

**REDESAIN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR N
DALAM USAHA MENOPTIMALKAN PRODUKSI MINYAK
DI PT. PERTAMINA EP FIELD LIMAU**



SKRIPSI UTAMA

**Disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**PUSPA SARI DEWI
05081002053**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

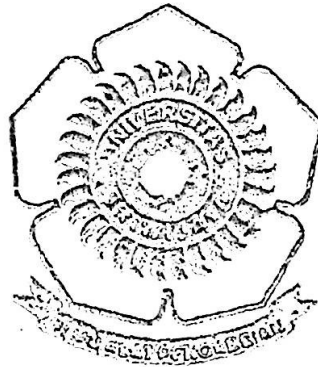
FAKULTAS TEKNIK

2013

S
665.438 07
pus
r
2013

0746/0787

**REDESAIN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR X
DALAM USAHA MENGOPTIMALKAN PRODUKSI MINYAK
DI PT. PERTAMINA EP FIELD LIMAU**



SKRIPSI UTAMA

Disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

**PUSPA SARI DEWI
03081602053**

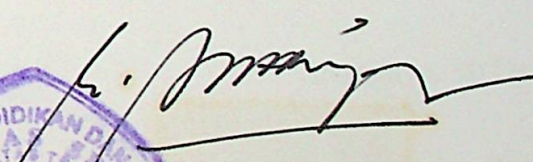
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2013**

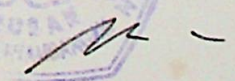
**REDESAIN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR X
DALAM USAHA MENGOPTIMALKAN PRODUKSI MINYAK
DI PT. PERTAMINA KP FIELD LIMAU**

SKRIPSI UTAMA

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh Pembimbing :




1. Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
NIP. 195812261988111001


2. Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, MS.
NIP. 195510181988031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PUSPA SARI DEWI
NIM : 03081002053
Judul : *REDESAIN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR X DALAM USAHA MENGOPTIMALKAN PRODUKSI MINYAK DI PT. PERTAMINA EP FIELD LIMAU*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing/promotor dan ko-promotor dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, 30 Desember 2013



(PUSPA SARI DEWI)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sembah sujud serta syukur kepada Allah *S.W.T.* yang telah memberikan kekuatan dan membekali dengan ilmu serta atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selatu tertimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad *S.A.W.*

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada :

Ayahanda (Alm) dan Ibunda serta kedua Kakakku Tercinta yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, dan selatu mendo'akanku sehingga membuatku termotivasi untuk selatu menjadi yang lebih baik.

Dosen Pembimbing Skripsi

Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc dan Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, M.S yang telah membantu dalam menyempurnakan karya sederhana ini.

Teman - Teman Seperjuangan Miners 2008

Terima kasih banyak untuk bantuan dan kerja samanya selama ini..

Serta semua pihak yang sudah membantu selama penyelesaian karya sederhana ini

**REDESAIN ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR X
DALAM USAHA MENGOPTIMALKAN PRODUKSI MINYAK
DI PT. PERTAMINA EP FIELD LIMAU
(Puspa Sari Dewi, 03081002053, 2013, 70 Halaman)**

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di PT. Pertamina EP Field Limau, dimana sumur-sumur produksi yang ada sebagian besar menggunakan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) untuk memproduksi minyak dengan menggunakan pompa ESP. Sumur X yang berada di lapangan Limau merupakan sumur yang berproduksi dengan menggunakan pompa ESP. Berdasarkan data produksi, sumur tersebut masih berproduksi sesuai target laju produksi yaitu sebesar 1200 bfpd. Namun, PT. Pertamina EP Field Limau berusaha untuk meningkatkan target laju produksi sumur tersebut.

