



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN
*ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA
SUMUR LMP-48 DENGAN METODE *ROOT CAUSE
ANALYSIS (RCA) DI PT. XYZ****

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Sabilal Muhtadi

NIM. 2102311054

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JUNI, 2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN
*ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA
SUMUR LMP-48 DENGAN METODE *ROOT CAUSE
ANALYSIS (RCA) DI PT. XYZ****

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Sabilal Muhtadi

NIM. 2102311054

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JUNI, 2024



Hak Cipta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN *ELECTRICAL*
SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR LMP-48 DENGAN METODE
ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA) DI PT. XYZ

Oleh:
Sabilal Muhtadi
NIM. 2102311054
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Rosidi, S.T., M.T.
NIP. 196509131990031001

Pembimbing 2

Fajar Mulyana, S.T., M.T.
NIP. 197805222011011003

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN *ELECTRICAL*
SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR LMP-48 DENGAN METODE
ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA) DI PT. XYZ

Oleh:
Sabilal Muhtadi
NIM. 2102311054
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Juni 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

| No | Nama | Posisi Penguji | Tanda Tangan | Tanggal |
|----|---|----------------|--------------|--------------|
| 1. | Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001 | Ketua | | 11 Juni 2024 |
| 2. | Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002 | Anggota | | 11 Juni 2024 |
| 3. | Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing. M.T NIP. 1965121319920031001 | Anggota | | 11 Juni 2024 |

Depok, 11 Juni 2024

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE.
NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sabilal Muhtadi
NIM : 2102311054
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 8 Juni 2024



Sabilal Muhtadi
NIM. 2102311054



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP)* PADA SUMUR LMP-48 DENGAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* DI PT. XYZ

Sabilal Muhtadi¹⁾, Rosidi¹⁾, Fajar Mulyana¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: sabilal.muhtadi.tm21@mhswnpnj.ac.id

ABSTRAK

Lebih dari 90% proses produksi minyak PT. XYZ di wilayah kerja bagian selatan menggunakan sistem bantu angkat buatan berupa *Electrical Submersible Pump (ESP)* untuk meningkatkan aliran tekanan fluida, karena sumur produksi tidak lagi memiliki energi yang cukup kuat untuk mengalirkan fluida ke permukaan secara alami. Penelitian ini bertujuan mengetahui penyebab penurunan kinerja produksi dan performa ESP pada Sumur LMP-48 dengan metode pendekatan analisis berupa *Root Cause Analysis (RCA)* yang diimplementasikan menjadi diagram tulang ikan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan. Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data lapangan, wawancara dengan penanggung jawab Sumur LMP-48, studi literatur terkait komponen ESP, dan evaluasi kegagalan komponen dengan metode *Dismantle, Inspection, and Failure Analysis (DIFA)* di *Workshop S*. Hasil identifikasi dan analisis data menyatakan bahwa penurunan kinerja produksi Sumur LMP-48 disebabkan oleh kegagalan mekanis komponen ESP yang termanifestasi dalam bentuk pembacaan arus tegangan rendah (*underload*) pada *Variable Speed Drive (VSD)*. Kondisi ini disebabkan oleh rusaknya *base housing* pada komponen *intake*, mengakibatkan pasir halus masuk ke dalam beberapa bagian komponen, bercampur dengan oli dan membentuk endapan yang menghambat rotasi *shaft* pada komponen bagian pompa hingga hancur berkeping-keping. Faktor perawatan berupa penggantian komponen ESP dengan yang baru dan menghindari penggunaan komponen bekas, serta melakukan proses *scaling inhibitor* sebelum pemasangan komponen baru memegang peranan penting guna memitigasi resiko kegagalan mekanis di Sumur LMP-48.

