

**PERANCANGAN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* PADA
SUMUR *HIGH POUR POINT OIL* BSR-1**

TUGAS AKHIR

BEELLY SONY RUSYIDI

124.14.004



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2019**

**PERANCANGAN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* PADA
SUMUR *HIGH POUR POINT OIL* BSR-1**

TUGAS AKHIR

BEELLY SONY RUSYIDI

124.14.004

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS**

2019

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir Ini Adalah Hasil Karya Saya Sendiri, Dan
Semua Sumber Baik Yang Dikutip Maupun Dirujuk
Telah Saya Nyatakan Dengan Benar**

Nama : BEELLY SONY RUSYIDI

NIM : 124.14.004

Tanda Tangan :

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* PADA
SUMUR *HIGH POUR POINT OIL* BSR-1**

TUGAS AKHIR

**BEELLY SONY RUSYIDI
124.14.004**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,
Kota Deltamas, 7 Maret 2019
Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sudjati Rachmat, DEA
NIP 195509021980031005

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kepada ALLAH SWT, karena berkat rahmat yang diberikan sampai Sekaran ini saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Shalawat tak lupa kita haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, karena telah memberikan petunjuk mengenai bagaimana hidup di dunia untuk mendapatkan rahmat dari ALLAH SWT.

Kupersembahkan Skripsi ini untuk :

Ibu dan Ayah Tersayang

Yang senantiasa memberikan kasih dan sayang hingga saat ini.

Yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat.

Yang senantiasa memberikan dukungan.

Terima Kasih Ibu Netty.

Terima Kasih Ayah Sigit.

Bude Nik & Kakak Nesia

Yang senantiasa memberikan saran untuk terus berjuang dan melangkah maju.

Yang senantiasa memberikan informasi informasi seputar kehidupan.

Terima Kasih Bude Nik.

Terima Kasih Mbak Nesia.

“ALLAH SWT Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai Kesanggupannya”

(Q.S.Al Baqarah Ayat 286)

“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan”

(Q.S. 94 : 6)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada ALLAH SWT, karena atas berkar dan rahmat Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Dan Sains Bandung. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (2) Bapak Prof. Ir. Pudji Permadi, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung;
- (3) Bapak Ir. Aries Prasetyo, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung;
- (4) Bapak Prof. Dr. Ir. Sudjati Rachmat, DEA. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, tempat, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
- (5) Steven Chandra, S.T., M.T. selaku asisten dari Abah yang telah menyediakan waktu, tenaga, tempat, dan pikiran untuk membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.
- (6) Seluruh staff pengajar Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung yang telah memberikan banyak pengetahuan mengenai mata kuliah teknik perminyakan dan pengalaman ketika bekerja di industry minyak dan gas;
- (7) Seluruh staff pegawai (tata usaha, perpustakaan, *marketing gallery*, dll) ITSB yang telah membantu saya dari masa awal kuliah hingga masa akhir kuliah;
- (8) Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Perminyakan 'Petrolea' ITSB;
- (9) Teman-teman Kabinet Satria Muda Berkarya (SADAYA) KM-ITSB, khususnya Kementerian Hubungan Luar (KemenHublu);
- (10) Teman-teman Kabinet Karya KM-ITSB, khususnya pada bidang Kementerian Koordinasi Jaringan Publik ;
- (11) Gigih Ilham dan keluarga yang telah banyak direpotkan oleh saya dari awal masa kuliah hingga akhir masa kuliah;

- (12) Teman-teman seperjuangan pulang pergi Kota Bekasi – Kota Deltamas (Marsha Chairunnisa Sjofian, Difa Rizky Arif Saputra, Christin Natalia Tarigan, Amelia Suciwati) yang telah banyak direpotkan oleh saya dari awal masa kuliah hingga masa akhir kuliah;
- (13) Irfenda Setiawan dan keluarga, Fakhri Rafiansyah, dan Indra YP yang telah banyak direpotkan oleh saya dari awal masa kuliah hingga masa akhir kuliah;
- (14) Bapak Haji di Sukamahi selaku pemilik kosan yang telah mengizinkan saya untuk menyewa tempat kos selama 2 bulan;
- (15) Bapak Adit selaku pemilik rumah El Verde D20 yang telah mengizinkan saya untuk menyewa rumah tersebut selama 1 tahun.
- (16) Teman-teman penghuni kost di Nenek Sukamahi dan Brimob (Manar Mustajab, Adhimas Satrio, Julian Dimas Satria, Adi Putra Dermawan, Ganang Haryutomo, Romdon Muflihun, M Fikri, Andrie Agakhansyah beserta keluarga) yang telah bersedia kostannya ditumpangi selama 1 sampai 2 hari semasa perkuliahan;
- (17) Teman-teman penghuni kost di Catania, Calgary, Fresno, dan Green Leaf (Muhammad Nurdiansyah, Kadya Hanindio, Galuh Aditya P, M Shindu Arya L, Raden Mas Fauzan A B, Andoro Hendi Utomo) yang telah bersedia kostannya ditumpangi selama 1 sampai 2 hari semasa perkuliahan;
- (18) Rizky Hidayat, Husna Zulfa, dan Gabrella Valentina yang telah bersedia menyediakan tempat untuk mengerjakan tugas perkuliahan terutama jika terdapat tugas kelompok;
- (19) Pegawai ‘Kelompok Produksi KP3T Eksploitasi PPPTMGB LEMIGAS’ (Dr. Andi Setyo Wibowo, S.T., M.T., Yoso Herwansyah, A. Md., Ruri, dll) yang telah bersedia meluangkan waktu, dan tenaga untuk membagi pengetahuan dan pengalaman selama saya menjalani kerja praktik 1 bulan;
- (20) Teman-teman angkatan 2014 khususnya Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung atas segala momen yang telah dilalui bersama selama masa perkuliahan.

