



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS
MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H
PT BADAK NGL MENGGUNAKAN METODE
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

LAPORAN SKRIPSI

Oleh:

Rosyida Mufariah Fauziyah

NIM. 2102322002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS
MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H
PT BADAK NGL MENGGUNAKAN METODE
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

DRAFT

SKRIPSI

Oleh:

Rosyida Mufaridah Fauziyah

NIM. 2102322002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



© 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



***MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS
MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H
PT BADAK NGL MENGGUNAKAN METODE
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)***

LAPORAN SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi,
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Rosyida Mufariah Fauziah
NIM. 2102322002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS
MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H
PT BADAK NGL MENGGUNAKAN METODE
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

DRAFT

LAPORAN SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi,
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Rosyida Mufarihah Fauziyah
NIM. 2102322002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI

**MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS MANAGEMENT
DI TRAIN G DAN TRAIN II PT BADAK NGL MENGGUNAKAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Oleh:

Rosyida Mufariah Fauziyah
NIM. 2102322002

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.
NIP. 197512222008121003

Pembimbing 2

Ir. Yoga Dwi Utomo, M.T., IPM.
No Pek. 133049

Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Politeknik Negeri Jakarta

Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T
NIP. 199403092019031013



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN SKRIPSI**

**MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS MANAGEMENT
DI TRAIN G DAN TRAIN H PT BADAK NGL MENGGUNAKAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Oleh:
Rosyida Mufaridah Fauziyah
NIM. 2102322002
Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 14 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi
Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Ketua Penguji		14/07/2025
2	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Penguji 1		14/07/2025
3	Kurnia Bagus Mantik No Pek. 130281	Penguji 2		14/07/2025

Bontang, 14 Juli 2025

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rosyida Mufariah Fauziyah
NIM : 2102322002
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 14 Juli 2025



Rosyida Mufariah Fauziyah

NIM. 2102322002



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H PT BADAK NGL MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (AHP)

Rosyida Mufariah Fauziah¹⁾, Sonki Prasetya¹⁾, Yoga Dwi Utomo²⁾

- ¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16425
²⁾ PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: rosyida.mufariah.fauziah.tm21@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Motor induksi merupakan komponen penting dalam operasional industri, termasuk sebagai penggerak Cooling Water Pump (CWP) di PT Badak NGL. Kerusakan pada motor CWP dapat menyebabkan train trip yang berdampak pada penurunan produksi dan kerugian. Saat ini, penilaian kondisi motor masih bersifat umum dan belum berbasis model yang objektif. Penelitian ini bertujuan merancang model Healthiness Management Motor CWP Train G dan H menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan gap analisis, sementara AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria. Hasil menunjukkan bahwa Overhaul menjadi kriteria paling berpengaruh (0,472), diikuti Electrical Test (0,373), dan Mechanical Test (0,155). Parameter Partial Discharge memiliki bobot tertinggi dalam electrical test, namun tidak diuji karena kerusakan alat. Dari delapan motor yang dianalisis, tujuh berada dalam kondisi fair dan satu poor. Motor 32-GM-61 dan 32-GM-62 dikategorikan paling kritis, sementara 32-GM-19 paling sehat. Model ini terbukti mampu memberikan penilaian kesehatan motor secara objektif dan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pemeliharaan.

Kata kunci: Motor Induksi, CWP, FMEA, AHP, Healthiness



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MOTOR COOLING WATER PUMP HEALTHINESS MANAGEMENT DI TRAIN G DAN TRAIN H PT BADAK NGL MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)*

Rosyida Mufarihah Fauziyah¹⁾, Sonki Prasetya¹⁾, Yoga Dwi Utomo²⁾

- ¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
²⁾ PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: rosyida.mufarihah.fauziyah.tm21@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Induction motors are important components in industrial operations, including as a driver of the Cooling Water Pump (CWP) at PT Badak NGL. Damage to the CWP motor can cause a train trip which results in decreased production and losses. Currently, motor condition assessment is still general and not based on an objective model. This research aims to design a Healthiness Management model for CWP Trains G and H motors using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Analytical Hierarchy Process (AHP) methods. FMEA is used to identify potential failures and gap analysis, while AHP is used to determine the weight of criteria. The results show that Overhaul is the most influential criterion (0.472), followed by Electrical Test (0.373), and Mechanical Test (0.155). The Partial Discharge parameter had the highest weight in the electrical test, but was not tested due to equipment failure. Of the eight motors analyzed, seven were in fair condition and one was poor. Motors 32-GM-61 and 32-GM-62 were categorized as the most critical, while 32-GM-19 was the healthiest. The model proved capable of providing an objective assessment of motor health and a basis for maintenance decision-making.