Kata kunci: *Electrical Submersible Pump (ESP)*, *Root Cause Analysis (RCA)*, Diagram tulang ikan, *Dismantle Inspection and Failure Analysis (DIFA)*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

EVALUASI KEGAGALAN MEKANIS KOMPONEN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR LMP-48 DENGAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS DI PT. XYZ*

Sabilal Muhtadi¹⁾, Rosidi¹⁾ Fajar Mulyana¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: sabilal.muhtadi.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

More than 90% of the oil production processes at PT. XYZ in the southern operational area utilize an artificial lift system, namely the Electrical Submersible Pump (ESP), to enhance fluid pressure flow, as the production wells no longer possess sufficient natural energy to lift the fluid to the surface. This study aims to determine the causes of the decline in production performance and the efficiency of the ESP in Well LMP-48 using a Root Cause Analysis (RCA) approach, implemented into a fishbone diagram to identify the root causes of the issues. The research methodology involves field data collection, interviews with the Well LMP-48 supervisors, literature review related to ESP components, and evaluation of component failures using the Dismantle, Inspection, and Failure Analysis (DIFA) method at Workshop S. The identification and data analysis results indicate that the decline in production performance of Well LMP-48 is due to the mechanical failure of the ESP components, manifested as low voltage readings (underload) on the Variable Speed Drive (VSD). This condition was caused by the damage to the base housing in the intake component, which allowed fine sand to infiltrate various parts of the system, mix with the oil, and form deposits that impeded the rotation of the shaft within the pump component, eventually leading to its complete disintegration. Maintenance measures, such as replacing the ESP components with new ones, avoiding the use of refurbished parts, and performing a scaling inhibitor process prior to the installation of new components, are crucial in mitigating the risk of mechanical failure in Well LMP-48.

Keyword: Electrical Submersible Pump (ESP), Root Cause Analysis, Fishbone Diagram, Dismantle, Inspection Failure Analysis (DIFA)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kegagalan Mekanis Komponen *Electrical Submersible Pump* (ESP) pada Sumur LMP-48 dengan Metode *Root Cause Analysis* (RCA) di PT. XYZ”. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini tentunya terdapat kendala dan hambatan, namun berkat arahan dan bimbingan dari semua pihak dapat terselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Ir. Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Bapak Rosidi, S.T., M.T., dan Bapak Fajar Mulyana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Jakarta, Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan laporan tugas akhir.
4. Segenap Pimpinan dan Karyawan PT. XYZ dan Teknisi *Workshop* S yang telah memberikan pemaparan materi dan menjadi teman diskusi penulis selama penyusunan Laporan Tugas Akhir di PT. XYZ.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ahyono dan Ibu Dini yang telah melantunkan doa sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu.
6. Rekan-rekan seperjuangan Kelompok Studi Mahasiswa Teknik Mesin 21 dan rekan-rekan magang Program KP/TA yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini, oleh karena itu penulis selalu terbuka untuk menerima kritik dan saran yang



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

membangun. Akhir kata, kami berharap laporan Tugas Akhir ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Jakarta, 8 Juni 2024

Sabilal Muhtadi
NIM. 2102311054





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Metode Penelitian | 4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 4 |
| 1.7.1 Bab I Pendahuluan | 5 |
| 1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 1.7.3 Bab III Metode Penelitian | 5 |
| 1.7.4 Bab IV Hasil dan Pembahasan..... | 5 |
| 1.7.5 Bab V Penutup | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 <i>Electrical Submersible Pump</i> (ESP)..... | 6 |
| 2.2 Komponen Utama ESP | 8 |
| 2.2.1 Sumber Daya Utama | 8 |
| 2.2.2 <i>Wellhead (Tubing Support)</i> | 9 |
| 2.2.3 <i>Transformator</i> | 10 |
| 2.2.4 <i>Switchboard</i> | 10 |
| 2.2.5 <i>Junction box</i> | 11 |
| 2.2.6 Kabel dan <i>Motor Lead Extension</i> (MLE)..... | 12 |
| 2.2.7 <i>Check Valve</i> | 12 |



