

**EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG *ELECTRICAL*
SUBMERSIBLE PUMP PADA SUMUR KY LAPANGAN TANJUNG**

TUGAS AKHIR

JANUARIKA VERONIKA FINYABIN MANGGRAT

124.16.016



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2020**

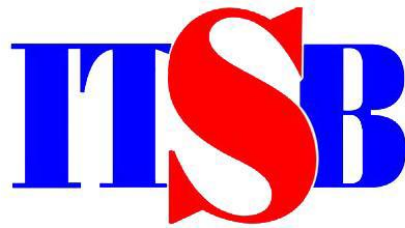
**EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG *ELECTRICAL*
SUBMERSIBLE PUMP PADA SUMUR KY LAPANGAN TANJUNG**

TUGAS AKHIR

JANUARIKA VERONIKA FINYABIN MANGGRAT

124.16.016

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 DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2020**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas Akhir ini adalah Hasil Karya Sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar.

JANUARIKA VERONIKA FINYABIN MANGGRAT

124.16.016



5 November 2020

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP PADA SUMUR KY LAPANGAN TANJUNG

TUGAS AKHIR

JANUARIKA VERONIKA FINYABIN MANGGRAT

124.16.016

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

Kota Deltamas, 5 November 2020

Menyetujui

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink that reads "Aries Prasetyo". The signature is written in a cursive style and is underlined.

Ir. Aries Prasetyo, M.T.,

NIP: 195303041980081001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan pertolonganNya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi dan Perencanaan Ulang *Electrical Submersible Pump* Pada Sumur KY Lapangan Tanjung ” dengan baik.

Laporan ini merupakan hasil dari apa yang penulis kerjakan selama proses Tugas Akhir. Laporan ini juga disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung (ITSB). Saya berharap Laporan ini dapat bermanfaat kepada semua orang yang membacanya, sehingga dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai optimasi kinerja pompa yang tepat pada suatu lapangan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis terbuka bagi segala kritik dan saran yang membangun dari pihak maupun agar Laporan ini menjadi lebih baik. Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan, dukungan, bantuan dan arahan yang berasal dari berbagai pihak. Berkat bantuan dari pihak-pihak tersebut, semua hambatan yang muncul dalam kegiatan ini dapat teratasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan Terima Kasih kepada :

- 1) Tuhan Yesus Kristus atas kesehatan dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 2) Bapak Kores Manggrat dan Ibu Yohana Was selaku Orang Tua,serta Kakak-kakak tercinta Alexander Manggrat, Ayub Manggrat dan Yohanes Manggrat yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam bentuk Moril, Materil maupun Do'a. Sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- 3) Bapak Ir. Aries Prasetyo, M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Perminyakan ITSB dan yang selalu membimbing dalam menganalisa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

- 4) Kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Perminyakan ITSB angkatan 2016 (PETROUP), yang menemani dan memberikan motivasi bersama penulis pada saat penyusunan Laporan Tugas Akhir.
- 5) Auliya Rahmanjay, Emeraldal Monica, Islamita Aslini, dan Laurensius Caldas selaku rekan jurusan Teknik Perminyakan yang selalu bertukar pikiran.
- 6) Kepada Theodora Tanawany, Maria Naa, Naomi Bieth, Stella Salakory, Jonatan Butar-Butar, Audrey Fairyo dan Irene Simbolon yang selalu menemani dan memberikan semangat.
- 7) Rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Perminyakan – Petrolea ITSB.
- 8) Seluruh Staff Akademik maupun non-Akademik ITSB yang membantu melancarkan proses mendapatkan Beasiswa di ITSB.
- 9) Semua pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Penulis menyadari menyadari bahwa sejauh ini masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini karena keterbatasan ilmu, pengalaman dan kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa. Untuk kemajuan penulis diharapkan atas masukan, kritik, saran dan motivasi yang membangun.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sebagai sarana menambah ilmu dan berbagi pengalaman.

