

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | ii |
| PRAKATA..... | iii |
| MOTTO | v |
| PERSEMBAHAN..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| INTISARI..... | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Tugas akhir..... | 4 |
| 1.5 Manfaat Tugas akhir..... | 4 |
| 1.6 Metodologi Tugas akhir | 4 |
| 1.7 Jadwal Magang..... | 5 |
| 1.8 Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1 Definisi Pompa | 7 |
| 2.1.1 Pompa Sentrifugal | 9 |
| 2.1.2 Klasifikasi Pompa Sentrifugal..... | 10 |
| 2.2 <i>Electrical Submersible Pump</i> | 16 |
| 2.3 Prinsip Dasar ESP | 17 |
| 2.4 <i>Variable Speed Drive</i> | 20 |
| 2.4.1 Prinsip Kerja <i>Variabel Speed Drive</i> | 22 |
| 2.4.2 Komponen Penyusun <i>Variabel Speed Drive</i> | 23 |
| 2.4.3 Operasi Panel <i>Variabel Speed Drive</i> | 30 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.4.4 | Hubungan Nilai Frekuensi dan Kecepatan Putar | 31 |
| 2.5 | Peralatan <i>Electrical Submersible Pump</i> (ESP)..... | 32 |
| 2.5.1 | Peralatan Di bawah Permukaan | 32 |
| 2.5.2 | Peralatan Di atas Permukaan..... | 40 |
| 2.6 | Parameter Kemampuan Berproduksi Sumur | 48 |
| 2.6.1 | Menentukan Kinerja Pompa ESP | 49 |
| 2.6.2 | Design motor | 50 |
| 2.7 | Parameter Motor Induksi Pada <i>Electrical Submersible Pump</i> | 51 |
| 2.7.1 | Hubungan Torsi, Daya dan Kecepatan..... | 52 |
| 2.7.2 | Efisiensi Motor | 55 |
| BAB III METODELOGI TUGAS AKHIR | | 56 |
| 3.1. | Studi Literatur..... | 59 |
| 3.2. | Pengumpulan Data Perancangan <i>Electrical Submersible Pump</i> (ESP) Sumur Eksploitasi X-140 | 59 |
| 3. 2. 2 | Data Fluida Level Sumur Eksploitasi X-140 | 60 |
| 3. 2. 3 | Data Tekanan pada Sumur Produksi X-140..... | 61 |
| 3. 2. 3 | Data Produksi Test Sumur X-140 | 62 |
| 3. 3 | Perhitungan | 63 |
| 3. 4 | Pengujian..... | 65 |
| 3.4.1 | <i>Tunning</i> VSD | 66 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN TUGAS AKHIR..... | | 70 |
| 4. 1 | Perhitungan Nilai Kurva IPR | 70 |
| 4. 2 | Analisis Kemampuan Sumur X-140 | 74 |
| 4.3 | Optimasi Desain <i>Electrical Submersible Pump</i> (ESP) untuk Frekuensi Maksimal 50 Hz | 75 |
| 4. 4 | Penggunaan VSD pada Pompa ESP..... | 80 |
| 4. 4. 1 | <i>Tapping</i> Transformer | 80 |
| 4. 4. 2 | Analisa Nilai Frekuensi Terhadap Debit Fluida..... | 82 |
| 3.4.3 | Analisa Operasi Motor Menggunakan Variable Frekuensi..... | 85 |
| 4. 5 | Analisa konversi energi pada <i>Electrical Submersibel Pump</i> (ESP)..... | 92 |

| | |
|---------------------|----|
| BAB V PENUTUP..... | 93 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 93 |
| 5.2 Saran | 94 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 1. 1 | Grafik survei produksi-konsumsi minyak di Indonesia..... | 1 |
| Gambar 2.1 | Konversi Energi Pada Pompa | 7 |
| Gambar 2.2 | Konversi Energi Pada Pompa | 8 |
| Gambar 2.3 | Kerja Pompa | 8 |
| Gambar 2.4 | Analogi Proses Pengaliran Pada Pompa Sentrifugal | 9 |
| Gambar 2.5 | Pompa Sentrifugal | 10 |
| Gambar 2.6 | Pompa radial flow | 11 |
| Gambar 2.7 | Pompa mixed flow | 12 |
| Gambar 2.8 | Pompa axial flow | 12 |
| Gambar 2.9 | Pompa volute | 13 |