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| | |
|--|-----------|
| 2.2.8 <i>Bleeder Valve</i> | 13 |
| 2.2.9 Pompa..... | 13 |
| 2.2.10 <i>Intake dan Gas Separator</i> | 16 |
| 2.2.11 Protektor..... | 17 |
| 2.2.12 Motor..... | 19 |
| 2.3 <i>Maintenance</i> (Perawatan) | 21 |
| 2.3.1 Tujuan Perawatan..... | 22 |
| 2.3.2 Jenis-jenis Perawatan | 23 |
| 2.4 <i>Dismantle, Inspection, and Failure Analysis</i> (DIFA)..... | 24 |
| 2.4.1 <i>Dismantle</i> (Pembongkaran)..... | 24 |
| 2.4.2 <i>Inspection</i> (Inspeksi) | 28 |
| 2.4.3 <i>Failure Analysis</i> (Analisa kegagalan) | 28 |
| 2.5 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) | 29 |
| 2.5.1 Langkah-langkah Pembuatan Diagram Tulang Ikan..... | 30 |
| 2.6 Kegagalan Mekanis Komponen ESP..... | 31 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 34 |
| 3.1 Diagram Alur Penelitian | 34 |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir..... | 34 |
| 3.2.1 Studi Lapangan..... | 35 |
| 3.2.2 Studi Literatur | 35 |
| 3.2.3 Identifikasi Inti Masalah | 35 |
| 3.2.4 Pengumpulan Data | 36 |
| 3.2.5 Analisa Data..... | 36 |
| 3.2.6 Hasil dan Perbaikan..... | 36 |
| 3.3 Metode Penelitian | 36 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| 4.1 Data Spesifikasi Komponen ESP dan Sumur LMP-48 | 38 |
| 4.2 Data Pengujian Komponen ESP di Sumur LMP-48..... | 39 |
| 4.2.1 Hasil Pengujian Komponen ESP di Sumur LMP-48 | 39 |
| 4.3 Evaluasi Komponen ESP di Sumur LMP-48..... | 40 |
| 4.3.1 Pencabutan Rangkaian Komponen Utama ESP dari Sumur | 40 |
| 4.3.2 Pengecekan Bagian Komponen <i>Check Valve</i> dan <i>Bleeder Valve</i> | 40 |
| 4.3.3 Pengecekan Bagian Komponen Kabel <i>Motor Lead Extension</i> (MLE) | 42 |
| 4.3.4 Pengecekan Bagian Komponen Motor..... | 43 |



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| | |
|--|-----------|
| 4.3.5 Pengecekan Bagian Komponen Protektor..... | 44 |
| 4.3.6 Pengecekan Bagian Komponen <i>Intake/Gas Separator</i> | 47 |
| 4.3.7 Pengecekan Bagian Komponen Pompa | 47 |
| 4.4 Hasil Analisa DIFA Komponen ESP..... | 49 |
| 4.5 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) | 55 |
| 4.5.1 Faktor <i>Man</i> (Manusia)..... | 57 |
| 4.5.2 Faktor Material..... | 59 |
| 4.5.3 Faktor <i>Measurement</i> (Pengukuran)..... | 60 |
| 4.5.4 Faktor <i>Machine</i> (Mesin)..... | 61 |
| 4.5.5 Faktor <i>Process/Methods</i> (Metode/Proses) | 63 |
| 4.5.6 Faktor <i>Environment</i> (Lingkungan)..... | 65 |
| 4.6 Hasil <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) Komponen ESP..... | 66 |
| 4.7 Pembahasan | 71 |
| 4.7.1 Pembahasan Hasil Evaluasi Komponen ESP Sumur LMP-48..... | 71 |
| 4.7.2 Pembahasan Hasil <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) | 72 |
| BAB V PENUTUP..... | 75 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 75 |
| 5.2 Saran | 76 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 77 |
| LAMPIRAN..... | 80 |

