



**OPTIMASI PRODUKSI SUMUR MINYAK BUMI
YANG MEMAKAI ESP (*Electric Submersible Pump*)
DAN VSD (*Variable Speed Drive*) DENGAN METODE
BINARY PROGRAMMING, Studi kasus: "Anjungan
Lepas Pantai PT. OJS (*Offshore Java Sea*)"**

TESIS

DENI AHMAD TAUFIK

55319120005

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021



**OPTIMASI PRODUKSI SUMUR MINYAK BUMI
YANG MEMAKAI ESP (*Electric Submersible Pump*)
DAN VSD (*Variable Speed Drive*) DENGAN METODE
BINARY PROGRAMMING, Studi kasus: "Anjungan
Lepas Pantai PT. OJS (*Offshore Java Sea*)"**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Industri**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
DENI AHMAD TAUFIK
55319120005

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Optimasi Produksi Sumur Minyak Bumi Yang Memakai ESP (*Electric Submersible Pump*) Dan VSD (*Variable Speed Drive*) Dengan Metode *Binary Programming*, Studi Kasus: “Anjungan Lepas Pantai PT. OJS (Offshore Java Sea)”

Nama : Deni Ahmad Taufik

NIM : 55319120005

Program : Pascasarjana - Program Studi Magister Teknik Industri

Tanggal : 12 Oktober 2021



(DR. Choesnul Jaqin, M.sc)

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

100

(Dr. Ir. Mawardi Amin M.T)

Habibullah

(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Deni Ahmad Taufik
NIM : 55319120005
Program Studi : Magister Teknik Industri

Dengan judul,

“Optimasi Produksi Sumur Minyak Bumi Dengan Metode Binary Programming, Studi Kasus: “Anjungan Lepas Pantai PT. OJS (Offshore Java Sea)”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal September 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 19 %.

Jakarta, 28 September 2021

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA 
Arie Pangudi, A.Md

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Optimasi Produksi Sumur Minyak Bumi Yang Memakai ESP (Electric Submersible Pump) Dan VSD (Variable Speed Drive) Dengan Metode Binary Programming, Studi Kasus: “Anjungan Lepas Pantai PT. OJS (*Offshore Java Sea*)”
Nama : Deni Ahmad Taufik
NIM : 55319120005
Program : Fakultas Teknik - Magister Teknik Industri
Tanggal : 8 Oktober 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 8 Oktober 2021



(Deni Ahmad Taufik)

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertasi dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas kasih sayang, karunia dan rahmat-Nya, sehingga Sidang Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Sidang Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Magister pada Bidang Studi Megister Teknik Industri, Jurusan Rekayasa Produktifitas dan Kualitas, Pasca Sarjana, Universitas Mercu Buana Jakarta dengan judul:

Optimasi Produksi Sumur Minyak Bumi Yang Memakai ESP (*Electric Submersible Pump*) Dan VSD (*Variable Speed Drive*) Dengan Metode Binary Programming, Studi Kasus: "Anjungan Lepas Pantai PT. OJS (*Offshore Java Sea*)".

Dengan segala kerendahan hati, peneliti menyadari bahwa dalam menyelesaikan penelitian Sidang tesis ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan dan dorongan. Dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kami sehingga didapatkan kemudahan dan kelancaran dalam proses penggerjaan Sidang tesis ini.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan dan mengajarkan akhlak mulia sehingga didapatkan kenyamanan dan keramahan dalam berhubungan dengan orang di sekitar.
3. Ayahanda H. Ahmad Dahlan dan Ibunda Hj. Dewi Rohani yang selalu menabatkan doa dan memberikan dukungannya serta yang telah mengajarkan kegigihan dan selalu menjadi sumber inspirasi.
4. Mertua H. Sukirman dan Ibunda Hj. Ade Robaniah yang selalu menabatkan doa dan memberikan dukungannya serta yang telah mengajarkan kegigihan dan selalu menjadi sumber inspirasi.
5. Istri tercinta Hj. Leny Marlina, Sag. yang memberikan dukungan dan semangat penuh dalam tiap waktu, serta ananda Lydia Kusumahwati, Sylvi Sabrina dan Muhammad Rizky Akram yang memotivasi dalam penyelesaian sidang tesis ini.

6. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT. selaku Ketua Program Studi Megister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana Jakarta.
7. Bapak Dr. Choenul Jaquin, M.Sc selaku dosen pembimbing Proposal Tesis yang dengan tulus memberikan segenap waktu dan bimbingannya serta dukungannya yang tak terhingga dalam penyelesaian penyusunan proposal tesis ini.
8. Bapak Dr. Bonivasius P. Ichiarto, M.Eng selaku dosen penguji dan pengampu Sidang tesis yang dengan teliti dan tulus memberikan koreksi, arahan dan bimbingan untuk perbaikan, penyempurnaan dalam penyelesaian penyusunan tesis ini.
9. Keluarga Besar Zu *Flowstation*, yang telah memberikan bantuan, dukungan dan do'anya untuk terlesaikannya studi dalam penelitian tesis ini.
10. Seluruh pihak yang yang telah membantu dan berperan serta dalam terlaksananya studi dalam penelitian tesis ini dari awal sampai akhir.