| Gambar 2.10 | Pompa diffuser | 13 |
| Gambar2. 11 | Impeler tertutup | 14 |
| Gambar2. 12 | Impeler setengah terbuka | 15 |
| Gambar 2.13 | Impeler terbuka (opened impeller) | 15 |
| Gambar 2.14 | Single stage impeller _ | 16 |
| Gambar 2.15 | Skema Rangkaian ESP | 17 |
| Gambar 2.16 | Prinsip Kerja Pompa ESP | 18 |
| Gambar 2.17 | Bentuk fisik dari ESP | 20 |
| Gambar 2.18 | Blok diagram <i>Variabel Speed drive</i> 3 fasa | 22 |
| Gambar2. 19 | representasi <i>converter</i> 3 fasa | 23 |
| Gambar 2.20 | Skematik Rangkaian <i>Converter</i> Pada VSD | 24 |
| Gambar 2.21 | ilustrasi rectifier | 24 |
| Gambar 2.22 | Schmatic <i>Inverter</i> Pada VSD | 25 |
| Gambar 2.23 | Bentuk fisik <i>Inverter-converter</i> pada VSD | 26 |
| Gambar 2.24 | Bentuk Fisik IGBT pada VSD | 27 |
| Gambar 2.25 | PWM Wavefrom | 27 |
| Gambar 2.26 | Bentuk Fisik Motor pada Pompa ESP | 32 |
| Gambar 2.27 | Struktur Penyusun Motor pada Pompa ESP | 33 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.28 Bentuk Fisik Protektor | 35 |
| Gambar 2.29 <i>Intake</i> atau Gas Separator | 36 |
| Gambar 2.30 bentuk fisik dari gas saparator | 36 |
| Gambar 2.31 Pump Unit | 37 |
| Gambar 2.32 Bentuk Fisik Check Valve | 38 |
| Gambar 2.33 Bentuk fisik kabel pada pompa ESP..... | 39 |
| Gambar 2.34 Ilustrasi penggunaan kabel pada pompa ESP | 40 |
| Gambar 2.35 Struktur well head | 41 |
| Gambar 2.36 bentuk fisik junction box | 41 |
| Gambar 2.37 Nameplate <i>Variable Speed Drive</i> | 43 |
| Gambar 2.38 Name Plate Transfromator Step Down yang digunakan | 44 |
| Gambar 2.39 Daya pada motor | 53 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan ESP..... | 57 |
| Gambar 3.2 Mekanikal Status Sumur Eksploitasi X-140..... | 60 |
| Gambar 3.3 Layar penampilVSD | 66 |
| Gambar 3.4 Layar penampilVSD | 67 |
| Gambar 3.5 Layar penampilVSD | 67 |
| Gambar 3.6 Layar penampilVSD | 68 |
| Gambar 3.7 Layar penampilVSD | 68 |
| Gambar 3.8 Layar penampilVSD | 69 |
| Gambar 4. 1 Skema Pemasangan Pompa ESP..... | 46 |
| Gambar 4. 2 Grafik kurva IPR sumur x-140 | 74 |
| Gambar 4. 3 Grafik pump performance curve ESP ING3100..... | 76 |
| Gambar 4. 4 Grafik Voltage Drop | 77 |
| Gambar 4. 5 Name Plate Transformer..... | 81 |
| Gambar 4. 6 Grafik Debit Fluida dan Frekuensi Running VSD | 85 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Data-Data Penelitian..... | 58 |
| Tabel 3. 2 Data Fluid Level Sumur Produksi X-140 | 61 |
| Tabel 3. 3 Data Tekanan Sumur Produksi X-140 | 62 |
| Tabel 3. 4 Data Produksi Test Sumur Produksi X-140 | 63 |
| Tabel 3. 5 Tabel nilai Q1-Qx..... | 64 |
| Tabel 4. 1 Parameter Keadaan Fluida Sumur Produksi X-140..... | 70 |
| Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Pwf dan Qmaks..... | 73 |
| Tabel 4. 3 Spesifikasi motor | 76 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Arus dan Tegangan Transformer Step-Up | 81 |
| Tabel 4. 5 Debit Fluida Terpompa Sumur Eksploitasi X-140 | 83 |
| Tabel 4. 6 Nilai arus listrik pada motor | 88 |
| Tabel 4. 7 Nilai daya input pada motor | 88 |
| Tabel 4. 8 Tabel hasil perhitungan daya..... | 89 |
| Tabel 4. 9 Daya poros pompa..... | 90 |