

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
RINGKASAN	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Metodologi	4
I.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN LAPANGAN	7
II.1 Tinjauan Umum Lapangan “PETHEK”	7
II.2 Geologi Regional Lapangan “PETHEK”	8
II.2.1 Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur Utara.....	10
II.2.2 Struktur Regional Cekungan Jawa Timur Utara	12
II.2.3 Petroleum System Regional Cekungan Jawa Timur Utara	13
II.3 Tinjauan Umum Lapangan “PETHEK”	14
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	16

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

III.1	Produktivitas Formasi	16
III.1.1	<i>Productivity Index</i>	16
III.1.2	<i>Index Performance Relationship (IPR)</i>	17
III.2	Aliran Fluida Dalam Pipa Vertikal	19
III.2.1	<i>Friction Loss</i>	20
III.3	<i>Water coning</i>	21
III.3.1	Metode Chierici.....	22
III.3.2	<i>Chan`s Diagnostic Plot</i>	24
III.4	<i>Electrical Submersible Pump (ESP)</i>	27
III.4.1	Prinsip Kerja	27
III.4.2	<i>Pump Performance Curve</i>	27
III.4.3	Peralatan ESP	30
III.4.4	Optimasi Desain <i>Electric Submersible Pump</i>	38
III.5	<i>Decline Curve Analysis</i>	44
III.5.1	Jenis <i>Decline Curve</i>	45
III.5.2	Penentuan Tipe <i>Decline</i>	49
III.5.3	Penentuan Cadangan Minyak Sisa.....	50
BAB IV	PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA	53
IV.1	Data Sumur “PLT-001”	53
IV.2	Penentuan Produktifitas Sumur.....	55
IV.2.1	IPR Metode Pudjo Sukarno.....	55
IV.3	Analisa Peristiwa <i>Water coning</i>	59
IV.3.1	Analisa Laju Alir Kritis Metode Chierici.....	59
IV.3.2	Analisa <i>Chan Plot Diagnostic</i>	62
IV.4	Perhitungan Laju Alir Optimum	63
IV.5	Evaluasi Unit ESP Terpasang	64

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

IV.6 Perencanaan Ulang ESP Menggunakan Laju Alir Target 6,200 BFPD.....	68
IV.7 Perencanaan Alat Penunjang Untuk ESP REDA S8000N	75
IV.8 Hasil Akhir Desain <i>Electrical Submersible Pump</i>	81
IV.9 Analisa <i>Decline Curve Analysis</i> untuk memprediksi <i>lifetime</i> Sumur	82
IV.9.1 Penentuan <i>Trend Exponensial Metode Trial Error and</i> <i>Chisquare-Test</i>	82
IV.9.2 Prediksi Produksi Setelah Redesign.....	88
BAB V PEMBAHASAN	90
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	96
VI.1 Kesimpulan	96
VI.2 Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Diagram alir metodologi penelitian	5
Gambar II.1	Lokasi Lapangan “PETHEK”)	7
Gambar II.2	Peta Geologi Regional Jawa Timur Utara (Pringgoprawiro, H. 1983)	9
Gambar II.3	Profil Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara (Pringgoprawiro, H. 1983).....	10
Gambar II.4	<i>Production History</i> Sumur PLT-001	15
Gambar III.1	Grafik <i>Friction loss</i> Hazen-William	21
Gambar III.2	Diagram Skematik <i>coning</i> (Tarek Ahmed., 2019).....	23
Gambar III.3	<i>Bottom water coning WOR and WOR’ Derivatives</i>	25
Gambar III.4	<i>Bottom water drive coning WOR and WOR’ Derivatives</i> (Chan, K.S., 1995)	25
Gambar III.5	<i>Multilayer Channeling WOR and WOR’ Derivatives</i> (Chan, K.S., 1995).....	26
Gambar III.6	<i>Near Wellbore Water Channeling WOR and WOR’ Derivatives</i> (Chan, K.S., 1995).....	26
Gambar III.7	Pump Performance Curve REDA S8000N	28
Gambar III.8	<i>Uptrust & Downtrust</i> (Brown, Kermit, E,1980).....	29
Gambar III.9	<i>Impeller trust area</i> (Coltharp,1984)	30
Gambar III.10	Motor Pompa ESP (REDA Schlumberger,2017)	31
Gambar III.11	Kabel ESP (REDA Schlumberger, 2017).....	32
Gambar III.12	<i>Seal Section</i> atau <i>Protector</i> (Pertamina EP, 2021)	33
Gambar III.13	<i>Gas Separator & intake Section</i> (Pertamina EP, 2021).....	34
Gambar III.14	<i>Pompa Sentrifugal</i> (Pertamina EP, 2021).....	35
Gambar III.15	<i>Wellhead</i> (Pertamina EP, 2021).....	35
Gambar III.16	<i>Drum</i> (Schlumberger, 2017).....	36
Gambar III.17	<i>Junction Box</i> (Schlumberger, 2017)	36
Gambar III.18	<i>Switchboard</i> (Schlumberger, 2017).....	38

