

***REDESIGN POMPA ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
DI SUMUR “AR-1, AR-2, AR-3” STRUKTUR “F dan L” FIELD
“SKZ” PT PERTAMINA HULU ROKAN ZONA 1***

TUGAS AKHIR

**FAJRINA RIZKI BAHARI
124.18.012**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
BEKASI
JULI 2022**

***REDESIGN POMPA ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
DI SUMUR “AR-1, AR-2, AR-3” STRUKTUR “F dan L” FIELD
“SKZ” PT PERTAMINA HULU ROKAN ZONA 1***

TUGAS AKHIR

**FAJRINA RIZKI BAHARI
124.18.012**

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 SAINS BANDUNG
BEKASI
JULI 2022**

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 : Fajrina Rizki Bahari

NIM : 124.18.012

Tanda Tangan : 

Tanggal : 14 Juli 2022

LEMBAR PENGESAHAN

***REDESIGN POMPA ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)
DI SUMUR “AR-1, AR-2, AR-3” STRUKTUR “F dan L” FIELD
“SKZ” PT PERTAMINA HULU ROKAN ZONA 1***

TUGAS AKHIR

**FAJRINA RIZKI BAHARI
124.18.012**

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

Menyetujui,
Bekasi, 14 Juli 2022

Pembimbing



Aries Prasetyo, S.T., M.T.

Pembimbing



M Linggar Rafsanjani, S.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan laporan tugas akhir dengan judul “*Redesign Pompa Electric Submersible Pump* (ESP) di Sumur ‘AR-1, AR-2, AR-3’ Struktur ‘F’ dan ‘L’ Field ‘SKZ’ PT Pertamina Hulu Rokan Zona 1” dapat diselesaikan di PT. Pertamina Hulu Rokan Zona 1 dengan baik. Shalawat serta terlimpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabat. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai persyaratan lulus mata kuliah tugas akhir dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi Sains Bandung.

Pada proses penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. berkat rahmat dan karunia-Nya yang melimpah.
2. Orang tua penulis yang telah mendukung baik tenaga dan materi dalam menjalani kegiatan tugas akhir.
3. Aries Prasetyo, S.T., M.T. selaku kepala program studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dari penulis.
4. Erwin Dicky Dusyanto, S.T., M.T. selaku Om dari penulis yang telah memberikan *support* baik tenaga dan materi dalam penulisan tugas akhir.
5. Muhammad Linggar Rafsanjani, S.T. selaku pembimbing penulis di PT. Pertamina EP Asset 1 Jambi Field dalam menjalani kegiatan tugas akhir.
6. Civitas Akademik program studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung.
7. Jita Santiriolin, Megawati, dan Elawati Endang selaku sahabat dekat dari penulis selama perkuliahan yang telah memberikan *support* dan motivasi dalam penulisan tugas akhir.
8. Citra Dara Puspita dan Wina Zati Bayani selaku sahabat dekat dari penulis yang telah memberikan *support* dalam penulisan tugas akhir.

9. Seluruh teman mahasiswa Teknik perminyakan 2018 dan masa himpunan HMTM Petrolea ITSB yang telah memberikan bantuan dan dukungan hingga tugas akhir ini terselesaikan dengan baik.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa pada laporan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk memperbaiki penulisan dalam laporan tugas akhir ini. Penulis juga berharap agar laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Cikarang, Juli 2022



Fajrina Rizki Bahari


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

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

Nama : Fajrina Rizki Bahari
NIM : 124.18.012
Program Studi : Teknik Perminyakan
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: ***REDESIGN POMPA ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) DI SUMUR ‘AR-1, AR-2, AR-3’ STRUKTUR ‘F dan L’ FIELD ‘SKZ’ PT PERTAMINA HULU ROKAN ZONA 1.*** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi
Pada tanggal : 14 Juli 2022
Yang menyatakan :



(Fajrina Rizki Bahari)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Penulisan Tugas Akhir	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	3
1.6 Lokasi Penelitian	4
1.7 Waktu Penelitian	4
BAB II TINJAUAN LAPANGAN DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Sumur “AR-1” Struktur “F”	6
2.2 Tinjauan Sumur “AR-2” Struktur “L”	7
2.3 Tinjauan Sumur “AR-3” Struktur “L”	9
2.4 Produktivitas Formasi	10
2.4.1 Productivity Index	10
2.4.2 Inflow Performance Relationship	11
2.4.2.1 Kurva IPR Satu Fasa	11
2.4.2.2 Kurva IPR Dua Fasa	12
2.4.2.3 Kurva IPR Tiga Fasa	13
2.5 Sifat Fisik Fluida Reservoir	13

