

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Lokasi Penelitian.....	3
1.5.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Timur Utara.....	4
1.5.2. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara.....	5
1.5.3. <i>Petroleum System</i> Cekungan Jawa Timur Utara	9
1.6. Luaran Penelitian	11
1.7. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	13
2.1. Tinjauan Pustaka	13
2.2. Landasan Teori.....	14
2.2.1. <i>Productivity Index</i>	14
2.2.2. <i>Inflow Performance Relationship</i>	16

DAFTAR ISI (Lanjutan)

	Halaman
2.2.3. Aliran Fluida dalam Pipa.....	21
2.2.4. <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	25
2.2.5. Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	27
2.2.6. Kurva Kelakuan ESP (<i>Pump Performance Curve</i>)	34
2.2.7. Pengaruh Gas terhadap Performa ESP	37
2.2.8. Optimasi Desain <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1. Metode Penelitian.....	47
3.2. Tahapan Penelitian	47
BAB IV EVALUASI DAN PERENCANAAN DESAIN ULANG ESP	50
4.1. Pengumpulan Data	50
4.2. Analisis <i>Production Performance</i>	52
4.3. Penentuan Produktivitas Sumur	52
4.3.1. Pembuatan Kurva IPR	52
4.3.2. Penentuan Laju Alir Optimum (Target)	55
4.4. Evaluasi <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP) Terpasang	55
4.4.1. Penentuan <i>Gradient</i> Fluida Campuran	55
4.4.2. Penentuan <i>Pump Intake Pressure</i> dan <i>Total Dynamic Head</i>	56
4.4.3. Penentuan <i>Head / Stages</i> , Efisiensi Volumetris, dan Efisiensi Pompa	57
4.4.4. Sensitivitas Frekuensi pada ESP Terpasang.....	58
4.4.5. Penentuan Kondisi ESP Sumur “BP-01”	58
4.5. Perencanaan Desain Ulang <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP)	59
4.5.1. Penentuan Tipe Pompa dan Frekuensi yang Sesuai	59
4.5.2. Penentuan <i>Pump Setting Depth</i> (PSD) Melalui Sensitivitas	62
4.5.3. Penentuan Jumlah <i>Stages</i> Optimum Melalui Sensitivitas	67
4.5.4. Pemilihan Komponen <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	70
4.5.5. Hasil Perencanaan Desain Ulang <i>Electric Submersible Pump</i>	76

DAFTAR ISI **(Lanjutan)**

	Halaman
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	79
5.1. IPR Pudjo Sukarno dan Laju Alir Optimum Sumur “BP-01”	79
5.2. Hasil Evaluasi ESP Terpasang Sumur “BP-01”	80
5.3. Hasil Akhir Perencanaan Desain Ulang ESP Sumur “BP-01”	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
6.1. Kesimpulan	83
6.2. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Wilayah Kerja PT Pertamina EP Cepu (PEPC).....	3
Gambar 1.2. Cekungan Jawa Timur Utara (Pringgoprawiro, 1983).	4
Gambar 1.3. Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara (Husein, 2016)...	6
Gambar 2.1. Kurva IPR dengan Metode PI (Takacs, 2018).....	15
Gambar 2.2. Kurva IPR dengan Metode Vogel (Takacs, 2018).....	17
Gambar 2.3. Kurva <i>Friction Loss</i> oleh Hazen William (Takacs, 2018).....	24
Gambar 2.4. Instalasi <i>Electric Submersible Pump</i> (Takacs, 2018).	26
Gambar 2.5. <i>Weatherford Screening Criteria</i> (Weatherford, 2006).	27
Gambar 2.6. Bagian ESP <i>Motor</i> (Takacs, 2018).	28
Gambar 2.7. Bagian ESP <i>Cable</i> (Takacs, 2018).....	28
Gambar 2.8. Bagian <i>Protectors</i> (Takacs, 2018).	29
Gambar 2.9. Bagian Gas <i>Separator</i> (Takacs, 2018).....	30
Gambar 2.10. Bagian Pompa Sentrifugal (Takacs, 2018).	30
Gambar 2.11. <i>Wellhead</i> (Dokumentasi Pribadi).....	31
Gambar 2.12. <i>Junction Box</i> (Dokumentasi Pribadi).....	32
Gambar 2.13. <i>Variable Speed Drive</i> (Dokumentasi Pribadi).	33
Gambar 2.14. <i>Transformer</i> (Dokumentasi Pribadi).....	33
Gambar 2.15. <i>Pump Performance Curve</i> (Schlumberger, 2020).	34
Gambar 2.16. <i>Upthrust dan Downthrust</i> (Brown, 1980).	35
Gambar 2.17. Peristiwa Gas <i>Lock</i> (Takacs, 2018).	37
Gambar 2.18. Grafik <i>Voltage Drop</i> (Takacs, 2018).....	45
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	49
Gambar 4.1. "BP-01" <i>Well Schematic</i> (PEPC).....	50
Gambar 4.2. <i>Production Performance</i> Sumur "BP-01".	52
Gambar 4.3. Kurva IPR Sumur "BP-01".....	55
Gambar 4.4. Plot pada <i>Pump Performance Curve</i> NHV380.....	57
Gambar 4.5. Sensitivitas Frekuensi pada <i>Multi Hz Curve</i> NHV380.....	58
Gambar 4.6. Plot Q_{Target} pada <i>Pump Performance Curve</i> NHV380.....	60
Gambar 4.7. Plot Q_{Target} pada <i>Pump Performance Curve</i> IND280.	61