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar III.19	<i>Transformer</i> (Schlumberger, 2017).....	38
Gambar III.20	Klasifikasi Tipe <i>Decline Curve</i> (Tarek Ahmed 5 th Edition, 2019).....	46
Gambar III.21	Perbandingan Bentuk <i>Decline Curve, Rate vs Time</i> (Ahmed T, 2019).....	51
Gambar IV.1	<i>Well Diagram</i> PLT-001	53
Gambar IV.2	Kurva IPR Metode Pudjo Sukarno	58
Gambar IV.3	Kurva <i>Dimensionless Function</i> Untuk r_{DE} 20	60
Gambar IV.4	<i>Chans`s Plot Diagnostic</i> Sumur “PLT-001”	63
Gambar IV.5	Ilustrasi Total Dynamic Head Pompa ESP Terpasang	67
Gambar IV.6	Hasil Evaluasi pada <i>Pump Performance Curve</i> S8000N	67
Gambar IV.7	Plot Q_{Target} pada <i>Pump Performance Curve</i> ESP S8000N ..	69
Gambar IV.8	Ilustrasi <i>Total Dynamic Head</i> pada Pompa Baru	71
Gambar IV.9	<i>Variable Frequency Head Curve</i> REDA S8000N.....	73
Gambar IV.10	Nodal Sensitivitas Frekuensi @ 6,200 BFPD 27 stages.....	74
Gambar IV.11	<i>Nodal Sensitivitas Frekuensi</i> @ 6,200 BFPD 31 stages.....	74
Gambar IV.12	Katalog Pemilihan Motor (Schlumberger, 2017)	76
Gambar IV.13	Katalog Pemilihan Gas Separator (Schlumberger, 2016)....	77
Gambar IV.14	Katalog Spesifikasi Motor 540 <i>Series</i> (Schlumberger, 2017).....	77
Gambar IV.15	Katalog Kabel Redalead (Schlumberger, 2019)	78
Gambar IV.16	Grafik <i>Voltage Drop</i> (Tacks, Gabor., 2009).....	79
Gambar IV.17	Katalog Transformers (Katalog, PEPC)	80
Gambar IV.18	Katalog Switchboard (Katalog, PEPC).....	81
Gambar IV.19	<i>Decline Curve</i> Sumur PLT-001	89

DAFTAR TABEL

Tabel III.1	Konstanta C_n untuk setiap nilai A_n (Sukarno, P., 1990).....	18
Tabel III.2	Analisa <i>Chan`s Diagnostic Plot</i> Untuk Masalah Produksi Air (Chan, K.S., 1995).....	26
Tabel IV.1	Data Sumur “ <i>PLT-001</i> ” Lapangan “ <i>PETHEK</i> ”	54
Tabel IV.2	Tabulasi Perhitungan Laju Alir Metode Pudjo Sukarno	57
Tabel IV.3	Data ESP S8000N yang terpasang pada sumur “ <i>PLT-001</i> ”	68
Tabel IV.4	Katalog Pemilihan ESP 538 <i>Series</i>	72
Tabel IV.5	Pembacaan <i>Variable Frequency Head Curve</i>	73
Tabel IV.6	Hasil Akhir Desain <i>Electrical Submersible Pump</i>	81
Tabel IV.7	Penentuan Tipe <i>Decline Curve</i> dengan Metode <i>Trial Error and Chisquare-Test</i>	86