2.5.1	<i>Specific Gravity (SG)</i>	14
2.5.2	Rasio Fluida	14
2.5.5	Kelakuan Fluida dalam Pipa	16
2.6	Metode Produksi	17
2.7	<i>Electric Submersible Pump</i>	18
2.7.1	Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan ESP.....	19
2.8	Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i>	20
2.8.1	Peralatan diatas Permukaan.....	20
2.8.2	Peralatan dibawah Permukaan	24
2.9	Alasan Penggunaan ESP	31
2.10	Permasalahan Pompa ESP.....	32
2.11	Dasar Perhitungan <i>Electric Submersible Pump</i>	33
2.10.1	Evaluasi Pompa <i>Electric Submersible Pump</i> Terpasang.....	33
2.10.1.1	Evaluasi Frekuensi Terpasang.....	33
2.10.1.2	Perhitungan <i>Total Dynamic Head (TDH)</i>	34
2.10.2	Metoda Desain Ulang Pompa ESP.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Bentuk Penelitian	42
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	42
3.3	Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	42
3.4	Diagram Alir.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Perhitungan Sumur AR-1	48
4.1.1	Pembuatan Kurva IPR Sumur AR-1	49
4.1.2	Evaluasi Pompa ESP Terpasang pada Sumur AR-1	52
4.1.3	Desain Ulang Pompa ESP pada Sumur AR-1	56
4.1.3.1	Langkah Perhitungan Desain Ulang Pompa ESP Sumur AR-1	56
4.1.3.2	Uji Sensitivitas Sumur AR-1 dengan Pompa Desain Ulang	62
4.1.4	Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-1	64
4.2	Perhitungan Sumur AR-2	65
4.2.1	Pembuatan Kurva IPR Sumur AR-2	66
4.2.2	Evaluasi Pompa ESP Terpasang pada Sumur AR-2	69
4.2.3	Desain Ulang Pompa ESP pada Sumur AR-2	73
4.2.3.1	Langkah Perhitungan Desain Ulang Pompa ESP Sumur AR-2	73

4.2.3.2	Uji Sensitivitas Sumur AR-2 dengan Pompa Desain Ulang	80
4.2.4	Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-2	82
4.3	Perhitungan Sumur AR-3	82
4.3.1	Pembuatan Kurva IPR Sumur AR-3	83
4.3.2	Evaluasi Pompa ESP Terpasang pada Sumur AR-3	86
4.3.3	Desain Ulang Pompa ESP pada Sumur AR-3	90
4.3.3.1	Langkah Perhitungan Desain Ulang Pompa ESP Sumur AR-3	90
4.3.3.2	Uji Sensitivitas Sumur AR-3 dengan Pompa Desain Ulang	97
4.3.4	Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-3	99
4.4	Hasil Akhir Penelitian	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		102
LAMPIRAN		103

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Waktu dan Kegiatan Penelitian	5
Tabel 3. 1 Data Sumur.....	44
Tabel 3. 2 Data Reservoir	44
Tabel 3. 3 Data Fluida	45
Tabel 3. 4 Data Produksi.....	45
Tabel 3. 5 Data Pompa ESP Terpasang	46
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan IPR Metode Vogel Sumur AR-1.....	51
Tabel 4. 2 Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-2200.....	63
Tabel 4. 3 Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-1	65
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan IPR Metode Vogel Sumur AR-2.....	68
Tabel 4. 5 Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-2200.....	80
Tabel 4. 6 Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-2	82
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan IPR Metode Vogel Sumur AR-3.....	85
Tabel 4. 8 Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-1200.....	97
Tabel 4. 9 Hasil Akhir Optimasi Sumur AR-3	99
Tabel 4. 10 Hasil Akhir Penelitian	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Lokasi Sumur AR-1 pada Struktur “F”	6
Gambar 2. 2 Production Performance pada Sumur AR-1	7
Gambar 2. 3 Peta Lokasi Sumur AR-2 pada Struktur “L”	8
Gambar 2. 4 Production Performance pada Sumur AR-2	8
Gambar 2. 5 Peta Lokasi Sumur AR-3 pada Struktur “L”	9
Gambar 2. 6 Production Performance pada Sumur AR-3	10
Gambar 2. 7 Kurva IPR Satu Fasa	12
Gambar 2. 8 Kurva IPR Dua Fasa	13
Gambar 2. 9 Grafik Friction Loss William-Hazen	17
Gambar 2. 10 Instalansi Electric Submersible Pump	20
Gambar 2. 11 ESP Wellhead	21
Gambar 2. 12 Junction Box	22
Gambar 2. 13 Switchboard	23
Gambar 2. 14 Transformer	23
Gambar 2. 15 Variable Speed Drive (VSD)	24
Gambar 2. 16 Electric Motor	26
Gambar 2. 17 ESP Pump Unit	27
Gambar 2. 18 Impeller dan Diffuser	27
Gambar 2. 19 Intake (Gas Separator)	29
Gambar 2. 20 ESP Protector/Seal	29
Gambar 2. 21 ESP Electric Cable	30
Gambar 2. 22 Check Valve	31
Gambar 2. 23 Kondisi Downthrust, Normal, dan Upthrust pada Pompa	34
Gambar 2. 24 Pump Performance Curve	40
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4. 1 Sketsa Sumur AR-1	49
Gambar 4. 2 Kurva IPR Sumur AR-1	51
Gambar 4. 3 ESP Pump Performance Curve TD-750 46Hz	54
Gambar 4. 4 Evaluasi Pompa Terpasang TD-750 Sumur AR-1 pada software	55
Gambar 4. 5 ESP Pump Performance Curve TD-2200 60Hz	61
Gambar 4. 6 Kurva Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-2200	63
Gambar 4. 7 Sketsa Sumur AR-2	66
Gambar 4. 8 Kurva IPR Sumur AR-2	69
Gambar 4. 9 ESP Pump Performance Curve TD-1200 53Hz	72
Gambar 4. 10 Evaluasi Pompa Terpasang TD-1200 Sumur AR-2 pada software	72
Gambar 4. 11 ESP Pump Performance Curve TD-2200 60Hz	78
Gambar 4. 12 Kurva Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-2200	81
Gambar 4. 13 Sketsa Sumur AR-3	83
Gambar 4. 14 Kurva IPR Sumur AR-3	86
Gambar 4. 15 ESP Pump Performance Curve TD-750 53Hz	89
Gambar 4. 16 Evaluasi Pompa Terpasang TD-750 Sumur AR-3 pada software	89