Kota Deltamas, 5 November 2020

Penulis

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Januarika Veronika Finyabin Manggrat
NIM : 124.16.016
Program Studi : Teknik Perminyakan
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** atas Karya Ilmiah saya yang berjudul:

“EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP*
PADA SUMUR KY LAPANGAN TANJUNG”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royal Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai Penulis/Pencipta dan sebagai Pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Kota Deltamas, 5 November 2020

Yang menyatakan



Januarika Veronika F Manggrat

DAFTAR ISI

KATA PENGHANTAR	5
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	7
ABSTRAK	8
DAFTAR ISI	10
DAFTAR GAMBAR	13
DAFTAR TABEL	15
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Batasan Masalah.....	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	17
1.4 Manfaat Penelitian.....	17
1.5 Metodologi Penelitian.....	17
1.6 Sistematika Penulisan.....	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Produktivitas Formasi.....	20
2.1.1 Aliran Fluida dalam Media Berpori.....	20
2.1.2 Aliran Laminer dan Turbulen dalam Pipa.....	23
2.1.3 Index Produktivitas.....	24
2.1.4 Laju Produksi Maksimal.....	25
2.1.5 Laju Produksi Optimal.....	26
2.1.6 Laju Produksi Minyak.....	26
2.2 Inflow Performancw Relationship.....	26
2.2.1 Kurva IPR Satu Fasa.....	27

2.2.2 Kurva IPR Dua Fasa	29
2.3 Metode Produksi.....	30
2.4 Electrical Submersible Pump (ESP)	32
2.4.1 Peralatan Atas Permukaan ESP.....	33
2.4.2 Peralatan Bawah Permukaan ESP	38
2.5 Karakteristik Kinerja Electrical Submersible Pump (ESP)	49
2.5.1 Kelakuan ESP (Pump Performance Curve)	49
2.5.2 Brake Horse Power.....	51
2.5.3 Kurva Intake Pump.....	52
2.5.4 Pompa Benam Listrik Memompa Cairan	52
2.5.5 Pompa Benam Listrik Memompa Cairan dan Gas	53
2.6 Dasar Perhitungan Electricl Submersible Pump	53
2.6.1 Perkiraan Laju Produksi Maksimum	53
2.6.2 Pemilihan Ukuran dan Tipe Pompa	54
2.6.3 Perkiraan Pump Setting Depth	54
2.6.4 Static Fluid Level	54
2.6.5 Working Fluid Level.....	54
2.6.6 Suction Head	55
2.6.7 Kavitasi dan Positive Suction Head (NPHS)	56
2.6.8 Pump Setting Depth Minimum.....	56
2.6.9 Pump Setting Depth Maksimum.....	57
2.6.10 Pump Setting Depth Optimum	57
2.6.11 Perhitungan Total Dynamic Head (TDH)	58
2.6.12 Perkiraan Jumlah Stage Pompa	58

2.6.13 Pemilihan Motor dan Horse Power.....	59
2.6.14 Pemilihan Switchboard dan Transformer.....	59
2.6.15 Sistem Variable Speed Drive.....	59
2.7 Sistem Nodal.....	60
2.7.1 Analisa Sistem Nodal untuk Sumur Flowing.....	63
2.7.2 Analisa Sistem Nodal untuk Sumur Artificial Lift.....	63
2.7.3 Penyelesaian Analisa Sistem Nodal untuk Metode Produksi Electrical Submersible Pump (ESP).....	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	66
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	67
4.1 Data Sumur Kajian.....	67
4.1.1 Data Reservoir.....	67
4.1.2 Data Fluida.....	67
4.1.3 Data Sumur.....	68
4.1.4 Data Pompa.....	68
4.2 Evaluasi Gradien Fluida.....	68
4.3 Penentuan Produktivitas Formasi.....	72
4.4 Optimasi ESP Terpasang.....	74
4.4.1 Optimasi ESP Terpasang Dengan Analisa Nodal Menggunakan Stages	75
4.4.2 Optimasi ESP Terpasang Dengan Analisa Nodal Menggunakan Frekuensi	79
4.4.2.1 Penentuan Head dan Motor Load.....	81
4.4.2.2 Penentuan Rate, Head dan Motor Load dengan Frekuensi Baru.....	81
4.4.2.3 Pembuatan Kurva Intake Pompa (P3) Pada Setiap Frekuensi.....	83
4.5 Optimasi ESP dengan Mengganti Pompa.....	88
4.5.1 Optimasi Pompa Baru dengan Analisa Nodal Menggunakan Stages.....	88