Evaluasi dilakukan terhadap sumur X untuk mengetahui tingkat produktivitasnya yaitu dengan menggunakan kurva IPR dua fasa (*Vogel's Method*) yang menggambarkan *performance* sumur dengan aliran fluida dua fasa (cairan dan gas). Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa sumur X memiliki laju produksi maksimum (Q_{max}) sebesar 3539 bfpd dan laju produksi optimal (Q_{opt}) sebesar 2800 bfpd. Dari hasil evaluasi tersebut maka dilakukan penggantian pompa ESP yang baru.

Dari perhitungan untuk mengoptimalkan laju produksi sebesar 2800 bfpd, maka jenis pompa yang sesuai digunakan untuk sumur X adalah ESP ING-3100 yang memiliki Head per stage sebesar 39,5 feet/stage, dengan jumlah stage sebanyak 105 stage dan besarnya HP motor load pompa adalah 1,45 HP/stage sehingga HP motor pompa adalah 153 HP. Jenis pompa ini sesuai dengan laju produksi optimal yang diharapkan karena dapat meningkatkan laju produksi sumur X sebesar 80% dari laju produksi maksimum (Q_{max}).

Kata kunci : *Evaluasi laju produksi, laju produksi optimal, pemilihan pompa ESP*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc sebagai Dosen Pembimbing pertama, dan Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, MS sebagai Dosen Pembimbing kedua, serta tidak lupa juga Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bochori S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Djudjuwanto, Bapak Dwi Widardo, dan Bapak Brian K. Putro selaku Pembimbing Lapangan di PT. Pertamina EP Field Limau.
6. Teman-teman angkatan 2008 dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca untuk kemajuan kita bersama. Semoga laporan ini berguna bagi kemajuan bersama serta dapat bermanfaat bagi Penulis dan juga para pembacanya.

Indralaya, Desember 2013

Penulis.



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB	
I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Rumusan Masalah.....	I-2
I.3. Batasan Masalah.....	I-2
I.4. Tujuan Penelitian.....	I-2
I.5. Metodologi Penelitian.....	I-3
II. TINJAUAN UMUM	
II.1. Letak Geografis Lapangan Limau.....	II-1
II.2. Stratigrafi Regional.....	II-2
II.3. Struktur Geologi Lapangan Limau.....	II-5
II.4. Produktifitas Lapangan Limau.....	II-8
III. TINJAUAN PUSTAKA	
III.1. Produktifitas Formasi.....	III-1
III.2. Aliran Fluida Dalam Pipa Vertikal.....	III-6
III.3. <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	III-7
III.4. Melakukan Uji Peralatan Pada Pompa ESP.....	III-29

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil	IV-1
IV.2. Pembahasan	IV-22

V. KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penyelesaian Penelitian.....	I-5
2.1. Peta Letak Cekungan Sumatera Selatan	II-1
2.2. Peta Lokasi PT. Pertamina EP Field Limau	II-2
2.3. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan	II-3
2.4. Peta Geologi Lapangan Limau	II-6
2.5. Pembagian Blok-Blok Lapangan Limau	II-7
3.1. Kurva IPR Satu Fasa	III-4
3.2. Kurva IPR Dua Fasa.....	III-5
3.3. Grafik <i>Friction Loss</i> William-Hazen.....	III-7
3.4. Posisi <i>Up Thrust</i> dan <i>Down Thrust</i> Pada Pompa.....	III-11
3.5. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	III-12
3.6. <i>Junction Box</i>	III-14
3.7. <i>Switchboard</i>	III-15
3.8. Gas Separator.....	III-18
4.1. Kurva IPR Sumur X Dengan Metode Vogel.....	IV-3
4.2. Laju Produksi Optimal Sumur X.....	IV-5
4.3. <i>Pump Performance Curve</i> ING-3100.....	IV-16
4.4. Grafik <i>Cable Voltage Drop</i>	IV-18

