

TAMBAH

2012

RENCANA TERHIS PENGANTIAN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
PADA SUMUR KAS-07 LAYANGAN KENALI ASAM
PT. PERTAMINA UBEP JAMBI



SKRIPSI

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

Oleh :

Edwin Ed Sinaga
03061001079

UNIVERSITAS SRWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2012

S
621.6407
814
4
2012

R. 24219 / 24769



**RENCANA TEKNIS PENGGANTIAN *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)*
PADA SUMUR KAS-097 LAPANGAN KENALI ASAM
PT. PERTAMINA UBEP JAMBI**



SKRIPSI

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

Oleh :

**Edwin M Sinaga
03061002029**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2012**

**RENCANA TEKNIS PENGGANTIAN *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)*
PADA SUMUR KAS-097 LAPANGAN KENALI ASAM
PT. PERTAMINA UBEP JAMBI**

SKRIPSI

Disetujui Untuk Jurusan Teknik
Pertambangan Oleh Pembimbing :



Dr. Ir. H. Syamsul Komar

Ir. H. M. Akib Abro, MT.

Special thanks to :

1. *My Savior, my Power, my Everything, Tuhan Yesus Kristus, semuanya berasal daripadaMu dan akan kembali kepadaMu.*
2. *My Parents, my big brothers John Carson Adi Nardo Sinaga, Ramot Andry Narto Sinaga & my lovely sister Florenti Adelina Sinaga, thanks for support me "I can't do anything without your pray". I Love You.*
3. *Keluargaku di Palembang, Amang boru Tari Sihombing/Br.Sinaga, M.V. Sinaga/Br.Sitanggung, Amang boru Oslen Pandiangan/Br.Siagian, T. Sianturi/Br.Sinaga, I. Sinaga/Br.Situmorang.*
4. *Bg' Mangatas n' keluarga, kak Nora, kak Melda, BoruQ Anastasia Rafika Sinaga, adekku Tari, Yuli, Vera, & BereQ Moses dan Agung,terimakasih atas support dan doanya.*
5. *Keluarga B.Sinaga/Br.Napitupulu di Jambi, Bg' Dani, K'Ruth, K'Lita, K'Lulu, Pra Romario, Frengky, Osmond, terimakasih atas bantuan, dukungan dan doanya.*
6. *Kakak iparku, R. Br.Hutagalung & Laeky A. Purba, terimakasih atas dukungan dan doanya.*
7. *Keluarga Besar Bedeng Ginting, lae Moo, Sumber, Evan, Jesrin, Rico Golan, Sintong, Zorang, Charles, Charbol, Silvi, Elsa, dan seluruh senior/ alumni, terimakasih untuk support dan persaudaraan yang terjalin selama ini. Gbu all*
8. *Sahabatku, Joseph P. R. Sitorus, terimakasih banyak atas bantuan, dukungan dan doanya, Tetap Semangat. Gbu*
9. *Keluarga Besar PDO SION Gg. Lampung, Terimakasih atas segala kasih persaudaraan yang terjalin selama ini, tetap kompak. Gbu all*
10. *Miner's 2006, Wusqa, Fajrin, Billy, Halim, Eko, Oca, Khairani, Putra, Didiet, Amin, dll 'Bravo Tambang UNSRI'.*
11. *Bituminus 2006, Deffri, Ronald Kalit, Buha, Abe, Rogate, Gobmar, John, Andrew, Martyn, Antoni, Rianto, Ronaldo, Joseph, Erick, Alfian.*
12. *Teman-teman 2006 Gg.Lampung, lae Johny, Moo, Sumber, Evan, Nelson, Nando, Rogate, Ronald Kalit, John, Rico, Candra, Rio, Jimmy, Gobmar.*
13. *Ito-itoku Boru Sinaga ; Intan, Jacqueline, Lia, Winda, Lola, Elga, Evi, Eva, Renta, Arta, Delvi, Desy, Elvi, Nova dll, dan appara ku ; Ivan, Punguan, Bonus, Mayer, Suharman, Zorang, Reynol, Frans, Oka dll*
14. *Segenap Bituminus, abang tingkat dan adik tingkat. Tetap kompak dan sukses.*
15. *Seluruh kakak dan adik tingkat di Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.*
16. *Punguan Parsadaan Pomparan Toga Sinaga Boru Bere Universitas Sriwijaya.*

"Jika kamu tinggal di dalam Aku dan Firman-ku tinggal di dalam kamu, mintalah apa saja yang kamu kehendaki, dan kamu akan menerimanya" (Yohi 15:7)

Kupersembahkan untuk:

