

ANALISIS KINERJA DAN DESAIN ULANG *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP* (ESP) DENGAN METODE KONVENSIONAL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS SUMUR X



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SEPTIAN JEFRY CAHYO NUGROHO
NIM: 41317120018

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA DAN DESAIN ULANG *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP* (ESP) DENGAN METODE KONVENSIONAL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS SUMUR MINYAK X



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Septian Jefry Cahyo Nugroho
NIM : 41317120018
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA DAN DESAIN ULANG *ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP)* DENGAN METODE KONVENSIONAL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS SUMUR MINYAK X



Disusun Oleh:

Nama : Septian Jefry Cahyo Nugroho

NIM : 41317120018

Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 8 Juli 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Septian Jefry Cahyo Nugroho

NIM : 41317120018

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja dan Desain Ulang *Electric Submersible Pump* (ESP) dengan Metode Konvensional untuk Meningkatkan Produktivitas Sumur Minyak X

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 8 Juli 2020



Septian Jefry Cahyo Nugroho

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini guna memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana S1. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankan penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST. MT selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku sekretaris program studi teknik mesin sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah sabar dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak Iriyanto dan Ibu Wahyu Winanti, sebagai kedua orang tua dari penulis yang telah senantiasa memberikan doa dan dukungan selama menempuh pendidikan Sarjana ini.
6. Teman teman teknik mesin Universitas Mercu Buana angkatan 32 yang telah memberikan masukan dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi penyusunan dan penulisannya, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penulisan selanjutnya yang lebih baik.

Jakarta, 8 Juli 2020

Septian Jefry Cahyo Nugroho

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu, sumur minyak yang diproduksi terus menerus dapat dipastikan akan mengalami penurunan laju produksi yang akan menyebabkan penurunan kinerja pompa. Turunnya kinerja pompa secara tiba-tiba dan ketidakstabilan dalam operasi sering menjadi masalah yang serius dan mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan analisis kinerja dan desain ulang pompa ESP dengan metode konvensional dimana sumur memproduksi satu fasa cairan, jumlah gas yang masuk ke dalam pompa sangat sedikit dan viskositas fluida yang diproduksi sangat kecil. Tujuannya agar dapat dibandingkan kinerja pompa yang terpasang dengan kondisi ideal, serta didapatkan desain pompa yang sesuai dengan kemampuan produksi sumur untuk meningkatkan produktivitas sumur X. Analisis kinerja dan desain ulang pompa ESP dilakukan dengan melakukan perubahan kedalaman pompa, penyesuaian kembali tipe pompa, jumlah *stages* serta motor yang digunakan berdasarkan data laju produksi yang diinginkan sesuai dengan kemampuan produksi sumur. Hasil yang didapatkan bahwa pompa GN4000 yang terpasang pada sumur X bekerja pada kondisi dimana gaya yang ditanggung oleh *thrust washer* pada *impeller* pompa dan unit *thrust bearing* pada *protector* melebihi beban maksimum yang dapat ditanggung kedua peralatan tersebut. Desain pompa yang didapatkan yang bekerja pada kondisi paling mendekati *best efficiency point* pompa untuk meningkatkan laju produksi sumur menjadi 3084 BPD adalah pompa GN3200 dengan jumlah stage sebanyak 55 stages dengan *pump setting depth* pada kedalaman 8072 ft. Motor yang digunakan dengan tipe 562 series motor 60 Hz dengan 75 HP, 1036 V dan 55,1 A.

Kata Kunci: ESP, *Electric Submersible Pump*, Analisis kinerja pompa, Desain ESP.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PERFORMANCE ANALYSIS AND RE-DESIGN OF ELECTRIC
SUBMERSIBLE PUMP (ESP) TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY
OF WELL X**

ABSTRACT

Over time when oil wells are produced continuously it is certain to experience a decrease in the rate of production which will cause a decrease in pump performance. A sudden drop in pump performance and instability in operation often become a serious problem and disrupts overall system performance. Therefor in this study will do a performance analysis and re-design of the installed ESP pump using conventional method where the well produces one liquid phase without considering the presence of gas and the viscosity of the fluid is very small. The objective is so that the installed ESP pump can be compared to the performance of the installed pump with ideal conditions and to get a pump design in accordance with the production capacity of well X to increase well productivity. Performance analysis and redesign of the ESP pump is carried out by changing the pump setting depth, re-adjusting the pump type, number of stages and the motor used based on desired production rate according to well's production capacity. The results obtained are that the GN4000 pump installed in well X works in condition where the force borne by the thrust washer on the pump and the thrust bearing unit on the protector exceeds the maximum load that can be borne by the two equipment. The pump design obtained that works in conditions closest to the best efficiency point of the pump to increase well production rate to 3084 BPD is a GN3200 pump with the number of stages of 55 stages with pump setting depth at 8072 ft. The motor type is 562 series motor in 60 Hz with 75 HP, 1036 V and 55.1 A.

