minyak tersebut untuk mengalirkan fluida reservoir ke permukaan disebabkan tekanan reservoirnya yang tinggi. Sedangkan untuk sumur yang tidak mempunyai tekanan reservoir yang cukup untuk mendorong minyak ke permukaan dengan produksi optimum dapat diterapkan teknologi pengangkatan buatan/metode pengangkatan buatan (*Artificial Lift*), metode ini digunakan apabila tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi untuk memproduksi secara sembur alam. Metode pengangkatan buatan ini diantaranya yaitu *Gas Lift*, *Sucker Rod Pump* (SRP), *Electric Submersible Pump* (ESP), *Hydraulic Pump Unit* (HPU), *Progressing Cavity Pump* (PCP).

Lapangan migas Gunung Kemala merupakan salah satu blok migas yang ada di *Field* Prabumulih. Lapangan Gunung Kemala memiliki 87 sumur produksi dari 112 sumur yang ada. Dari 87 sumur yang aktif produksi, sebagian besar menggunakan *gas lift* sebagai teknik produksi minyak dan gas. Sumur GNK X merupakan salah satu sumur yang ada di Lapangan Gunung Kemala dan dijadikan sumur uji dalam penelitian skripsi ini. Sumur GNK-X merupakan sumur produksi yang menggunakan *Gas Lift*, akan tetapi yang menjadi permasalahan saat ini yaitu laju produksi minyak dari sumur ini kurang optimal (tidak mencapai target produksi) oleh karena itu perlu dilakukan upaya peningkatkan produksi minyak dengan pemasangan *ESP* untuk menggantikan/mengkonversikan *Gas Lift* yang ada dikarenakan tidak

dapat dioptimalkan produksinya dengan menggunakan *Gas Lift*. Penggantian *Artificial Lift* dari *Gas Lift* ke *ESP* yang dilakukan pada sumur ini, diharapkan dapat meningkatkan laju fluida produksi pada sumur GNK-X, yang mendekati laju produksi optimum oleh karena itulah kapasitas dan jenis pompa *ESP* yang dipakai harus disesuaikan dengan kemampuan sumur untuk berproduksi, sehingga kerja pompa tersebut optimum.

I.2. Perumusan Masalah

- a. Laju produksi yang paling tepat untuk sumur GNK-X dengan kondisi aktual saat ini yang dilihat melalui analisa laju produksi sumur sebelumnya (Metode Vogel)
- b. Desain *Electric Submersible Pump (ESP)* yang paling sesuai untuk mencapai target produksi tersebut.
- c. Keekonomisan pemasangan *Electric Submersible Pump* tersebut dengan dibandingkan keekonomisan pemasangan *gas lift* sebelumnya.

I.3. Pembatasan Masalah

Pada laporan skripsi ini hanya membahas alasan pengkonversian *Artificial Lifting* dari *Gas Lift* ke *Electric Submersible Pump (ESP)*, peralatan yang dipakai pada *ESP* dan desain *Electric Submersible Pump (ESP)*.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui data dan informasi penggantian *Artificial Lifting* dari *Gas Lift* ke *Electric Submersible Pump (ESP)* di lapangan Pertamina Field Prabumulih.
- b. Untuk mengetahui laju produksi maksimum (Q_{max}) dari test produksi dengan Metode Vogel dan peningkatan laju produksi yang dapat dicapai dengan *Electric Submersible Pump (Q_{ESP})*.
- c. Untuk mengetahui desain teknis *Electric Submersible Pump (ESP)*.
- d. Untuk mengetahui pompa yang paling cocok yang digunakan untuk peningkatan produksi yang diharapkan dengan *ESP* pada sumur yang akan diuji.

Sedangkan manfaat penyusunan dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai referensi untuk mengetahui proses operasi dan produksi migas di lapangan migas khususnya di gunung kemala.
- b. Untuk mengetahui teknik konversi *lifting* dari *Gas Lift* menjadi *Electric Submersible Pump (ESP)*
- c. Sebagai dasar rujukan atau masukan perusahaan untuk penerapan *Electric Submersible Pump (ESP)* di lapangan.

I.5. Metodologi Penelitian

Sistematika penelitian pada pembuatan laporan ini dilakukan dengan data sebagai berikut :