Kota Deltamas, 7 Maret 2019

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Beelly Sony Rusyidi
NIM : 124.14.004
Program Studi : Teknik Perminyakan

Fakultas : Fakultas Teknik Dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“PERANCANGAN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* PADA SUMUR
HIGH POUR POINT OIL BSR-1”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas, Cikarang Pusat
Pada Tanggal :

Yang Menyatakan

(Beelly Sony Rusyidi)

NIM 124.14.004

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Sistematika Pembahasan.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Jenis Fluida Reservoir.....	3
2.1.1. Black Oils.....	3
2.1.2. Volatile Oils.....	4
2.2. Sifat Fisik Fluida Reservoir.....	5
2.2.1.....	Kelar
utan Gas Dalam Minyak.....	5
2.2.2.....	Teka
nan Saturasi.....	5
2.2.3.....	Fakt
or Volume Formasi Minyak.....	5
2.2.4.....	Kom
presibilitas.....	6
2.2.5.....	Dens
itas Dan Specific Gravity.....	7
2.2.6.....	Visk
ositas.....	8
2.2.7.....	Sifat
Fisik Air Formasi.....	8

2.3.	Nodal Analysis.....	9
2.4.	Inflow Performance Relationship (IPR).....	11
2.4.1.	Inflow Performance Relationship Satu Fasa.....	11
2.4.2.	Inflow Performance Relationship Dua Fasa.....	11
2.4.3.	Inflow Performance Relationship Tiga Fasa.....	12
2.5.	Tubing Performance Relationship (TPR).....	12
2.5.1.	Persamaan Korelasi Hagedorn & Brown	14
2.6.	Electrical Submersible Pump.....	15
2.6.1.	Komponen Electrical Submersible Pump.....	15
2.6.2.	Prinsip Electrical Submersible Pump.....	16
2.6.3.	Kelebihan Dan Kekurangan Dalam Menggunakan ESP.....	17
2.6.4.	Desain ESP.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Alur Kerja Tugas Akhir.....	21
------	-----------------------------	----

BAB IV PEMBAHASAN

4.1.	Tinjauan Lapangan.....	23
4.2.	Data Yang Dibutuhkan.....	26
4.2.1.	Data Reservoir Dan Fluida (Dari Well Test Dan Data Produksi).....	26
4.2.2.	Data Sumur.....	27
4.3.	Perancangan Inflow Performance Relationship (IPR) Dan Tubing Performance Relationship (TPR).....	28
4.3.1.	Penentuan Inflow Performance Relationship (IPR).....	28
4.3.2.	Penentuan Tubing Performance Relationship (TPR).....	29
4.3.3.	TPR Dan IPR.....	30
4.4.	Perancangan Artificial Lift : Electrical Submersible Pump.....	31
4.4.1.	Screening Penggunaan Artificial Lift Yang Cocok.....	31
4.4.2.	Penentuan Gradien Fluida.....	32
4.4.3.	Penentuan Pump Setting Depth (PSD).....	32
4.4.4.	Penentuan Laju Produksi Yang Akan Di Desain.....	33
4.4.5.	Penentuan Pemilihan Pompa.....	33
4.4.6.	Penentuan Pemilihan Motor.....	36
4.4.7.	Penentuan Pemilihan Cable.....	37
4.4.8.	Penentuan Pemilihan Transformator.....	37
4.4.9.	Penentuan Pemilihan Switchboard.....	38
4.4.10.	Perhitungan Motor Dapat Dihidupkan Dengan Transformator, Switchboard, Dan Cable Yang Dipilih.....	39
4.4.11.	IPR Dan TPR Setelah Pemasangan ESP.....	40
4.4.12.	Perkiraan (Forecast) Produksi Masa Depan.....	41