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.8. Kurva IPR vs <i>Outflow</i> pada Berbagai <i>Stages</i>	70
Gambar 4.9. Katalog <i>Motor</i> Terpilih (Schlumberger, 2020).....	71
Gambar 4.10. Katalog <i>Protector</i> Terpilih (Schlumberger, 2020).	73
Gambar 4.11. Katalog <i>Cable</i> Terpilih (Schlumberger, 2020; Wallace, 1991)...	74
Gambar 4.12. Pembacaan Grafik <i>Voltage Drop</i>	74
Gambar 4.13. Katalog VSD Terpilih (Schlumberger, 2020).....	75
Gambar 4.14. Susunan Desain Ulang <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Konstanta C_n untuk setiap nilai A_n (Sukarno, 1995).....	20
Tabel IV.1. Data Sumur "BP-01" (PEPC).....	51
Tabel IV.2. Hasil Laju Produksi pada Berbagai Nilai P_{wf}	54
Tabel IV.3. Hasil Sensitivitas Frekuensi NHV380	58
Tabel IV.4. Hasil Evaluasi Pompa NHV380	59
Tabel IV.5. Hasil Analisis Penentuan Tipe Pompa.....	61
Tabel IV.6. Hasil Sensitivitas <i>Pump Setting Depth</i> (PSD)	67
Tabel IV.7. Hasil Sensitivitas <i>Stages</i>	70
Tabel IV.8. Hasil Perhitungan Desain Ulang ESP	70
Tabel IV.9. Spesifikasi <i>Motor</i> yang Digunakan.....	72
Tabel IV.10. Spesifikasi <i>Protector</i> yang Digunakan	73
Tabel IV.11. Spesifikasi <i>Cable</i> yang Digunakan	75
Tabel IV.12. Spesifikasi <i>Variable Speed Drive</i> (VSD) yang Digunakan	76
Tabel IV.13. Perbandingan Data ESP <i>Existing</i> dan <i>Redesign</i>	76
Tabel IV.14. Hasil Perencanaan Desain Ulang ESP pada Sumur "BP-01"	77

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Hasil Perhitungan Sensitivitas <i>Pump Setting Depth</i> (PSD).	88
Lampiran B. Hasil Perhitungan Sensitivitas <i>Stages</i>	89
Lampiran C. <i>Pressure vs Depth</i> setelah Desain Ulang ESP.	90
Lampiran D. Skema Desain Ulang ESP Sumur “BP-01”.	91
Lampiran E. Histori Produksi Sumur "BP-01".	92

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		SATUAN	HALAMAN
ESP	<i>Electric Submersible Pump</i>		1
IPR	<i>Inflow Performance Relationship</i>		2
PI	<i>Productivity Index</i>	STB/d / psi	14
VSD	<i>Variable Speed Drive</i>		14
WC	<i>Water Cut</i>	%	19
SG	<i>Specific Gravity</i>		22
ID	<i>Inner Diameter</i>	in	24
Gf	<i>Fluids Gradient</i>	psi/ft	25
BHP	<i>Brake Horse Power</i>	HP	35
PIP	<i>Pump Intake Pressure</i>	psi	36
SFL	<i>Static Fluid Level</i>	ft	39
DFL	<i>Dynamic Fluid Level</i>	ft	39
PSD	<i>Pump Setting Depth</i>	ft	39
OD	<i>Outer Diameter</i>	in	41
FOP	<i>Fluids Over Pump</i>	ft	43
TDH	<i>Total Dynamic Head</i>	ft	43
TVD	<i>True Vertical Depth</i>	ft	51
MD	<i>Measurement Depth</i>	ft	51
LAMBANG			
P_{wf}	<i>Flowing Bottomhole Pressure</i>	psi	1
P_r	<i>Reservoir Pressure</i>	psi	1
P_s	<i>Static Bottomhole Pressure</i>	psi	15
Q	<i>Flowrate</i>	STB/d	16
Q_{max}	<i>Maximum Flowrate</i>	STB/d	16
P_b	<i>Bubble Point Pressure</i>	psi	16
R_s	Kelarutan Gas dalam Minyak	scf/stb	21
B_o	Faktor Volume Formasi Minyak	bbl/stb	23
B_g	Faktor Volume Formasi Gas	cuft/scf	23
Z	Faktor Deviasi Gas		23
P_{pr}	<i>Pseudo Reduced Pressure</i>		23
T_{pr}	<i>Pseudo Reduced Temperature</i>		23
ρ	<i>Density</i>		36
P_{wh}	<i>Well Head Pressure</i>	psi	36
ϕ	<i>Turpin</i>	/psi	42
$\eta\eta$	<i>Natural Gas Separation Efficiency</i>	%	42