Keywords: *Artificial lift, ESP, Electric Submersible Pump, pump performance analysis, ESP Design.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PRODUKTIVITAS FORMASI	5
2.1.1 Productivity Index (PI)	5
2.1.2 <i>Inflow Performance Relationship</i> (IPR)	6
2.2 KELAKUAN ALIRAN FLUIDA DALAM PIPA	10
2.2.1 Sifat Fisik Fluida	10
2.2.2 <i>Friction Loss</i>	11
2.2.3 Gradien Tekanan Fluida	11
2.3 ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP	12
2.3.1 Peralatan <i>Electric Submersible Pump</i>	14
2.3.2 Kurva Kinerja Pompa (<i>Pump Performance Curve</i>)	23
2.3.3 Desain <i>Electric Submersible Pump</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 DIAGRAM ALIR	34
3.2 ALAT DAN BAHAN	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37

4.1	EVALUASI <i>ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP</i> (ESP) TERPASANG	37
4.2	PERHITUNGAN KEMAMPUAN PRODUKSI SUMUR	38
4.3	DESAIN ULANG <i>ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP</i> (ESP)	42
BAB V PENUTUP		52
5.1	KESIMPULAN	52
5.2	SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kurva IPR Vogel Tak Berdimensi	7
Gambar 2.2. Grafik <i>Friction Loss</i> Hazen-William	12
Gambar 2.3. Instalasi <i>Electric Submersible Pump</i>	13
Gambar 2.4. Bagian Utama dari <i>Motor</i>	15
Gambar 2.5. <i>Protector</i>	17
Gambar 2.6. <i>Gas Separator</i>	18
Gambar 2.7. Skema <i>Impeller</i> dan <i>Diffuser</i>	19
Gambar 2.8. Unit Pompa	20
Gambar 2.9. Kabel Listrik	21
Gambar 2.10. <i>Junction Box</i>	22
Gambar 2.11. <i>Switchboard</i>	23
Gambar 2.12. Kurva Kinerja Pompa ESP	24
Gambar 2.13. Gaya Axial dan Range Operasi Pompa ESP	25
Gambar 2.14. Bagian Impeller	26
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1. Kurva Kinerja Pompa GN4000	38
Gambar 4.2. Grafik IPR Vogel Sumur X	42

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Kurva IPR Vogel Sumur X	41
Tabel 4.2. Stage Pompa GN3200, D3500 dan SN3600	46
Tabel 4.3. Hasil Desain Ulang Pompa ESP Sumur X	50



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
q	Laju Produksi	Bbl/day
q_{\max}	Laju Produksi Maksimum	Bbl/day
P_s	Tekanan Statis Reservoir	Psi
P_{wf}	Tekanan Alir Dasar Sumur	Psi
WC	<i>Water Cut</i>	%
OC	<i>Oil Cut</i>	%
GC	<i>Gas Cut</i>	%
SFL	<i>Statik Fluid Level</i>	ft
WFL	<i>Working Fluid Level</i>	ft
D_{midperf}	Kedalaman Sumur	ft
P_c	Tekanan casing	psi
G_f	Gradien Fluida	Psi/ft
SG_{mix}	<i>Specific gravity</i> campuran fluida	
PSD	Kedalam pemasangan pompa	ft
PIP	Tekanan pada intake pompa	Psi
FOP	Ketinggian kolom fluida diatas pompa	ft
H_D	<i>Vertical lift</i>	ft
H_F	<i>Tubing Friction Loss</i>	ft
H_T	<i>Tubing Head</i>	ft
BHP/Stage	Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan satu stage pompa	hp/stage
BHP_{pump}	Daya total yang dibutuhkan pompa	hp
$(\text{Head}/\text{stage})_{\max}$	<i>Shut-in head</i> yang dihasilkan oleh satu stage pompa	ft/stage
P_{\max}	Tekanan internal maksimum pompa	Psi
v_f	Kecepatan aliran fluida dalam <i>annulus</i>	ft/s
ID_c	Diameter dalam casing	Inch
OD_m	Diameter luar motor	Inch