

**EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE*
PUMP DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING*
FREQUENCY DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK
MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR
“AK P-10”**

TUGAS AKHIR

**APRILIA RIZKI KOMARA PUTRI
124.19.006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
BEKASI
SEPTEMBER 2023**

**EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE*
PUMP DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING*
FREQUENCY DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK
MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR
“AK P-10”**

TUGAS AKHIR

APRILIA RIZKI KOMARA PUTRI

124.19.006

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
BEKASI
SEPTEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aprilia Rizki Komara Putri

NIM : 124.19.006

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 September 2023

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING FREQUENCY* DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR “AK P-10”

TUGAS AKHIR

APRILIA RIZKI KOMARA PUTRI

124.19.006

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,

Bekasi, 9 September 2023

Pembimbing,



Aries Prasetyo, S.T., M.T.

NIDN.0414046806

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Perminyakan



Aries Prasetyo, S.T., M.T.

NIDN.0414046806

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING FREQUENCY* DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR “AK P-10””**.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Sains Bandung. Ucapan terima kasih dari penulis atas semua bantuan moril dan spiritual kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan, mendukung serta memberikan dukungan moral dan materil.
2. Pak Aries Prasetyo, S.T., M.T., sebagai ketua Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung sekaligus sebagai Dosen Pembimbing dalam penyusunan tugas akhir penulis.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Perminyakan di Institut Teknologi Sains Bandung.
4. Diri sendiri yang sudah berjuang dan melawan segala hal yang menghambat dalam menulis tugas akhir ini.
5. Bang Raka Faturakman, S.T., yang telah membantu dan memberi arahan kepada penulis hingga tugas akhir ini selesai dibuat.
6. Oki, Silvi, Miran, Liza, Anggito yang telah memberi semangat serta motivasi kepada penulis hingga tugas akhir ini selesai dibuat.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Perminyakan ITSB, terkhusus angkatan 2019 yang saya cintai dan sayangi.
8. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis sadar masih banyak kekurangan dalam segala hal sehingga masih diperlukan perbaikan. Kritik dan saran yang

membangun sangat penulis harapkan dari pembaca untuk kesempurnaan Tugas Akhir dimasa yang akan datang.

Akhir kata, Penulis berharap Allah Subhanahu Wa Ta'ala berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dari segi apapun. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu Teknik Perminyakan.

Bekasi, 9 September 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final flourish.

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas Akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aprilia Rizki Komara Putri
NIM : 124.19.006
Program Studi : Teknik Perminyakan
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung atas **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING FREQUENCY* DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR “AK P-10”**”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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 sebenar-benarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : 9 September 2023

Yang menyatakan



(Aprilia Rizki Komara Putri)

ABSTRAK

EVALUASI DAN OPTIMASI *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* DENGAN UJI SENSITIVITAS DARI *OPERATING FREQUENCY* DAN JUMLAH *STAGES* UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PADA SUMUR “AK P-10”

Oleh: Aprilia Rizki Komara Putri

Pembimbing: Aries Prasetyo, S.T., M.T.

Pada sumur AK P-10 akan dilakukan evaluasi dan optimasi desain awal dari ESP yang bertujuan untuk mengetahui efisiensi desain awal pada pompa ESP. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan analisis kurva IPR serta beberapa parameter sensitivitas, seperti jumlah *stages* dan *operating frequency*. Hasil Setelah dilakukan evaluasi menunjukkan bahwa pada sumur AK P-10 memiliki laju alir yang kurang optimal, sehingga perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan target laju produksi yang maksimal. Optimasi ESP yang dilakukan yaitu dengan melakukan uji sensitivitas pada sumur AK P-10 untuk menemukan desain akhir ESP yang diinginkan. Dari hasil sensitivitas yang telah dilakukan dapat meningkatkan laju produksi sumur AK P-10 sesuai dengan target laju produksi yang diinginkan.

Kata Kunci: ESP, IPR, evaluasi, optimasi, sensitivitas, pompa, *AOFP*, *artificial lift*, *stages*, *frequency*

ABSTRACT

EVALUATION AND OPTIMIZATION OF THE ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP BY TESTING THE SENSITIVITY OF THE OPERATING FREQUENCY AND THE NUMBER OF STAGES TO INCREASE THE PRODUCTION RATE IN THE AK P-10 WELL

By: Aprilia Rizki Komara Putri

Advisor: Aries Prasetyo, S.T., M.T.

In the AK P-10 well, evaluation and optimization of the initial design of the ESP will be carried out with the aim of determining the efficiency of the initial design of the ESP pump. The method used in this research is to analyze the IPR curve as well as several sensitivity parameters, such as the number of stages and operating frequency. Results After the evaluation showed that the AK P-10 well had a flow rate that was less than optimal, so optimization needed to be carried out to get the maximum production rate target. ESP optimization was carried out by carrying out a sensitivity test on the AK P-10 well to find the desired final ESP design. From the sensitivity results that have been carried out, it is possible to increase the production rate of the AK P-10 well in accordance with the desired production rate target.

