

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	1
1.3. Rumusan Masalah.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan .....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	2
1.6. Hasil Yang Diharapkan.....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN.....</b>	<b>6</b>
2.1. Sejarah dan Letak Geografis Lapangan “Kanaya” .....	6
2.2. Tinjauan Umum Lapangan “Kanaya” .....	7
2.2.1. Struktur Geologi .....	7
2.2.2. Stratigrafi Regional.....	10
2.2.3. <i>Petroleum System</i> .....	13
2.3. Karakteristik Reservoir .....	15
2.4. <i>Production History</i> Lapangan “Kanaya” .....	16
<b>BAB III. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>18</b>
3.1. <i>Electric Submersible Pump</i> (ESP).....	18
3.1.1. Prinsip Kerja ESP .....	20
3.1.2. <i>Screening Criteria Gas Lift</i> dan ESP .....	20
3.1.3. Peralatan ESP.....	21
3.1.3.1 Peralatan di Bawah Permukaan .....	22
3.1.3.1.1. <i>Motor</i> .....	22
3.1.3.1.2. <i>Protector</i> .....	25
3.1.3.1.3. <i>Pump Intake/Gas Separator</i> .....	27
3.1.3.1.4. Pompa .....	30
3.1.3.1.5. Kabel Listrik.....	32
3.1.3.1.6. <i>Check valve</i> dan <i>Bleeder valve</i> .....	33
3.1.3.2 Peralatan di Atas Permukaan.....	35

**DAFTAR ISI**  
**(Lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
3.1.3.2.1. <i>Wellhead</i> .....	35
3.1.3.2.2. <i>Junction Box</i> .....	35
3.1.3.2.3. <i>Switchboard</i> .....	36
3.1.3.2.4. <i>Transformer</i> .....	37
3.1.4. Karakteristik Kinerja ESP .....	38
3.1.4.1 <i>Pump Performance Curve</i> ESP .....	38
3.1.4.2 <i>Head Capacity Curve</i> .....	39
3.1.4.3 <i>Efficiency Curve</i> .....	40
3.1.4.4 <i>Brake Horse Power</i> .....	41
3.1.4.5 Kurva <i>Intake</i> Pompa .....	41
3.1.4.5.1. Pompa ESP Memompa Cairan .....	42
3.1.4.5.2. Pompa ESP Memompa Cairan dan Gas .....	42
3.1.4.5.3. Pengaruh Gas Terhadap Performa ESP .....	42
3.2. Metodologi Perencanaan ESP .....	43
3.2.1. Penentuan Laju Alir dan Tekanan Alir Optimum .....	44
3.2.2. Penentuan Produktivitas Formasi .....	44
3.2.3. Kurva <i>Inflow Performance Relationship</i> (IPR) .....	45
3.2.3.1. Kurva IPR Aliran Satu Fasa .....	45
3.2.3.2. Kurva IPR Metode Pudjo Soekarno .....	46
3.3. Kelakuan Aliran Fluida Dalam Pipa .....	47
3.3.1. Sifat Fisik Fluida Reservoir .....	48
3.3.1.1. <i>Specific Gravity</i> .....	48
3.3.1.2. <i>Bubble Point Pressure</i> (Pb) .....	48
3.3.1.3. <i>Gas Oil Ratio</i> (GOR) .....	49
3.3.1.4. Kelarutan Gas Dalam Minyak (R <sub>s</sub> ) .....	49
3.3.1.5. Faktor Volume Formasi (Boi) .....	50
3.3.1.6. Viskositas ( $\mu$ ) .....	50
3.3.1.7. Kecepatan Aliran .....	50
3.3.2. <i>Friction Loss</i> .....	51
3.3.3. Gradien Tekanan Fluida .....	52
3.4. Pemilihan Pompa ESP .....	52
3.4.1 Perkiraan <i>Pump Setting Depth</i> .....	53
3.4.1.1. <i>Pump Setting Depth</i> Minimum .....	53
3.4.1.2. <i>Pump Setting Depth</i> Maksimum .....	54
3.4.1.3. <i>Pump Setting Depth</i> Optimum .....	54
3.4.2 Perhitungan Persentase Gas di Dalam Pompa .....	55
3.4.3 Perkiraan Jumlah Tingkat Pompa .....	58