Keywords: *Induction Motor, CWP, FMEA, AHP, Healthiness*

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat kuasa dan karunia-Nya, Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Motor Cooling Water Pump Healthiness Management di Train G dan Train H PT Badak NGL menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, LNG Academy – Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Anas Malik Abdillah selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Eko Wahyu Susilo selaku Ketua Jurusan Listrik Instrumentasi LNG Academy.
4. Bapak Sonki Prasetya dan Bapak Yoga Dwi Utomo selaku pembimbing Penulis yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, arahan, saran, pikiran untuk membimbing, memberi dukungan serta motivasi yang besar dan bermanfaat kepada penulis sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh pekerja *Engineer Electrical* dan Teknisi *Electrical* yang telah membantu dan mendampingi Penulis dalam pengambilan data dan observasi lapangan.
6. Kedua orang tua serta kakak dan adik tercinta, terimakasih atas do’a, kasih sayang, dukungan moral dan materil, yang selalu menyemangati untuk terus bersemangat dan tidak putus asa demi masa depan yang terbaik.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Teman-teman LNG Academy yang telah memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Penulis memohon maaf apabila selama penelitian Penulis melakukan hal yang kurang berkenan, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Penulis terbuka dengan berbagai kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak agar laporan ini menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca. Terimakasih.

Bontang, 14 Juli 2025

Rosyida Mufariah Fauziyah

NIM. 2102322002

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Motor Listrik.....	7
2.1.2 Motor Cooling Water Pump.....	11
2.1.3 Parameter Uji Motor Cooling Water Pump Train G dan Train H.....	16
2.1.4 <i>Healthiness</i>	22
2.1.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	24
2.1.6 <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	28
2.2 Kajian Literatur	33
2.3 Kerangka Pemikiran	41
2.4 Hipotesis.....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	44



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

3.1 Jenis Penelitian	44
3.2 Objek Penelitian	46
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	46
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	46
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	46
3.6 Metode Analisis Data	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Analisis Kualitatif.....	51
4.2 Analisis Kuantitatif.....	55
4.2.1 Hierarki	55
4.2.2 Hasil Penilaian	55
4.2.3 Decision Making.....	57
4.3 Healthiness Motor	66
4.4 Dashboard Visualisasi	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	80

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Motor Cooling Water Pump Buatan AEG LDW	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Motor Cooling Water Pump Buatan Toshiba	15
Tabel 2. 3 Standar tegangan Insulation Resistance Test.....	17
Tabel 2. 4 Minimum Insulation Resistance values at 40 °C (all values in MΩ).....	17
Tabel 2. 5 Minimum Polarization Index for Insulation per Thermal Class.....	18
Tabel 2. 6 Batas Minimum dan Maksimum Vibration Monitoring	22
Tabel 2. 7 Nilai Rekomendasi Tes untuk Indeks Kesehatan	23
Tabel 2. 8 Nilai Rekomendasi Tes untuk Indeks Kesehatan PT Badak NGL	24
Tabel 2. 9 Life Expectancy.....	24
Tabel 2. 10 Matriks Penilaian Risiko	25
Tabel 2. 11 Keparahana Konsekuensi – Material & Produksi	26
Tabel 2. 12 Kategori Probabilitas atau Kemungkinan	26
Tabel 2. 13 Skala dasar Bilangan AHP	29
Tabel 2. 14 Nilai Random Index (RI).....	30
Tabel 3. 1 Lembar Kerja FMEA	48
Tabel 3. 2 Lembar Kerja Plot Matriks.....	49
Tabel 4. 1 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Stator Core.....	51
Tabel 4. 2 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Winding	52
Tabel 4. 3 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Rotor	52
Tabel 4. 4 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Kabel Sambungan.....	52
Tabel 4. 5 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Bearing	53
Tabel 4. 6 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Fan	53
Tabel 4. 7 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Surge Capacitor	53
Tabel 4. 8 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Lightning Arrester	54
Tabel 4. 9 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Current Transformer	54
Tabel 4. 10 Plot Matriks Penilaian Risiko pada Ebonit/Isolator	54
Tabel 4. 11 Penilaian berdasarkan Kriteria terhadap Sub Kriteria.....	56
Tabel 4. 12 Penilaian berdasarkan Sub Kriteria terhadap Parameter	56
Tabel 4. 13 Matriks Kuesioner 1 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 14 Matriks Kuesioner 2 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 15 Matriks Kuesioner 3 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 16 Matriks Kuesioner 4 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 17 Matriks Kuesioner 5 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 18 Matriks Kuesioner 6 terhadap Kriteria	57
Tabel 4. 19 Matriks Kuesioner 7 terhadap Kriteria	58
Tabel 4. 20 Matriks Kuesioner 8 terhadap Kriteria	58
Tabel 4. 21 Matriks Kuesioner 9 terhadap Kriteria	58
Tabel 4. 22 Matriks Kuesioner 10 terhadap Kriteria	58
Tabel 4. 23 Matriks Kuesioner 11 terhadap Kriteria	58
Tabel 4. 24 Matriks Kuesioner 12 terhadap Kriteria	58