Akhir kata, peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin YRA.

Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi saya pribadi, pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Magister Teknologi Industri pada khususnya.



Deni Ahmad Taufik

ABSTRAK

Produksi minyak bumi Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Menurut SKK MIGAS (Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi) penurunan tersebut disebabkan karena sekitar 90 persen total produksi minyak bumi dihasilkan dari lapangan berusia lebih dari 40 tahun, sehingga dibutuhkan investasi yang cukup besar untuk menahan laju penurunan alaminya. Blok PT. OJS (Perusahaan Terbatas *Offshore Java Sea*) menjadi salah satu blok utama tertua penyokong produksi minyak dan gas bumi di Indonesia dengan produksi 32000 BOPD (*Barel Oil Per Day*) minyak bumi dan 167 MMSCFD (*Million Metric Standard Cubic Feet Per Day*) gas, yang beroperasi sejak tahun 1971. Zu *Flowstation* merupakan salah satu lapangan produksi PT. OJS yang telah beroperasi sejak tahun 1986 dengan produksi 2000 - 2300, memiliki 24 sumur *artificial lift / ESP* (*Electrical Submersible Pump*) dengan karakteristik yang berbeda-beda.

Fenomena yang terjadi pada sumur minyak bumi yang usianya lebih dari 40 tahun di perlukan optimasi produksi supaya bisa optimal dan effisien. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi produksi sumur minyak bumi dengan mengatur kecepatan motor ESP pada VSD (*Variable speed Drive*) secara automatis agar produksinya bisa lebih optimal dengan menggunakan metode *binary programming*. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan produksi dari 24 sumur sebesar 356 BOPD atau sebesar 3.56%.

Kata kunci: Optimasi sumur minyak bumi, VSD, *Binary programming*

ABSTRACT

Indonesia's oil production from year to year has decreased. According to SKK MIGAS (Special Task Force for Upstream Oil and Gas Business Activities), the decline was due to around 90 percent of total oil production generated from fields that are more than 30 years old, so a large investment is needed to contain the rate of natural decline. Block PT. OJS (Offshore Java Sea Limited Company) is one of the oldest main blocks supporting Indonesia's oil and gas production with the production of 32000 BOPD (Barrel Oil Per Day) of oil and 167 MMSCFD (Million Metric Standard Cubic Feet Per Day) gas, which has been operating since 1999. ZU Flowstation is one of the production fields of PT. OJS, which has been operating since 1984 with a production of 2000 - 2300, has 24 artificial lift / ESP (Electrical Submersible Pump) wells with different characteristics.

The phenomenon that occurs in oil wells that are more than 40 years old requires optimization of production so that it can be optimal and efficient. In this study, the optimization of oil well production was carried out by adjusting the speed of the ESP motor on the VSD (Variable speed Drive) automatically so that production could be more optimal using the binary programming method. The results showed an increase in production from 24 wells by 356 BOPD or 3.56%.

Keywords: Optimization well crude oil, VSD, Binary programming

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	9
1.4 Batasan dan Asumsi Masalah.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Kajian Teori	11
2.1.1 Sumur Migas dan Proses <i>Liftingnya</i>	11
2.1.2 Seleksi Untuk Pemilihan Sistem Pengangkatan Buatan	12
2.1.3 <i>Electric Submersible Pump (ESP)</i>	13
2.1.4 Prinsip kerja ESP	14
2.1.5 Komponen ESP.....	15
2.1.6 Peralatan Permukaan (<i>Surface Equipment</i>)	16
2.1.7 Peralatan Bawah Permukaan (<i>Subsurface Equipment</i>)	18
2.1.8 Karakteristik Performa ESP.....	21
2.1.9 Proses Pengangkatan Minyak dengan ESP memakai VSD	22
2.1.10 <i>Linear Programing</i>	26
2.1.11 Optimasi.....	30
2.1.12 Optimasi Produksi Sumur Minyak Bumi	31