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. <i>Electrical Submersible Pump</i> | 6 |
| Gambar 2.2. Komponen Utama ESP [5]..... | 8 |
| Gambar 2.3. Sumber Daya Utama | 9 |
| Gambar 2.4. <i>Wellhead</i> | 10 |
| Gambar 2.5. <i>Transformator</i> | 10 |
| Gambar 2.6. <i>Switchboard</i> | 11 |
| Gambar 2.7. <i>Junction Box</i> | 11 |
| Gambar 2.8. Kabel dan MLE | 12 |
| Gambar 2.9. <i>Check Valve</i> | 13 |
| Gambar 2.10. <i>Bleeder Valve</i> | 13 |
| Gambar 2.11. Komponen Bagian Pompa..... | 14 |
| Gambar 2.12. <i>Impeller</i> | 15 |
| Gambar 2.13. <i>Diffuser</i> | 15 |
| Gambar 2.14. <i>Intake/Gas Separator</i> | 17 |
| Gambar 2.15. Komponen Bagian Protektor..... | 18 |
| Gambar 2.16. Komponen Bagian Motor..... | 20 |
| Gambar 2.17. Rotor..... | 21 |
| Gambar 2.18. Tulis Karakteristik yang akan Dikembangkan | 30 |
| Gambar 2.19. Tambahkan Faktor Utama Ranting | 30 |
| Gambar 2.20. Tambahkan Faktor Penyebab Terperinci | 31 |
| Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian..... | 34 |
| Gambar 4.1. Temuan DIFA Kabel MLE | 42 |
| Gambar 4.2. Diagram Tulang Ikan | 56 |
| Gambar 4.3. Diagram Tulang Ikan Faktor <i>Man</i> (Manusia) | 58 |
| Gambar 4.4. Diagram Tulang Ikan Faktor Material | 59 |
| Gambar 4.5. Diagram Tulang Ikan Faktor <i>Measurement</i> (Pengukuran) | 61 |
| Gambar 4.6. Diagram Tulang Ikan Faktor <i>Machine</i> (Mesin) | 62 |
| Gambar 4.7. Diagram tulang ikan Faktor <i>Process or Methods</i> (Proses atau Metode) | 64 |



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.8. Diagram tulang ikan Faktor *Environment* (Lingkungan)..... 65





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1. Spesifikasi Komponen ESP dan Sumur LMP-48 | 38 |
| Tabel 4.2. Data Pengujian Sumur LMP-48..... | 39 |
| Tabel 4.3. Temuan DIFA Komponen <i>Check Valve</i> dan <i>Bleeder Valve</i> | 42 |
| Tabel 4.4. Temuan DIFA Komponen Bagian Motor | 43 |
| Tabel 4.5. Temuan DIFA Komponen Bagian Protektor | 45 |
| Tabel 4.6. Temuan DIFA Bagian Komponen <i>Intake</i> | 47 |
| Tabel 4.7. Temuan DIFA Komponen Bagian Pompa | 48 |
| Tabel 4.8. Hasil Analisa DIFA Komponen ESP | 49 |
| Tabel 4.9. Hasil Wawancara Faktor <i>Men</i> (Manusia) | 58 |
| Tabel 4.10. Hasil Wawancara Faktor Material | 60 |
| Tabel 4.11. Hasil Wawancara Faktor <i>Measurement</i> (Pengukuran) | 61 |
| Tabel 4.12. Hasil Wawancara Faktor <i>Machine</i> (Mesin) | 62 |
| Tabel 4.13. Hasil Wawancara Faktor <i>Process or Methods</i> (Proses atau Metode) | 64 |
| Tabel 4.14. Hasil Wawancara Faktor <i>Environment</i> (Lingkungan) | 66 |
| Tabel 4.15. Hasil Root Cause Analysis (RCA)..... | 66 |