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
IV.1. Laju Produksi (Q) Sumur X Pada Berbagai Variasi Tekanan Alir Dasar Sumur (Pwf) Asumsi.....	IV-3
IV.2. Hasil Perhitungan PIP.....	IV-7
IV.3. Hasil Perhitungan Gas Dan Volume Total Fluida Yang Masuk Pompa.....	IV-13
IV.4. Hasil Perhitungan <i>Total Dynamic Head</i> (TDH).....	IV-15
IV.5. Pompa ESP IND 750 dan ESP ING 3100.....	IV-21
IV.6. Rangkuman Hasil <i>Redesain</i>	
Pompa ESP Sumur X.....	IV-26
A.1. Data Sumur, Fluida, dan Peralatan Sumur Bawah Permukaan.....	A-1
E.1. Stock Peralatan Pompa dan Motor yang Tersedia	
Di PT. Pertamina EP Field Limau.....	E-1
F.1. Daftar Transformer yang Tersedia	
Di PT. Epsindo Jaya Pratama.....	F-1
G.1. Daftar Switchboard yang Tersedia	
Di PT. Epsindo Jaya Pratama.....	G-1
H.1. Biaya Tambahan Penggantian Pompa ESP ING 3100 dan Peralatan Pendukung Lainnya.....	H-1

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Sumur, Fluida, dan Peralatan Sumur Bawah Permukaan.....	A-1
B. Langkah Kerja Perencanaan Redesain <i>Electric Submersible Pump (ESP)</i>	B-1
C. Perhitungan Kurva <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i> Dua Fasa Sumur X.....	C-1
D. Grafik <i>Cable Voltage Drop</i>	D-1
E. Stock Peralatan Pompa Dan Motor Yang Tersedia Di PT. Pertamina EP Field Limau.....	E-1
F. Daftar Transformer Yang Tersedia Di PT. Epsindo Jaya Pratama.....	F-1
G. Daftar Switchboards Yang Tersedia Di PT. Epsindo Jaya Pratama.....	G-1
H. Biaya Tambahan Penggantian Pompa ESP ING 3100 dan Peralatan Pendukung Lainnya.....	H-1
I. Perhitungan Pendapatan (Keuntungan) Antara Pompa ESP IND 750 dan ESP ING 3100.....	I-1

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kegiatan operasi produksi minyak bumi dari suatu sumur dimulai apabila sumur telah selesai dikompleksi (*well completion*). *Well completion* bertujuan untuk memproduksi fluida hidrokarbon dari sumbernya (reservoir) ke permukaan bumi. Tipe kompleksi yang digunakan tergantung pada karakteristik antara formasi produktif dengan formasi di atas dan di bawahnya, tekanan formasi, jenis fluida dan metode produksi. Metode produksi minyak yang selama ini dikenal meliputi metode sembur alam (*natural flow*) dan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Salah satu jenis metode pengangkatan buatan yang banyak digunakan di Indonesia adalah dengan *Electric Submersible Pump* (ESP).

PT. Pertamina EP Field Limau merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi minyak bumi yang ada di Indonesia. Metode produksi yang digunakan perusahaan ini untuk mengalirkan minyak ke permukaan bumi sebagian besar menggunakan pompa ESP, salah satunya yaitu pada sumur X. Berdasarkan data produksi sumur X yang berada di Lapangan Limau menunjukkan bahwa sumur tersebut masih memproduksi dengan baik sesuai target laju produksi yaitu sebesar 1200 bfpd.

PT. Pertamina EP Field Limau berusaha untuk meningkatkan target laju produksi optimal sumur tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan evaluasi terhadap produktivitas sumur X dan pompa ESP yang terpasang serta melakukan perencanaan ulang pompa ESP yang baru sesuai kapasitas pompa berdasarkan laju produksi optimal sumur tersebut.

I.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapa besar produktivitas pada sumur X ?
2. Berapa besar laju produksi maksimum (Q_{\max}) sumur X dalam memproduksi fluida berdasarkan kondisi/tekanan sumur saat ini ?
3. Berapa besar laju produksi optimal (Q_{opt}) sumur X yang diharapkan berdasarkan kapasitas pompa yang direncanakan ?
4. Apakah dengan mendesain ulang pompa ESP akan diperoleh laju produksi optimal (Q_{opt}) pada sumur X ?