BAB V KESIMPULAN

5.1.	Kesimpulan.....	43
------	-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	44
---------------------	----

LAMPIRAN.....	45
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Identifikasi Lapangan Jenis Fluida <i>Reservoir Black Oil</i>	3
Tabel 2.2 Analisa Laboratorium Jenis Fluida <i>Reservoir Black Oil</i>	4
Tabel 2.3 Identifikasi Lapangan Jenis Fluida <i>Reservoir Volatile Oil</i>	4
Tabel 2.4 Analisa Laboratorium Jenis Fluida <i>Reservoir Volatile Oil</i>	4
Tabel 2.5 Pembagian Minyak Berdasarkan <i>API</i> Gravitasi Minyak	7
Tabel 2.6 <i>History</i> Dari Korelasi <i>Outflow Performance Relationship (OPR)</i>	14
Tabel 4.1 Data <i>Reservoir</i> Dan Fluida Sumur BSR-1	24
Tabel 4.2 Data <i>Casing</i> Dan <i>Tubing</i> Sumur BSR-1	25
Table 4.3 Data Yang Digunakan Untuk Pemilihan Metoda <i>IPR</i> 1 Fasa	26

Table 4.4 Data Yang Digunakan Untuk Pemilihan Metoda <i>TPR</i>	27
Table 4.5 <i>Screening</i> Untuk Pemilihan <i>Artificial Lift</i>	29
Table 4.6 Hasil Pemilihan Pompa	31
Table 4.7 Rangkuman Pompa Yang Dipilih	32
Table 4.8 Hasil Perhitungan Kecepatan Alir Fluida Di <i>Annulus</i> Dengan Berbagai Ukuran Motor Yang Tersedia	33
Table 4.9 Spesifikasi Motor Yang Digunakan	33
Table 4.10 Hasil Perhitungan Kehilangan Tegangan Pada <i>Cable</i>	33
Table 4.11 Hasil Pemilihan <i>Transformer</i>	34
Table 4.12 Data Yang Dibutuhkan Untuk Pemilihan <i>Switchboard</i>	35
Table 4.13 Hasil Pemilihan <i>Switchboard</i>	35
Table 5.1 Rincian Peralatan <i>Electrical Submersible Pump</i> Yang Dipilih	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram <i>P-T</i> Jenis Fluida <i>Reservoir Black Oil</i>	3
Gambar 2.2 Diagram <i>P-T</i> Jenis Fluida <i>Reservoir Volatile Oil</i>	4
Gambar 2.3 Kelarutan <i>Gas</i> Dalam Minyak Sebagai Fungsi Tekanan.....	5
Gambar 2.4 Faktor <i>Volume</i> Formasi Minyak Sebagai Fungsi Tekanan.....	6
Gambar 2.5 Kompresibilitas Minyak Sebagai Fungsi Tekanan.....	7
Gambar 2.6 Viskositas Minyak Sebagai Fungsi Tekanan.....	8
Gambar 2.7 Kemungkinan Kehilangan Tekanan Dalam Sistem Lengkap.....	10
Gambar 2.8 Lokasi Dari Beberapa Titik <i>Nodal</i>	10
Gambar 2.9 Contoh Kurva <i>IPR</i> Satu Fasa	11

Gambar 2.10 Contoh Kurva <i>IPR</i> Dua Fasa	12
Gambar 2.11 Sketsa Peralatan <i>Subsurface</i> Dan <i>Surface Electrical Submersible Pump</i>	15
Gambar 2.12 Prosedur Melakukan Desain <i>ESP</i>	18
Gambar 3.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir	19
Gambar 4.1 Peta Blok <i>CPP</i>	21
Gambar 4.2 <i>Back Arc Basins</i> Cekungan Sumatera Tengah.....	22
Gambar 4.3 Letak <i>Reservoir</i> Sumur BSR-1 Lapangan RSB-1.....	23
Gambar 4.4 <i>Pre Tertiary Basement Lithologies And Radiometric Age Dates</i>	24
Gambar 4.5 Kurva <i>IPR</i> Satu Fasa	27
Gambar 4.6 Kurva <i>TPR</i>	28
Gambar 4.7 Kurva <i>IPR</i> Vs <i>TPR</i>	28
Gambar 4.8 <i>Pressure vs Elevation</i> pada berbagai nilai <i>VSD</i>	35
Gambar 4.9 <i>VSD vs Pump Efficiency</i>	36
Gambar 4.10 Kurva <i>IPR</i> Dan <i>TPR</i> Setelah Pemasangan <i>ESP</i>	36
Gambar 4.11 Hasil Perkiraan (<i>Forecast</i>) Laju Alir Produksi (<i>Fluid</i>) Sumur BSR-1.....	37
Gambar 4.12 Hasil Perkiraan (<i>Forecast</i>) Laju Alir Produksi (<i>Oil</i>) Sumur BSR-1.....	37