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan		Halaman
°API	<i>American Petroleum Institute.</i>	54
b	Konstanta <i>decline</i>	59
Bo	Faktor volume minyak formasi	23
BFPD	<i>Barrel Liquid per day.</i>	Vi
BOPD	<i>Barrel oil per day.</i>	Vi
BWPD	<i>Barrel water per day.</i>	57
C	Konstanta	20
D	Kedalaman Sumur	41
Di	Nominal Decline rate, /waktu	58
dq	Perbedaan Laju Alir	17
e	Konstanta logaritma	58
Exp	Eksponen	18
EUR	<i>Estimate Ultimate Recovery, STB</i>	52
ERR	<i>Estimate Remaining Reserves, STB</i>	52
Gf	Gradien tekanan fluida, psi/ft.	41
f	<i>Friction Factor</i>	20
fb	<i>Boundary Factor</i>	23
FOP	<i>Fluid over Pump, Feet.</i>	42
h	Fraksi ketebalan	23
h _{ocw}	jarak batas minyak-air bottom perforasi, ft	23
HD	<i>Vertical lift, feet.</i>	42
HF	<i>Friction loss, feet.</i>	42
HP	<i>Horse power.</i>	22
HT	<i>Tubing head, feet.</i>	42
ID	Diameter dalam tubing.	22
Im	<i>Motor ampere, amp.</i>	38
IPR	<i>Inflow Performance Relationship</i>	Vi
KVA	<i>Kilo Volt Ampere.</i>	38

DAFTAR SINGKATAN
(Lanjutan)

k_h	Permeabilitas horizontal, cp	23
k_v	Permeabilitas vertikal, cp	23
L	<i>Panjang kabel, feet.</i>	38
N_p	<i>Cummulative production, STB</i>	45
OD	<i>Outside Diameter, feet.</i>	40
Pb	Tekanan gelembung, psi.	18
Pc	Tekanan casing, psi.	41
PI	<i>Index Produktivitas formasi, Bbl/day/psi</i>	15
PIP	Tekanan intake pompa (P3), psi.	52
PLPM	Perbandingan laju produksi minyak	21
Ps	Tekanan statik reservoir, psi.	27
PSD	<i>Pump Setting Depth, feet.</i>	Vi
Pt	Tekanan tubing, psi	39
r_{DE}	<i>Radius dimensionless</i>	24
r_e	Jari – jari pengurasan, ft	36
RF	<i>Recovery Factor, persen</i>	63
SG_{fluid}	<i>Specific Gravity Fluid</i>	42
Pwf	Tekanan alir dasar sumur, psi	15
Q_{actual}	Laju Alir sebenarnya di lapangan, BOPD	22
Q_{kritis}	Laju alir kritis bebas water coning, BOPD	22
qo	Laju Produksi minyak, BBL/Day, STB/Day.	1
qw	Laju produksi air, STB/Day.	31
qt	Laju produksi pada waktu t, BOPD	58
Q max	Laju Alir Produksi Maksimal, BFPD	17
qi	Laju produksi minyak awal, BOPD	47
qa	Laju produksi <i>abandonment</i>	47
q_{ocw}	laju produksi maks. sebelum coning, STB/D	36
t	Waktu	47

DAFTAR SINGKATAN
(Lanjutan)

t_a	Waktu produksi hingga <i>abandonment</i>	47
SFL	<i>Static Fluid Level, feet.</i>	51
SGf	<i>Spesific Gravity Fluida.</i>	39
SGo	<i>Oil Spesific Gravity.</i>	77
WC	<i>Water-cut, %.</i>	40

Simbol		Halaman
μ_o	Viskositas minyak, cp	23
$\Delta\rho_{ow}$	Selisih berat jenis air-minyak, gr/cc	23
Ψ	<i>Dimensionless function Chierici</i>	23