- *Tuhan Yesus Kristus*
- *Orangtuaku tercinta*
- *Abang-abangku dan kakakku*
- *Sahabat-sahabatku*
- *Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya*

RENCANA TEKNIS PENGGANTIAN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
PADA SUMUR KAS-097 LAPANGAN KENALI ASAM
PT. PERTAMINA UBEP JAMBI

(Edwin M Sinaga, 2011, 87 Halaman)

ABSTRAK

Sumur KAS-097 mulai diproduksi dengan menggunakan Electric Submersible Pump sejak bulan Juni 2008 dengan produksi 1161 Bfpd dan laju produksi minyak sebesar 48 Bopd. Namun, karena mengalami penurunan laju produksi dan pada bulan September 2011, sumur KAS-097 dinyatakan off (berhenti produksi) dengan indikasi kerusakan pada pompa dan protektor, maka harus dilakukan evaluasi untuk memilih jenis ESP yang tepat.

Berdasarkan produktifitas formasinya Sumur KAS-097 dapat mencapai laju produksi maksimum 1.368,57 Bfpd dengan water cut 99 % dan laju produksi minyak 13,7 Bopd. ESP yang digunakan pada sumur produksi ini adalah tipe TD-1200 /50 Hz, 133 stages yang dipasang tandem, 58,5 HP, 904 Volt, 46 Amp dengan range recommended antara 900- 1.400 Bfpd.

Dalam melakukan evaluasi dan perencanaan ESP, terlebih dahulu harus menentukan laju produksi yang diinginkan. Penentuan besarnya produksi dapat dilakukan dengan melakukan analisa terhadap sejarah produksi sumur dan kurva IPR, maka didapatkan laju produksi di 980 Bfpd (operating range pompa). Setelah ditentukan, muncul alternatif pemilihan Electric Submersible Pump yakni dengan mengganti pompa TD-1200 dan menggunakan ESP IND-1300 / 165 stage dan peralatannya dengan range recommended 800 – 1.370 Bfpd. Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan pada produksi 980 Bfpd, ESP IND-1300 memiliki efisiensi sebesar 62%, HP/stage 0,18 dan HP motor 29,67 HP. Protektor yang digunakan adalah tipe positive seal dan labyrinth, hal ini dimaksudkan agar motor tidak cepat rusak dan motor yang dipilih yaitu tipe EJP 456 UT series 30 HP, 563 volt, 33 Ampere @50 Hz.

Keyword : laju produksi, tandem, range recommended.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “ Rencana Teknis Penggantian *Electric Submersible Pump* (ESP) Pada Sumur KAS-097 Lapangan Kenali Asam PT. Pertamina UBEP Jambi”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. H. Syamsul Komar, 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 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. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya
5. PT. Pertamina UBEP Jambi beserta semua staff dan karyawan yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir.

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.

Pendalaman, April 2012

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| ABSTRAK..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| BAB | |
| I. PENDAHULUAN | |
| I.1. Latar belakang..... | I-1 |
| I.2. Rumusan masalah..... | I-2 |
| I.3. Pembatasan masalah..... | I-3 |
| I.4. Tujuan dan manfaat..... | I-3 |
| I.5. Metodologi penelitian..... | I-3 |
| II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN JAMBI | |
| II.1. Sejarah singkat lapangan Jambi..... | II-1 |
| II.1.1. Lapangan produksi PT. Pertamina UBEP Jambi..... | II-2 |
| II.1.2. Lapangan produksi dengan sistem kontrak..... | II-2 |
| II.2. Lokasi dan Kesampaian daerah..... | II-4 |
| II.3. Geologi dan stratigrafi lapangan Jambi..... | II-5 |
| II.3.1. Geologi lapangan Jambi..... | II-5 |
| II.3.2. Stratigrafi lapangan Jambi..... | II-5 |
| II.4. Sarana dan fasilitas..... | II-8 |
| II.5. Struktur organisasi..... | II-8 |