**DAFTAR ISI**  
**(Lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
3.4.4 Pemilihan Peralatan Penunjang Pompa.....	60
3.4.4.1. Pemilihan <i>Motor</i> .....	60
3.4.4.2. Pemilihan Kabel Listrik .....	61
3.4.4.3. Pemilihan <i>Switchboard</i> dan <i>Transformer</i> .....	62
<b>BAB IV. PERHITUNGAN.....</b>	<b>64</b>
4.1. Profile Sumur “Grace” .....	64
4.2. Pembuatan Kurva IPR Sumur “Grace” .....	67
4.3. Penentuan Laju Alir dan Tekanan Alir Optimum.....	72
4.4. Perencanaan ESP Sumur “Grace” .....	73
4.4.1. Penentuan <i>Static fluid level (SFL)</i> dan <i>Dynamic Fluid Level (DFL)</i> .....	73
4.4.2. Penentuan <i>Pump Setting Depth</i> .....	74
4.4.3. Perhitungan <i>Total Dynamic Head (TDH)</i> .....	82
4.4.4. Pemilihan Tipe Pompa .....	83
4.4.5. Penentuan Jumlah <i>Stages</i> Optimum Pompa Dengan Uji Sensitivitas .....	89
4.5. Penentuan Peralatan Pendukung ESP .....	93
4.5.1. Pemilihan <i>Motor</i> .....	93
4.5.2. Pemilihan Kabel.....	95
4.5.3. Pemilihan <i>Transformator</i> dan <i>Switchboard</i> .....	97
4.6. Hasil Perencanaan ESP .....	98
<b>BAB V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>100</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN.....</b>	<b>106</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>107</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>109</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>113</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1.1.</b> <i>Flowchart</i> Metodologi Perencanaan ESP Untuk Meningkatkan Laju Produksi Pada Sumur “Grace” Lapangan “Kanaya” .....	4
<b>Gambar 2.1.</b> Peta Lokasi Lapangan “Kanaya” .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Peta Operasi Lapangan “Kanaya” .....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Peta Geologi Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur .....	9
<b>Gambar 2.4.</b> Kerangka Tektonik Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur .....	10
<b>Gambar 2.5.</b> Kolom Stratigrafi Sub-Cekungan Tarakan .....	13
<b>Gambar 2.6.</b> <i>Petroleum System</i> Pada Cekungan Tarakan .....	15
<b>Gambar 2.7.</b> <i>Production Performance</i> Sumur “Grace” .....	17
<b>Gambar 3.1.</b> Bagian-Bagian ESP .....	19
<b>Gambar 3.2.</b> Instalasi ESP .....	22
<b>Gambar 3.3.</b> Bagian Utama dari <i>Motor Pompa</i> ESP .....	23
<b>Gambar 3.4.</b> Perbedaan ESP String Dengan atau Tanpa <i>Casing Shroud</i> .....	25
<b>Gambar 3.5.</b> Bagian-Bagian <i>Protector</i> .....	26
<b>Gambar 3.6.</b> <i>Labyrinth (Left) and Positive Seal (Right) of Protector Type</i> ...	27
<b>Gambar 3.7.</b> <i>Rotary Gas Separator</i> .....	29
<b>Gambar 3.8.</b> <i>Reverse Flow Separator</i> .....	30
<b>Gambar 3.9.</b> Bagian-Bagian Pompa ESP .....	31
<b>Gambar 3.10.</b> Skema <i>Impeller</i> dan <i>Diffuser</i> Dalam Satu <i>Stage</i> .....	32
<b>Gambar 3.11.</b> Komponen-Komponen <i>Power Cable</i> ESP .....	33
<b>Gambar 3.12.</b> <i>Check Valve</i> .....	34
<b>Gambar 3.13.</b> <i>Bleeder Valve</i> .....	34
<b>Gambar 3.14.</b> <i>Wellhead</i> ESP .....	35
<b>Gambar 3.15.</b> <i>Junction Box</i> .....	36
<b>Gambar 3.16.</b> <i>Switchboard</i> .....	37
<b>Gambar 3.17.</b> <i>Transformer</i> .....	38
<b>Gambar 3.18.</b> <i>Pump Performance Curve</i> D725N/60hz .....	39