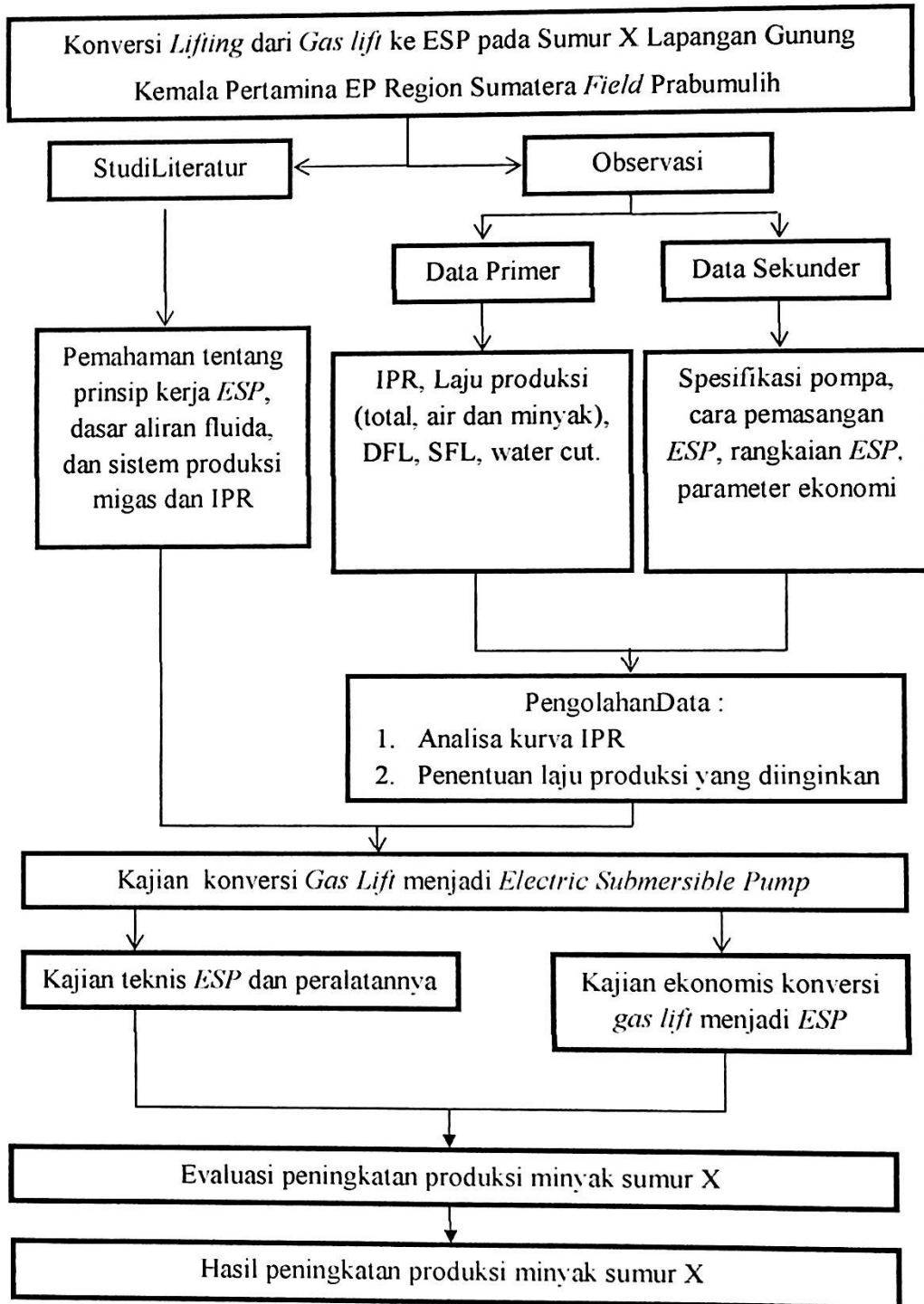
1. Data Primer

- a. Dengan mengambil langsung data di lapangan.
- b. Metode Kualitatif, dilakukan dengan wawancara langsung terhadap orang-orang yang bekerja di lingkungan eksplorasi dan produksi (bagian hulu), yang meliputi data laju produksi (total, air, dan minyak), *DFL (Dynamic Fluid Level)*, *SFL (Static Fluid Level)*, water cut dan IPR.

2. Data Sekunder

Berupa studi literatur, yaitu pencarian bahan pustaka terhadap masalah-masalah yang berkaitan dengan penelitian. Adapun data-data sekunder adalah sebagai berikut spesifikasi pompa, cara pemasangan *Electric Submersible Pump*, rangkaian *Electric Submersible Pump* dan parameter ekonomi.

Metodologi ini akan dijelaskan pada diagram alir penyelesaian masalah pada Gambar I.1.



DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed, Tarek., (1989) "*Reservoir Engineering Handbook – Second Edition*", Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
2. Amyx, J.W., Bass, D.M.Jr., Whitting, R.L.(1960), "*Petroleum Reservoir Engineering - Physical Properties*", Mc. Graw Hill Book Company, New York USA - Toronto Canada – London England,
3. Brown,K.E.(1980), "*The Technology of Artificial Lift Method*", Volume I, II-b, IV, Penn Well Books,Tulsa Oklahoma.
4. E. Paul Degarmo, Wiliam G. Sullivan dkk, (1997), "Ekonomi Teknik", Jilid I, PT. Prenhalindo, Jakarta.
5. Mc. Cain M.D,(1973), "*The Properties Petroleum Fluid*", Penn-Well Publishing Co., New York
6. M. Damsuki, (2009), "*Electric Submersible Pump*" PT. Pura Kencana, Bandung.
7. Pudjo Soekarno, (1989) , " Teknik Produksi I ", Penerbit ITB,Bandung.
8. Rubi Rubiandini RS, (2008), " *Oil & Gas Equipment and Nodal Analysis*" IATMI. Bandung
9. Widagda, Y., Lela. (1997), "*Pengangkatan Buatan Dengan Pompa Listrik Submersible*" PT. Prenhilindo, Jakarta.
10., (2003), "*Handbook Electric Submersible Pump*", Bandung,
11. _____,(2004), "Pemasangan *Electric Submersible Pump Standard Reda Pump*", EJP
12., "*Data-Data Lapangan dan Produksi Area Sumatera Selatan dan Katalog EJP*", PT Pertamina EP, Prabumulih.