| | |
|---|--------|
| II.6. Riwayat Sumur KAS-097 | II-9 |
| | |
| III. DASAR TEORI | |
| III.1. Produktivitas formasi | III-1 |
| III.1.1. Indeks produktivitas | III-2 |
| III.1.2. Inflow performance relationship | III-2 |
| III.2. Aliran fluida dalam pipa vertikal | III-3 |
| III.3. <i>Electric Submersible Pump</i> | III-4 |
| III.3.1. Prinsip kerja ESP | III-5 |
| III.3.2. Kelakuan kerja pompa (Pump Performance) | III-5 |
| III.3.3. Kavitasi dan net positif suction head | III-10 |
| III.3.4. Peralatan ESP | III-10 |
| III.3.4.1. Peralatan diatas permukaan | III-10 |
| III.3.4.2. Peralatan dibawah permukaan | III-14 |
| III.3.5. Pemilihan ukuran ESP | III-21 |
| III.3.6. Penentuan jumlah stages | III-22 |
| III.3.7. Pemilihan motor | III-24 |
| | |
| IV. DATA DAN HASIL PERHITUNGAN | |
| IV.1. Perhitungan produktivitas fomasi sumur KAS-097 | IV-1 |
| IV.1.1. Perhitungan nilai tekanan statik, tekanan aliran dasar sumur dan gradien fluida | IV-2 |
| IV.1.2. Analisa kurva IPR | IV-3 |
| IV.2. Evaluasi <i>electrical submersible pump</i> | IV-6 |
| IV.2.1. Data sumur | IV-6 |
| IV.2.2. Penentuan laju produksi yang diharapkan | IV-7 |
| IV.2.3. Penentuan <i>pump setting depth</i> | IV-8 |
| IV.2.4. Penentuan <i>pump intake pressure</i> | IV-8 |
| IV.2.5. Penentuan <i>total dynamic head</i> | IV-9 |
| IV.2.6. Penentuan jenis pompa | IV-10 |
| IV.2.6.1. Penentuan <i>head capacity</i> | IV-10 |

BAB

| | |
|---|-------|
| IV.2.6.3. Penentuan besar efisiensi pompa | IV-11 |
| IV.2.7. Pemilihan motor | IV-11 |
| IV.2.8. Pemilihan protektor | IV-12 |
| IV.2.9. Pemilihan gas separator | IV-12 |
| IV.2.10. Pemilihan kabel | IV-13 |
| IV.2.11. Pemilihan transformer | IV-13 |
| IV.2.12. Pemilihan switchboard | IV-15 |

V. PEMBAHASAN

| | |
|--|-----|
| V.1. Analisa kurva IPR | V-1 |
| V.2. Pemilihan ESP untuk sumur KAS-097 | V-2 |

VI. 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 lapangan Jambi block | II-3 |
| 2.2. Wilayah kerja unit bisnis PT. Pertamina EP Jambi..... | II-4 |
| 2.3. Stratigrafi cekungan Jambi | II-7 |
| 3.1. Grafik friction loss William Hazen | III-4 |
| 3.2. Pump performance curve | III-7 |
| 3.3. Posisi thrust dan down thrust pada pompa..... | III-9 |
| 3.4. Susunan lengkap peralatan ESP | III-11 |
| 3.5. Junction box | III-12 |
| 3.6. Electric motor ESP | III-15 |
| 3.7. Unit pompa ESP | III-18 |
| 3.8. Impeller dan diffuser..... | III-19 |
| 3.9. Jenis flat dan round cable..... | III-20 |

Gambar

| | |
|--|------|
| 4.1. Kurva IPR sumur KAS-097..... | IV-5 |
| 4.2. Laju produksi yang diharapkan..... | IV-7 |
| a.1. Penampang sumur KAS-097 | A-2 |
| c.1. Pump performance curve TD-1200..... | C-1 |
| c.2. Pump performance curve IND-1300..... | C-2 |
| d.1. Grafik cable voltage drop..... | D-1 |
| d.2. Cable corection factor..... | D-2 |
| e.1. Grafik friction loss William-Hazen..... | E-1 |
| i.1. Flowchart desain ESP..... | I-1 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| IV.1. Analisa laju produksi sumur KAS-097 dengan berbagai Variasi tekanan aliran bawah sumur (Pwf) | IV-5 |
| IV.2. Data sumur KAS-097..... | IV-6 |
| V.1. Perbandingan teknis kemampuan ESP terpasang TD-1200 dan ESP IND-1300 terhadap kebutuhan produksi sumur..... | V-5 |
| A.1. Data sumur KAS-097 | A-1 |
| C.1. Spesifikasi ESP TD-1200..... | C-1 |
| C.2. Spesifikasi ESP IND-1300 | C-2 |
| F.1. Acuan pemilihan motor | F-1 |
| G.1. Acuan pemilihan Transformer | G-1 |
| H.1. Acuan pemilihan Switchboard | H-1 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| A. Data dan penampang sumur KAS-097 | A-1 |
| B. Perhitungan Laju Produksi | B-1 |
| C. Pump performance curve dan spesifikasi alat | C-1 |
| D. Grafik cable voltage drop dan cable correction factor | D-1 |
| E. Grafik cable friction loss | E-1 |
| F. Acuan pemilihan motor | F-1 |
| G. Acuan pemilihan Transformer | G-1 |
| H. Acuan pemilihan Switchboard | H-1 |
| I. Flowchart desain ESP | I-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 ke 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 ini terdiri atas *Gas Lift*, *Sucker Rod Pump* (SRP), dan *Electric Submersible Pump* (ESP).