I.3. Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada perhitungan laju produksi maksimum (Q_{\max}) sumur X berdasarkan kurva IPR (*Inflow Performance Relationship*) serta mengoptimalkan laju produksi sumur X dengan melakukan perencanaan ulang (*redesain*) terhadap pompa ESP.

I.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui besarnya produktivitas pada sumur X.
2. Mengetahui besarnya laju produksi maksimum (Q_{\max}) yang dapat dicapai oleh sumur X dari kurva IPR (*Inflow Performance Relationship*).
3. Mengetahui besarnya laju produksi optimal (Q_{opt}) sumur X yang dapat dicapai berdasarkan kapasitas pompa ESP baru.
4. Menganalisa desain ulang pompa ESP agar dapat mengoptimalkan laju produksi sumur X.

I.5. Metodologi Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.1, mencakup antara lain :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan beberapa referensi yang mendukung penelitian dan mempelajari literatur-literatur yang ada hubungannya dengan permasalahan teknik produksi, khususnya sistem pengangkatan buatan (*artificial lift*) dengan menggunakan pompa ESP.

2. Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

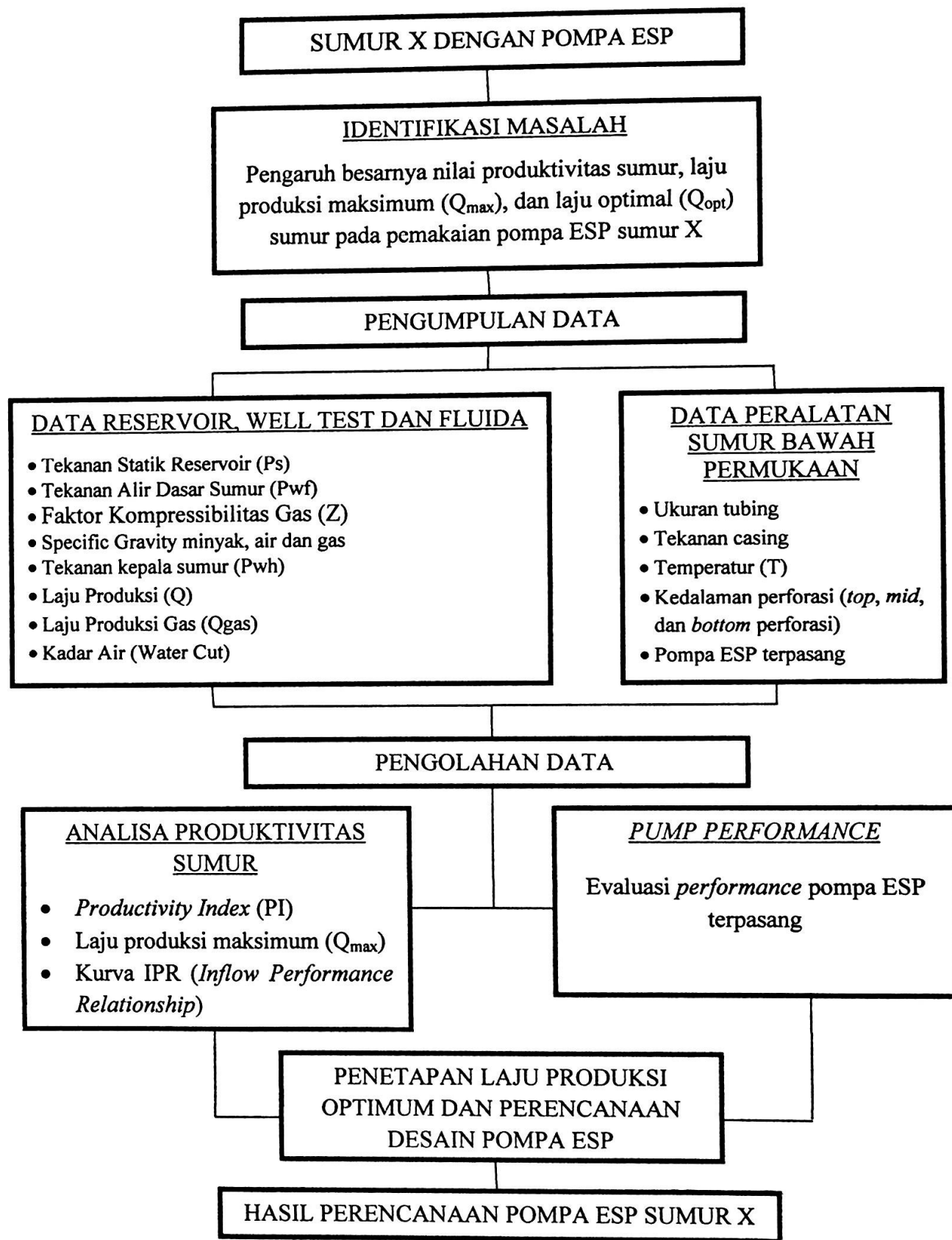
- a. Data tekanan kepala sumur (*well head pressure*) dan data laju produksi yang diperoleh dari pengamatan lapangan.
- b. Data yang sudah tersedia dari perusahaan antara lain :
 - Data reservoir, *well test* dan fluida meliputi tekanan statik reservoir (P_s), tekanan alir dasar sumur (P_{wf}), faktor kompresibilitas gas (Z), *water cut*, *specific gravity* minyak, air, dan gas.
 - Data peralatan sumur bawah permukaan terdiri dari ukuran tubing, tekanan casing, temperatur, kedalaman perforasi (*top*, *mid*, dan *bottom* perforasi) dan data pompa ESP yang terpasang.
 - Data stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan, data spesifikasi pompa ESP dan katalog EJP.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara kuantitatif yaitu dengan perhitungan secara langsung untuk mendapatkan laju produksi optimal (Q_{opt}) sumur dan menentukan jenis pompa ESP yang akan digunakan, kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel.