Gambar 4. 17 ESP Pump Performance Curve TD-1200 60Hz	95
Gambar 4. 18 Kurva Uji Sensitivitas Frekuensi ESP TD-1200	98

DAFTAR ISTILAH

API	= <i>American Petroleum Institute</i>
Bbl	= <i>Barrel</i>
BPD	= <i>Barrel per Day</i>
BFPD	= <i>Barrel Fluid per Day</i>
BOPD	= <i>Barrel Oil per Day</i>
C	= Konstanta yang digunakan pada pembuatan pipa
D	= Kedalaman Pompa (Ft)
DFL	= <i>Dynamic Fluid Level (Ft)</i>
F	= <i>Friction factor</i>
Gf	= Gradien Fluida
GOR	= <i>Gas Oil Ratio, SCF/STB</i>
GLR	= <i>Gas Liquid Ratio, SCF/STB</i>
h	= <i>Head per Stage, ft/stage</i>
HD	= <i>Vertical Lift, ft</i>
HF	= <i>Friction Loss, ft</i>
HP	= <i>Horse Power, HP</i>
HT	= <i>Tubing Head, ft</i>
ID	= <i>Inside Diameter, inch</i>
IPR	= <i>Inflow Performance Relationship</i>
MD	= <i>Measure Depth, ft</i>
OD	= <i>Outside Diameter, ft</i>
Pb	= <i>Bubble-point Pressure, psi</i>
PI	= <i>Productivity Index, BPD/Psi</i>
PIP	= <i>Pump Intake Pressure, psi</i>
Pr	= Tekanan Reservoir, psi
PSD	= <i>Pump Setting Depth, ft</i>
Psi	= <i>Pound Per Square Inch</i>
Pt	= <i>Tubing Pressure, psi</i>
Pwf	= Tekanan alir dasar sumur, psi
Pwh	= Tekanan <i>wellhead</i> , psi
Q	= Laju aliran fluida, STB/day
Qg	= Laju Produksi Gas, SCF/day
Qmax	= Laju Produksi Maksimum, STB/day
Qo	= Laju Produksi Minyak, STB/day
Qw	= Laju Produksi Air, STB/day
Rs	= Kelarutan Gas dalam Minyak, SCF/BBL
SFL	= <i>Static Fluid Level, ft</i>
SG	= <i>Specific Gravity</i>
SGf	= <i>Specific Gravity Fluid</i>
SGg	= <i>Specific Gravity Gas</i>
SGo	= <i>Specific Gravity Oil</i>
SGw	= <i>Specific Gravity Water</i>
TDH	= <i>Total Dynamic Head, ft</i>
TVD	= <i>True Vertical Depth, ft</i>
WC	= <i>Water Cut, %</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Ulang Pompa ESP TD-2200 20 Stages Sumur AR-1 pada software.....	103
Lampiran 2 Desain Ulang Pompa ESP TD-2200 39 Stages Sumur AR-2 pada software.....	104
Lampiran 3 Desain Ulang Pompa ESP TD-1200 77 Stages Sumur AR-3 pada software.....	105
Lampiran 4 Jenis Gas Separator berdasarkan jumlah free gas yang didapatkan	106
Lampiran 5 Form A-03 (Bimbingan Tugas Akhir)	107
Lampiran 6 Surat Pengantar Tugas Akhir	108
Lampiran 7 Surat Jawaban Permohonan Tugas Akhir	109
Lampiran 8 Surat Keterangan telah Tugas Akhir di PT Pertamina Hulu Rokan Zona 1	110
Lampiran 9 Form Penilaian Tugas Akhir dari Pembimbing PT Pertamina Hulu Rokan Zona 1	111