Ada beberapa metode *artificial lift* yang dapat diterapkan dalam pengangkatan minyak, salah satunya adalah metode *Electric Submersible Pump*. ESP banyak dipergunakan karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan *artificial lift* yang lain, terutama dikarenakan dapat meningkatkan laju produksi secara signifikan. Selain itu, ESP juga dapat dipergunakan pada sumur miring. Meskipun demikian penggunaan ESP juga terkadang memiliki masalah antara lain kabel short, kerusakan protektor, kerusakan motor, ataupun scale akibat laju produksi yang tinggi.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa permasalahan - permasalahan pada sumur KAS-097 PT.Pertamina UBEP Jambi.
2. Melakukan evaluasi penggunaan *Electric Submersible Pump* dan permasalahannya sehingga sumur dapat diproduksi kembali.
3. Menentukan *Electric Submersible Pump* yang tepat secara teknis.

Manfaat yang diperoleh adalah dapat mengetahui apakah *performance* pompa sudah baik atau tidak sehingga laju produksi yang diharapkan dapat tercapai dan kerugian yang disebabkan oleh turunnya laju produksi serta ketidaksesuaian penggunaan *Electric Submersible Pump* pada sumur-sumur produksi lain dapat dikurangi.

1.5. Metodologi Penelitian

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

1. Studi Kepustakaan

Mempelajari literatur-literatur yang ada hubungannya 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 dilapangan antara lain pengambilan data mengenai produksi sumur, tekanan sumur, *DFL*, *SFL*, *Water cut*, kedalaman perforasi, penyebab dan jenis kerusakan *Electric Submersible Pump*.

Sumur KAS-097 mengalami penurunan produksi dan pada bulan september 2011 dinyatakan off (berhenti berproduksi) dengan indikasi kerusakan pada pompa dan protektor, sehingga harus dilakukan evaluasi dan perencanaan ulang untuk memilih jenis *Electric Submersible pump* yang tepat. Dalam melakukan perencanaan penggunaan *Electric Submersible Pump* didasarkan pada besarnya produksi harapan. Untuk mengetahui produksi harapan khususnya pada sumur KAS-097 haruslah berdasarkan *Inflow Performance Relationship* (IPR) dan melihat catatan produksi pada waktu sebelumnya.

Setelah mendapatkan nilai produksi yang tepat barulah dilakukan kajian terhadap penggunaan *Electric Submersible Pump* dan peralatannya di sumur KAS-097 sebelumnya, dan selanjutnya dilakukan perencanaan ulang ataupun modifikasi terhadap peralatannya. Dari hasil evaluasi tersebut nantinya barulah dapat disimpulkan apakah tetap menggunakan *Electric Submersible Pump* yang sama dengan berbagai modifikasi atau diganti dengan tipe yang baru.

I.2. Rumusan Masalah

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

1. Berapakah laju produksi yang tepat untuk sumur KAS-097 dengan kondisi aktual saat ini yang dilihat melalui analisa laju produksi sebelumnya?.
2. Bagaimana desain *Electric Submersible Pump* yang paling sesuai untuk mencapai laju produksi tersebut?.

I.3. Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penulisan ini terbatas pada penggunaan *Electric Submersible Pump* dan peralatannya yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan produksi berdasarkan analisa laju produksi sumur di PT. Pertamina UBEP Jambi.

- b. Data Sekunder, data-data lapangan yang telah tersedia sebelumnya di perusahaan, antara lain data geologi, data reservoir dan data spesifikasi *Electric Submersible Pump* sebelumnya.