4.5.2 Optimasi Pompa dengan Analisa Nodal Menggunakan Frekuensi	92
4.6 Re-Desain Pompa Baru untuk Sumur KY	100
4.7 Penentuan Pompa dan Perhitungan Jumlah Stage.....	101
4.8 Kurva Inflow Performance Relationship Future.....	102
BAB V PEMBAHASAN.....	103
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
6.1 Kesimpulan	109
6.2 Saran	110

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Laminer dan Aliran Turbulen.....	22
Gambar 2.2 Kurva IPR Satu Fasa	28
Gambar 2.3 Kurva IPR Dua Fasa	29
Gambar 2.4 Typical Standard Complete Pumping System	32
Gambar 2.5 Wellhead	33
Gambar 2.6 Junction Box	34
Gambar 2.7 Switchboard.....	35
Gambar 2.8 Variable Speed Drive.....	37
Gambar 2.9 Pressure Sensing Instrument	38
Gambar 2.10 Motor	40
Gambar 2.11 Protector.....	41
Gambar 2.12 Gas Separator	43
Gambar 2.13 Impeller dan Diffuser.....	44
Gambar 2.14 Skema Impeller dan Diffuser	44
Gambar 2.15 Unit Pompa	45
Gambar 2.16 Kabel.....	46
Gambar 2.17 Check Valve	47
Gambar 2.18 Bleeder Valve.....	47
Gambar 2.19 Kurva Kinerja ESP	48
Gambar 2.20 Berbagai Posisi Pompa Pada Kedalaman Sumur	55
Gambar 2.21 Sistem Sumur Produksi.....	60
Gambar 2.22 Kurva Performance untuk ESP	64
Gambar 2.23 Kurva Intake untuk ESP	65

Gambar 4.1 Centrilift Pump Curve	72
Gambar 4.2 Kurva IPR	75
Gambar 4.3 Centrilift 400P16 Pump Curve.....	76
Gambar 4.4 Head Pada Qasumsi 1200 BPD Centrilift 400P22	79
Gambar 4.5 Kurva IPR vs Pump Intake Pressure	80
Gambar 4.6 Pump Curve Ceentrilift 400P16 untuk Menentukan Head dan Motor Load81	
Gambar 4.7 Head Pada Qasumsi 780 BPD Centrilift 400P16.....	85
Gambar 4.8 Analisa Nodal dengan Frekuensi Pada Pompa Centrilift 400P16.....	87
Gambar 4.9 Head Pada Qasumsi 1200 BPD Centrilift 400P22	90
Gambar 4.10 Kurva IPR vs Pump Intake Pressure	91
Gambar 4.11 Analisa Nodal dengan 178 Stages pada Pompa Centrilift 400P22	92
Gambar 4.12 Pump Performance Curve Centrilift 400P22	93
Gambar 4.13 Analisa Nodal dengan Frekuensi pada Pompa Centrilift 400P22	98
Gambar 4.14 Analisa Nodal Frekuensi 64 Hz pada Pompa Centrilift 400P22	98
Gambar 4.15 Optimasi Centrilift 178 Stages 64 Hz.....	99
Gambar 4.16 Pump Curve REDA DN1750.....	101
Gambar 4.17 Kurva IPRF	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Index Produktivity	24
Tabel 4.1 Data Reservoir	67
Tabel 4.2 Data Fluida	67
Tabel 4.3 Data Sumur	68
Tabel 4.4 Data Pompa	68
Tabel 4.5 Data Evaluasi pada Centrilift 400P16	71
Tabel 4.6 IPR qo terhadap Pwf	73
Tabel 4.7 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 400P22	78
Tabel 4.8 Hasil Penyesuaian Frekuensi Centrilift 400P16	81
Tabel 4.9 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 60 Hz	85
Tabel 4.10 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 50 Hz	85
Tabel 4.11 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 54 Hz	85
Tabel 4.12 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 64 Hz	86
Tabel 4.13 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 68 Hz	86
Tabel 4.14 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 400P22	90
Tabel 4.15 Hasil Penyesuain Frekuensi Centrilift 400P22 Sumur “KY”	93
Tabel 4.16 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 400P22 60 Hz	95
Tabel 4.17 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 400P22 62 Hz	96
Tabel 4.18 Pump Intake Pressure pada ESP Centrilift 400P22 64 Hz	96
Tabel 5.1 Data Evaluasi pada Centrilift 400P16	104
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah dillakukan Optimasi dan Desain Pompa Baru	107