**DAFTAR GAMBAR**  
**(Lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 3.19.</b> <i>Up-thrust &amp; Down-thrust</i> .....	41
<b>Gambar 3.20.</b> <i>Fenomena Gas Lock</i> .....	43
<b>Gambar 3.21.</b> <i>Grafik Friction loss Hazen-William</i> .....	51
<b>Gambar 3.22.</b> <i>Skematik Pump Setting Depth ESP</i> .....	55
<b>Gambar 3.23.</b> <i>Grafik Voltage Drop</i> .....	62
<b>Gambar 4.1.</b> <i>Profile Existing Sumur “Grace”</i> .....	66
<b>Gambar 4.2.</b> <i>Kurva Inflow Performance Relationship Sumur “Grace”</i> .....	72
<b>Gambar 4.3.</b> <i>Pump Performance Curve AN900, 60 Hz</i> .....	83
<b>Gambar 4.4.</b> <i>Pump Performance Curve D725N, 60 Hz</i> .....	85
<b>Gambar 4.5.</b> <i>Pump Performance Curve DN1100, 60 Hz</i> .....	87
<b>Gambar 4.6.</b> <i>Kurva IPR dengan Outflow (Pwf) Sumur Grace</i> .....	91
<b>Gambar 4.7.</b> <i>Kurva IPR dengan Outflow (Pwf) Sumur Grace ESP</i> .....	92
<b>Gambar 4.8.</b> <i>Pressure vs Depth After ESP</i> .....	93
<b>Gambar 4.9.</b> <i>Cable Voltage Drop/1000 ft</i> .....	96

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 3.1.</b> Konstanta $C_n$ untuk Masing-masing $A_n$ .....	47
<b>Tabel 3.2.</b> <i>Gas Separator Efficiency</i> .....	58
<b>Tabel 4.1.</b> Data Analisa Sumur “Grace” .....	64
<b>Tabel 4.2.</b> Laju Alir Fluida Untuk Berbagai Harga $P_{wf}$ .....	71
<b>Tabel 4.3.</b> Penentuan Laju Alir Dan Tekanan Alir Optimum Pompa .....	73
<b>Tabel 4.4.</b> Tabulasi Uji Sensitivitas <i>Pump Setting Depth</i> Terhadap RS dan % Gas Bebas Sumur “Grace” .....	81
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil Perhitungan <i>Pump Performance Curve</i> Untuk Pompa AN900, D725N dan Pompa D1100N .....	88
<b>Tabel 4.6.</b> Perhitungan <i>Outflow</i> Perencanaan ESP.....	90
<b>Tabel 4.7.</b> Hasil Perhitungan Perencanaan ESP.....	92
<b>Tabel 4.8.</b> Kenaikan Laju Produksi Perencanaan ESP .....	92
<b>Tabel 4.9.</b> Spesifikasi Tipe <i>Motor</i> ESP Sumur “Grace” .....	94
<b>Tabel 4.10.</b> Spesifikasi Tipe Kabel ESP Sumur “Grace” .....	97
<b>Tabel 4.11.</b> Hasil Perencanaan ESP Sumur “Grace” .....	99

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran A</b> Profile Sumur “Grace” Perencanaan ESP.....	114
<b>Gambar A.1.</b> <i>Well Diagrams</i> Perencanaan ESP Sumur “Grace”.....	114
<b>Lampiran B</b> Data dan Sejarah Produksi .....	115
<b>Tabel B-1</b> Data Produksi Sumur “Grace” .....	115
<b>Tabel B-2</b> Data <i>Water Cut</i> dan Sampel Pasir Sumur “Grace”.....	116
<b>Tabel B-3</b> Data Tekanan dan Temperatur Sumur “Grace” .....	116
<b>Tabel B-4</b> Data Produksi Terakhir Sumur “Grace” .....	117
<b>Lampiran C</b> Perhitungan Sensitivitas PSD .....	118
<b>Tabel C-1</b> Perhitungan GOR’ Menggunakan Korelasi Standing.....	118
<b>Tabel C-2</b> Sensitivitas Gas Bebas vs PSD Berbagai Kedalaman .....	119
<b>Lampiran D</b> Sensitivitas Jumlah <i>Stages</i> Perencanaan Pompa ESP.....	120
<b>Tabel D-1</b> Tabulasi <i>Outflow</i> 150 <i>Stage</i> Pada Berbagai Laju Alir.....	120
<b>Lampiran E</b> Pemilihan Peralatan Pendukung ESP.....	121
<b>Gambar E.1.</b> Spesifikasi 540 <i>Motor Dominators</i> .....	121
<b>Gambar E.2.</b> Spesifikasi <i>Motor</i> .....	121
<b>Gambar E.3.</b> Ukuran Kabel AWG .....	122
<b>Gambar E.4.</b> Spesifikasi <i>Transformer</i> .....	122
<b>Gambar E.5.</b> Spesifikasi <i>Switchboard</i> .....	123