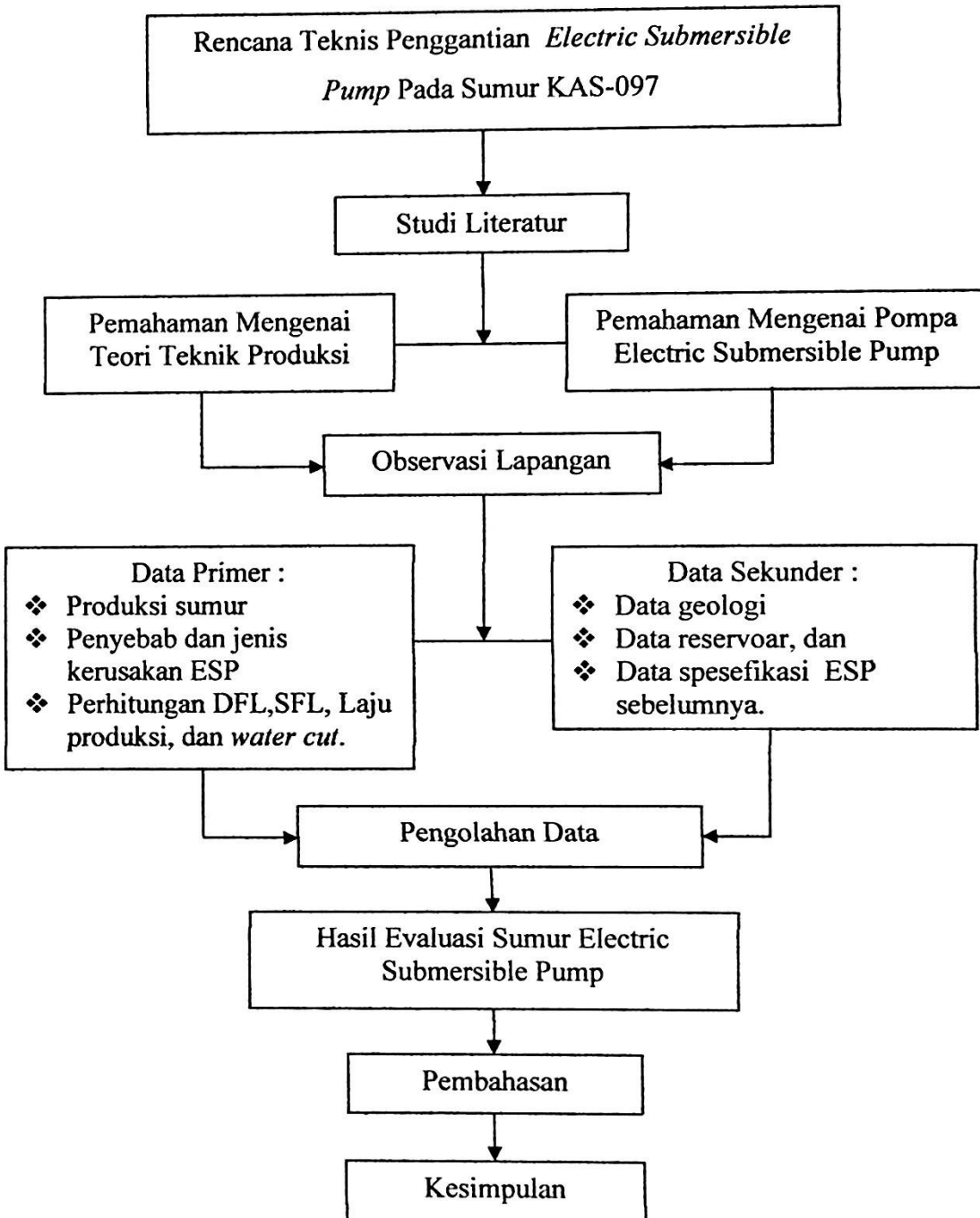
3. Pengolahan Data

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

4. Analisa Data

Dari pengolahan data diperoleh hasil evaluasi penggunaan *Electric Submersible Pump* pada sumur produksi, hasil evaluasi tersebut kemudian dianalisa. Analisa data dilakukan untuk menentukan sesuai atau tidaknya penggunaan ESP tersebut pada sumur produksi didasarkan pada kapasitas produksinya, *stage* yang dipakai dan besar *horse power* yang digunakan. Dari hasil analisa ini dapat diketahui permasalahan yang timbul dan dapat dicari solusi pemecahan masalah tersebut.

Berdasarkan langkah-langkah diatas, maka proses pemecahan masalah yang ada pada sumur ESP KAS-097 dapat dibuatkan dalam 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. Brown, K.E., Beggs, H.D. 1977. "*The Technology of Artificial Lift Method*", Volume I, II, III & IV, Penn Well Books Division of PennWell Publishing Company., Tulsa, Oklahoma.
6. Giuliani, Francis A. 1981. "*Introduction to Oil and Gas Technology*", IHRDC, Boston.
7. Puji Santoso, Anas, Ir.,MT & Team. 2006 , "*Electrical Submersible Pump*", Indotrain Consultant.
8. Rubiandini, Rudi, Dr. Ir. R.S. 2000. "*Basic Petroleum Engineering*", LDI Training.