Keywords: ESP, IPR, evaluation, optimization, sensitivity, pump, AOFPP, artificial lift, stages, frequency

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Produktivitas Sumur.....	5
2.1.1 <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i>	5
2.1.2 <i>Productivity Index (PI)</i>	7
2.1.3 Analisis Nodal	7
2.2 Karakteristik Fluida	9
2.2.1 <i>API Gravity</i>	9
2.2.2 <i>Specific Gravity (SG)</i>	9
2.2.3 Rasio Fluida	10
2.3 <i>Artificial Lift</i>	11
2.4 <i>Electrical Submersible Pump</i>	12
2.5 Prinsip Kerja <i>Electrical Submersible Pump</i>	13
2.6 Peralatan Pada <i>Electrical Submersible Pump</i>	14

2.6.1	Komponen Atas Permukaan (<i>Surface</i>)	14
2.6.2	Komponen Bawah Permukaan (<i>Subsurface</i>)	17
2.7	Keuntungan dan Kerugian <i>Electrical Submersible Pump</i>	22
2.8	Metode Pemilihan <i>Electrical Submersible Pump</i>	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	Diagram Alir Desain Ulang ESP	27
3.2	Metode Pengumpulan Data	28
3.3	Kurva <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i> ESP Terpasang	28
3.4	Evaluasi ESP Sumur AK P-10.....	28
3.5	Optimasi Laju Produksi ESP Pada Sumur AK P-10.....	29
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	29
BAB IV	PEMBAHASAN.....	30
4.1	Persiapan Data Penelitian.....	30
4.2	Kurva IPR.....	34
4.3	Analisis Desain Awal Pompa ESP.....	35
4.4	Evaluasi Kinerja Pompa ESP Terpasang	35
4.5	Analisis Sensitivitas	39
4.5.1	Uji Sensitivitas Dengan <i>Operating Frequency</i>	39
4.5.2	Uji Sensitivitas Dengan Jumlah <i>Stages</i>	41
4.6	Desain Akhir Pompa ESP Sumur AK P-10.....	44
BAB V	PENUTUP	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Reservoir Sumur “AK P-10”	30
Tabel 4.2 Data Fluida Sumur “AK P-10”	30
Tabel 4.3 Data Sumur “AK P-10”	31
Tabel 4.4 Data ESP Sumur “AK P-10”	31
Tabel 4.5 Ql dan Pwf Kurva IPR	34
Tabel 4.6 Desain Awal Pompa ESP Pada Sumur “AK P-10”	35
Tabel 4.7 Analisis Sensitivitas <i>Operating Frequency</i>	41
Tabel 4.8 Analisis Sensitivitas Jumlah <i>Stages</i> Pada Sumur “AK P-10”	43
Tabel 4.9 Perubahan Desain Pompa ESP Pada Sumur “AK P-10”	45
Tabel 4.10 Perubahan Produksi Fluida Pada Sumur “AK P-10”	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva IPR Satu Fasa	6
Gambar 2.2 Kurva IPR Dua Fasa.....	6
Gambar 2.3 Kurva IPR vs <i>Tubing Intake Curve</i>	8
Gambar 2.4 Tipe-Tipe <i>Artificial Lift</i>	11
Gambar 2.5 Sistem Peralatan ESP	13
Gambar 2.6 <i>Wellhead</i>	14
Gambar 2.7 <i>Transformer</i>	15
Gambar 2.8 <i>Switchboard</i>	16
Gambar 2.9 <i>Variable Speed Drive</i>	16
Gambar 2.10 <i>Junction Box</i>	17
Gambar 2.11 <i>Motor</i>	18
Gambar 2.12 <i>Centrifugal-pump stage flow path</i>	19
Gambar 2.13 <i>ESP Motor Protector</i>	20
Gambar 2.14 Tipe Kabel ESP.....	21
Gambar 2.15 <i>Bleeder Valve</i>	21
Gambar 2.16 <i>Check Valve</i>	22
Gambar 2.17 Grafik <i>Friction Loss</i> Wiliam-Hazen	25
Gambar 2.18 <i>Chart</i> Kehilangan Tegangan.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1 <i>Well Diagram</i>	32
Gambar 4.2 <i>Well Schematic</i>	33
Gambar 4.3 Kurva IPR Sumur “AK P-10”	34
Gambar 4.4 <i>Pump Performance Curve</i> SN2600.....	37
Gambar 4.5 <i>Pump Performance Curve</i> SN2600.....	39
Gambar 4.6 <i>Operating range</i> Sensitivitas <i>Operating Frequency</i>	41
Gambar 4.7 <i>Operating range</i> Sensitivitas Jumlah <i>Stages</i>	44