2.2 Penelitian Terdahulu	32
2.2.1 Kajian Penelitian Terdahulu	32
2.2.2 <i>State Of The Art (SOTA)</i>	32
2.3 Kerangka Pemikiran	36
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Jenis dan Disain Penelitian	37
3.1.1 Jenis Penelitian	37
3.1.2 Disain Penelitian.....	38
3.2 Data dan Informasi	39
3.2.1 Data.....	39
3.2.2 Informasi.....	39
3.3 Teknik Pengumpulan Data	39
3.4 Populasi dan Sampel	39
3.5 Metode Analisis Data	40
3.5.1 Pengembangan Model	40
3.5.2 Uji Verifikasi Model Dengan LINGO 18.0.....	43
3.6 Langkah - Langkah Penelitian.....	44
BAB IV HASIL DAN ANALISA	46
4.1 Analisis Data.....	46
4.1.1 Menghitung Persentase Efisiensi Volumetrik	49
4.1.2 Penyusunan Model Optimasi 14 sumur yang belum diatas 100 %	51
4.1.2.1 Penentuan Indeks dan Range	51
4.1.2.2 Identifikasi Variabel Keputusan	52
4.1.2.3 Penyusunan Fungsi Tujuan.....	53
4.1.2.4 Penyusunan Fungsi Kendala.....	53
4.2 Verifikasi Model.....	59
BAB V PEMBAHASAN	65
5.1 Temuan Utama	65
5.1.1 Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi	67
5.2 Perbandingan Hasil antara Penelitian Sebelumnya dengan Sekarang	70
5.3 Implikasi Hasil Penelitian.....	72
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1 Kesimpulan.....	73
6.2 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN	76



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi vs Target Produksi.....	5
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	32
Tabel 2.2 Posisi Penelitian	35
Tabel 3.1 Variabel Operasional	37
Tabel 4.1 Data Produksi	48
Tabel 4.2 Efisiensi Volumetrik.....	50
Tabel 4.3 Bilangan Binary	52
Tabel 4.4 Data Lingo 18.0	54
Tabel 4.5 Data <i>Slack or Surplus</i>	58
Tabel 5.1 Efesiensi Volumetrik Sumur	65
Tabel 5.2 Hasil Sebelum dan Sesudah Optimasi (BFPD)	67
Tabel 5.3 Hasil Sebelum dan Sesudah Optimasi (BOPD).....	68
Tabel 5.4 Kenaikan Produksi.....	69
Tabel 5.5 Perbandingan Penelitian ini dengan Penelitian Sebelumnya.....	71

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Realisasi dan Perkiraan Produksi Migas	2
Gambar 1.2 Grafik Produksi Minyak Bumi Indonesia.....	3
Gambar 1.3 Grafik Perkembangan Ketergantungan Import Minyak Bumi	3
Gambar 1.4 Grafik Produksi vs Target Produksi	6
Gambar 1.5 Maket PT. OJS.....	7
Gambar 2.1 <i>Artificial Lift System</i>	11
Gambar 2.2 Completed Well	12
Gambar 2.3 Dynamic Fluid Level	15
Gambar 2.4 Sistem ESP pada Sumur	16
Gambar 2.5 <i>Tranformers</i>	16
Gambar 2.6 <i>Swicht Board</i>	17
Gambar 2.7 <i>Junction Box</i>	17
Gambar 2.8 <i>Round and Plat Cable</i> ESP	18
Gambar 2.9 Motor ESP	19
Gambar 2.10 Penampang <i>Difuser and Impeller</i>	20
Gambar 2.11 Penempatan <i>Protector</i> ESP.....	20
Gambar 2.12 Gas Separator pada ESP	21
Gambar 2.13 Kurva Pompa ESP	22
Gambar 2.14 <i>Power Distribusi</i>	23
Gambar 2.15 Konfigurasi ESP	24
Gambar 2.16 Aliran Produksi Zu Flowstation.....	25
Gambar 2.17 Laju Alir <i>Fluida</i>	31
Gambar 2.18 Kerangka Pemikiran	36
Gambar 3.1 <i>Model Class</i>	44
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian.....	45
Gambar 4.1 <i>Pump Curve Reda D 1050 N</i>	47
Gambar 4.2 Frekuensi Pompa D1050N.....	49
Gambar 4.3 Tampilan Lingo 18.0	60
Gambar 5.1 Tampilan Setting Automatis pada VSD	66
Gambar 5.2 Tampilan Parameter pada VSD	67

Gambar 5.3 Grafik Hasil Optimasi BFPD.....	68
Gambar 5.4 Grafik Hasil Optimasi BOPD	69