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dilansir dari web Data Indonesia.id, Monavia Ayu Rizaty menyatakan bahwa Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat bahwa Pulau Sumatera, tepatnya di Provinsi Riau, Sumatera Selatan merupakan salah satu pulau penghasil minyak mentah yang berlimpah dengan potensi cadangan minyak sebesar 646,77 juta barrel pada tahun 2021 [1]. Dalam jurnal yang berjudul “*Re-design Electric Submersible Pump* pada PT. Chevron Pacific Indonesia” karya Dessy Agustina Sari pada tahun 2023, Lapangan Minyak P merupakan penghasil minyak ringan (*light oil*) terbesar di Pulau Sumatera bagian selatan dengan 3 jenis sumur produksi yaitu sumur minyak, injeksi air dan sumur yang telah mati/statis. Proses pengangkatan minyak pada sumur yang telah mati membutuhkan bantuan alat (*artificial lift*), jenis alat bantu pompa yang paling optimal dan efektif adalah menggunakan *Electrical Submersible Pump* (ESP). Pemilihan jenis *artificial lift* disesuaikan dengan karakteristik sumur (*sand, temperature, velocity*), dan kemampuan suatu sumur mengangkat fluida dari formasi ke permukaan [2].

Artificial lift yang umum digunakan dalam industri perminyakan adalah *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang menggunakan *downhole motor* dan *centrifugal pump system*, *Sucker Rod Pumping* (SRP) yang menggunakan *surface beam type pumping unit* dan *positive displacement pump system*, *Progressive Cavity Pump* (PCP) yang menggunakan *surface electric motor*, *gas lift* yang menggunakan gas dialirkan melalui anulus, dan *hydraulic pump unit/reciprocating rod lift* yang menggunakan *surface hydraulic pump/electric motor* dan *positive displacement pump system*. Dalam proses produksi minyak mentah di PT. XYZ, ESP merupakan jenis alat bantu angkat yang paling banyak digunakan pada sumur produksi di wilayah kerja bagian selatan karena hasil proses yang lebih efisien dan terjangkau dibanding jenis *artificial lift* yang lain [2]. Divisi *Well Reliability Optimization* (WRO)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

merupakan salah satu divisi produksi yang bergerak di bidang pengoptimalan sumur produksi yang menggunakan berbagai jenis alat bantu angkat [3]. Divisi ini terdiri dari tim WRO *Artificial Lift* (AL), WRO *Scientist & Artificial Intelligence* (SAI) *Light Oil*, SAI *Heavy Oil*, dan WRO *Operation and Maintenance Well* (OWM) yang bertugas untuk mengontrol seluruh sumur produksi, melakukan manajemen produksi minyak di dalam tanah (*subsurface*), melakukan optimalisasi performa kinerja ESP, melakukan analisis *well surveillance*, dan melakukan penanganan dari penyebab anomali pada komponen ESP [3].

Kerusakan komponen ESP yang tidak segera ditangani mengakibatkan waktu henti produksi, kerugian finansial, dan penurunan kinerja ESP. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengangkat tema “Evaluasi Kegagalan Mekanis Komponen *Electrical Submersible Pump* (ESP) pada Sumur LMP-48 dengan Metode *Root Cause Analysis* (RCA) di PT. XYZ”. Melalui metode pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dan mengidentifikasi penyebab kegagalan mekanis komponen ESP yang mengakibatkan penurunan kinerja produksi pada Sumur LMP-48, serta mengetahui langkah-langkah pembongkaran komponen ESP.