4. Analisa Data

Analisa data dilakukan untuk menentukan produktivitas sumur secara kuantitatif sehingga dapat meningkatkan laju produksi optimal (Q_{opt}) sumur dengan perencanaan desain ulang pompa ESP berdasarkan kapasitas pompa yang tersedia.



GAMBAR 1.1

DIAGRAM ALIR PENYELESAIAN PENELITIAN

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. "*Perencanaan dan Troubleshooting Pompa Submersible (ESP)*". PT Pertamina - Manajemen Produksi Hulu.
- Anonim. 2013. "Data Sonolog, Well Test, Produksi dan Katalog EJP". PT Pertamina EP Field Limau : Prabumulih.
- Brown, K.E. 1977. "*The Technology of Artificial Lift Methods Volume 1*". Petroleum Publishing Company : Tulsa.
- Brown, K.E. 1980. "*The Technology of Artificial Lift Methods Volume 2a & 2b*". Petroleum Publishing Company : Tulsa, Oklahoma.
- Hughes, B. 1997. "*Submersible Pump Handbook*". Sixth Edition. A Baker Hughes Company : USA.
- Hughes, B. 2001. "*9 Step*". Centrilift Training Centre. A Baker Hughes Company : USA.
- Lyons, W.C. 1996. "*Standard Handbook of Petroleum & Natural Gas Engineering Volume 2*". Gulf Publishing Company : Houston, Texas.
- Sarjono, S. and Sardjito. 1989. "*Hydrocarbon Souce Rock Identification In The South Palembang Sub-Basin*". Proceedings Indonesian Petroleum Association, 18th Annual Convention.
- Takacs, G. 2009. "*Electrical Submersible Pumps Manual :Design, Operations, and Maintenance*". Gulf Professional Publishing : USA.