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR LAMPIRAN

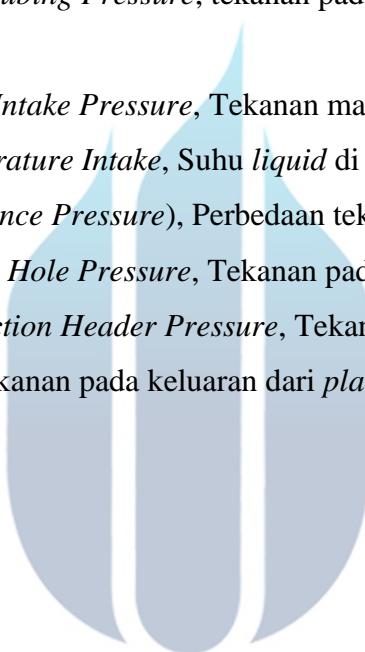
Lampiran 1 Gambar Tampilan pada Lingo 18.0	76
Lampiran 2 Gambar Kurva Pompa.....	79
Lampiran 3 Tabel Efisiensi Volumetrik Sumur Aktif Lapangan Zu.....	83
Lampiran 4 Tabel Produksi vs Target Produksi	84
Lampiran 5 Tabel Sumur yang akan di optimasi	85
Lampiran 6 Tabel Data Sumur Zu <i>Flowstation</i>	86
Lampiran 7 Tabel Data Frekuensi Teoritis	88
Lampiran 8 Tabel Kalkulasi Perubahan Frekuensi.....	92
Lampiran 9 Tabel Bilangan Binary	93
Lampiran 10 Tabel Total Produksi.....	94
Lampiran 11 Lembar Judul Ilmiah	95
Lampiran 12 Daftar Riwayat Hidup	96
Lampiran 13 Biografi Penulis	99



DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Zu	: Nama yang salah satu Flowstation utama yang beroperasi di lapangan operasi produksi blok OJS (<i>Offshore Java Sea</i>).
OJS	: <i>Offshore Java Sea</i> , nama salah satu lapangan minyak di utara laut jawa.
Flowstation	: Anjungan lepas pantai produksi minyak dan gas bumi yang terdiri Dari beberapa bangunan (<i>platform</i>) yang terhubung dengan jembatan.
P/F	: <i>Platform</i>
BOPD	: <i>Barrel Oil Per Day</i> , satuan untuk jumlah produksi minyak per hari.
BFPD	: <i>Barrel Fluid Per Day</i> , satuan untuk total jumlah produksi cairan / fluida (minyak dan air) per hari.
MSCFD	: <i>Million Standard Cubic Feet per Day</i> (gas) atau Juta Standar Kaki Kubik per Hari (gas). Satuan untuk total jumlah produksi gas per hari. M adalah 1.000 (seribu) jika digunakan dalam hubungan dengan satuan SCF atau BTU, menjadi MSCF atau MBTU. MM adalah 1.000.000 (satu juta) jika digunakan dalam hubungan dengan satuan SCF atau BTU, menjadi MSCF atau MMBTU.
SCF	: <i>Standard Cubic Foot</i> adalah sejumlah gas yang diperlukan untuk Mengisi ruangan 1 (satu) kaki kubik, dengan tekanan sebesar 14,73 psi (empat belas dan tujuh tiga per sepuluh).
API	: <i>American Petroleum Institute</i> , satuan yang di pakai di industri Permiyakan.
BHP	: <i>Bottom Hole Pressure</i> , tekanan di <i>reservoir</i> .
ESP	: <i>Electric Submersible Pump</i> , pompa yang di celupkan di bawah air.
HP	: <i>Horse Power</i> , satuan untuk besaran motor.
PIP	: <i>Pump Intake Pressure</i> , Tekanan masuk ya di isap oleh pompa
PSD	: <i>Pump Setting Depth</i> , setting kedalaman pompa
PVT	: <i>Pressure, Volume, Temperature</i> , satuan yang di pakai untuk suatu

	cairan / <i>fluida</i>
SG	: <i>Specific Gravity</i> , satuan kekentalan cairan / <i>fluida</i>
TDH	: <i>Total Dynamic Head</i> , Untuk mengukur kekuatan pompa untuk mengalirkan suatu cairan / <i>fluida</i> .
WC	: <i>Watercut</i> , kandungan minyak dalam air laut
WHP	: <i>Well Head Pressure</i> , tekanan diatas sumur
SITP	: <i>Shut in Tubing Pressure</i> , tekanan pada waktu sumur shut in/ mati.
FTP	: <i>Flow Tubing Pressure</i> , tekanan pada waktu mengalirkan cairan / <i>fluida</i> .
PIP	: <i>Pump Intake Pressure</i> , Tekanan masuk ya di isap oleh pompa
TI	: <i>Temperature Intake</i> , Suhu <i>liquid</i> di dalam <i>reservoir</i> .
DP	: <i>Difference Pressure</i>), Perbedaan tekanan
CHP	: <i>Casing Hole Pressure</i> , Tekanan pada <i>casing</i>
PHP	: <i>Production Header Pressure</i> , Tekanan pada <i>vessel</i> produksi
<i>Outgoing Pressure</i> : Tekanan pada keluaran dari <i>platform</i>	



UNIVERSITAS
MERCU BUANA