Pendekatan ini didasarkan pada analisis mendalam terhadap faktor-faktor penyebab masalah yang diidentifikasi, dengan fokus pada implementasi solusi yang terencana dan terukur. Melalui penerapan metode ini. Penelitian ini bertujuan agar perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi keterlambatan dalam produksi, dan menjaga konsistensi kinerja ESP pada tingkat optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disajikan, rumusan masalah yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Apa yang menjadi faktor pemicu penurunan kinerja produksi dan performa komponen ESP pada Sumur LMP-48?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana langkah-langkah evaluasi yang dapat dilakukan terhadap komponen ESP untuk mengidentifikasi faktor utama yang menyebabkan kegagalan mekanis pada Sumur LMP-48?
3. Apa rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang dapat diambil untuk memitigasi risiko kegagalan mekanis yang mungkin terjadi di masa depan pada Sumur LMP-48?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab utama penurunan kinerja produksi dan performa komponen ESP pada Sumur LMP-48.
2. Dapat mengevaluasi komponen ESP melalui langkah-langkah tertentu guna mengungkapkan faktor penyebab utama kegagalan mekanis yang terjadi pada Sumur LMP-48.
3. Dapat merumuskan rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang efektif sebagai upaya mitigasi terhadap risiko kegagalan mekanis yang mungkin timbul di masa depan pada Sumur LMP-48.

1.4 Batasan Masalah

Dalam mengidentifikasi ruang lingkup penelitian, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Hanya membahas sistem bantu angkat buatan berupa *Electrical Submersible Pump* (ESP).
2. Pembahasan terbatas mengenai penurunan kinerja produksi Sumur LMP-48 di Lapangan P akibat kegagalan mekanis komponen ESP.
3. Tidak membahas perhitungan umur pemakaian dan rekomendasi penggantian jenis material komponen ESP.
4. Hanya membahas metode pendekatan analisis berupa *Root Cause Analysis* (RCA) yang diimplementasikan menjadi *Fishbone Diagram* (diagram tulang ikan).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi positif dengan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kinerja produksi dan performa komponen ESP pada Sumur LMP-48 untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas produksi.
2. Melalui langkah-langkah evaluasi yang ditetapkan pada penelitian, perusahaan dapat mengidentifikasi secara spesifik faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan mekanis pada komponen ESP. Hal ini akan membantu dalam pengembangan strategi perawatan yang lebih efektif dan perencanaan perbaikan yang tepat waktu untuk memastikan konsistensi kinerja optimal dari ESP.
3. Penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang efektif sebagai langkah mitigasi terhadap risiko kegagalan mekanis di masa depan pada Sumur LMP-48. Rekomendasi ini diharapkan dapat meminimalkan waktu henti produksi, meningkatkan reliabilitas perawatan, serta mengoptimalkan produktivitas operasional secara keseluruhan.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui permasalahan utama kegagalan mekanis ESP pada Sumur LMP-48 adalah dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) berupa *fishbone diagram* (diagram tulang ikan). Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan observasi lapangan, pemaparan materi oleh mentor, wawancara dengan penanggung jawab Sumur LMP-48, pengambilan data serta analisa hasil data yang telah didapatkan dari observasi lapangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini secara garis besar disusun menjadi beberapa bab yaitu:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7.1 Bab I Pendahuluan

Pada bab pertama berisi latar belakang, tujuan penulisan, manfaat penulisan metode penulisan dan sistematika penulisan.

1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab kedua berisi teori-teori dari berbagai sumber literatur sebagai acuan dan panduan dalam melakukan pembahasan terhadap permasalahan yang berkaitan dengan pembahasan masalah pada penelitian ini.

1.7.3 Bab III Metode Penelitian

Pada bab ketiga membahas metodologi penelitian berupa diagram alir penulisan serta metode penelitian untuk memecahkan akar masalah.

1.7.4 Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab keempat membahas mengenai data-data yang telah terkumpul, data tersebut kemudian diolah dan dianalisa untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Pada akhir bab keempat membahas hasil dari penyelesaian masalah penelitian.

1.7.5 Bab V Penutup

Pada bab kelima berisi kesimpulan dari pembahasan. Kesimpulan ini menjawab permasalahan dan tujuan yang ditetapkan tugas akhir, serta berisikan saran-saran yang berkaitan dengan tugas akhir serta perusahaan.