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 25 Matriks Kuesioner 13 terhadap Kriteria.....	58
Tabel 4. 26 Matriks Kuesioner 14 terhadap Kriteria.....	58
Tabel 4. 27 Matriks Kuesioner 15 terhadap Kriteria.....	58
Tabel 4. 28 Matriks Kuesioner 16 terhadap Kriteria.....	58
Tabel 4. 29 Matriks Kuesioner 17 terhadap Kriteria.....	59
Tabel 4. 30 Matriks Kuesioner 18 terhadap Kriteria.....	59
Tabel 4. 31 Matriks Kuesioner 19 terhadap Kriteria.....	59
Tabel 4. 32 Normalisasi Matriks Kuesioner 1 terhadap Kriteria	59
Tabel 4. 33 Normalisasi Matriks Kuesioner 2 terhadap Kriteria	59
Tabel 4. 34 Normalisasi Matriks Kuesioner 3 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 35 Normalisasi Matriks Kuesioner 4 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 36 Normalisasi Matriks Kuesioner 5 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 37 Normalisasi Matriks Kuesioner 6 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 38 Normalisasi Matriks Kuesioner 7 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 39 Normalisasi Matriks Kuesioner 8 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 40 Normalisasi Matriks Kuesioner 9 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 41 Normalisasi Matriks Kuesioner 10 terhadap Kriteria	60
Tabel 4. 42 Normalisasi Matriks Kuesioner 11 terhadap Kriteria.....	61
Tabel 4. 43 Normalisasi Matriks Kuesioner 12 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 44 Normalisasi Matriks Kuesioner 13 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 45 Normalisasi Matriks Kuesioner 14 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 46 Normalisasi Matriks Kuesioner 15 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 47 Normalisasi Matriks Kuesioner 16 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 48 Normalisasi Matriks Kuesioner 17 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 49 Normalisasi Matriks Kuesioner 18 terhadap Kriteria	61
Tabel 4. 50 Normalisasi Matriks Kuesioner 19 terhadap Kriteria	62
Tabel 4. 51 Hasil Nilai Vector Eigen terhadap Kriteria.....	62
Tabel 4. 52 Hasil Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR)	63
Tabel 4. 53 Matriks Total kriteria.....	63
Tabel 4. 54 Normalisasi Matriks Total Kriteria.....	64
Tabel 4. 55 Matriks Kuesioner 1 terhadap Parameter	64
Tabel 4. 56 Matriks Kuesioner 9 terhadap Parameter	64
Tabel 4. 57 Matriks Kuesioner 15 terhadap Parameter	64
Tabel 4. 58 Matriks Kuesioner 19 terhadap Parameter	64
Tabel 4. 59 Normalisasi Matriks Kuesioner 1 terhadap Parameter.....	64
Tabel 4. 60 Normalisasi Matriks Kuesioner 9 terhadap Parameter.....	65
Tabel 4. 61 Normalisasi Matriks Kuesioner 15 terhadap Parameter.....	65
Tabel 4. 62 Normalisasi Matriks Kuesioner 19 terhadap Parameter.....	65
Tabel 4. 63 Matriks Total Parameter	65
Tabel 4. 64 Normalisasi Matriks Total Parameter.....	66
Tabel 4. 65 Data Uji Electrical Test dan Index 32-GM-15	67



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 66 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-16	67
Tabel 4. 67 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-17	67
Tabel 4. 68 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-18	67
Tabel 4. 69 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-19	67
Tabel 4. 70 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-60	68
Tabel 4. 71 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-61	68
Tabel 4. 72 Data Uji <i>Electrical Test</i> dan Index 32-GM-62	68
Tabel 4. 73 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-15.....	68
Tabel 4. 74 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-16.....	68
Tabel 4. 75 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-17.....	69
Tabel 4. 76 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-18.....	69
Tabel 4. 77 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-19.....	69
Tabel 4. 78 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-60.....	69
Tabel 4. 79 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-61.....	69
Tabel 4. 80 Total Index <i>Electrical Test</i> 32-GM-62.....	69
Tabel 4. 81 Kondisi Motor CWP Train G dan Train H berdasarkan <i>Electrical Test</i> PT Badak NGL	70
Tabel 4. 82 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-15.....	71
Tabel 4. 83 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-16.....	71
Tabel 4. 84 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-17.....	71
Tabel 4. 85 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-18.....	71
Tabel 4. 86 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-19.....	71
Tabel 4. 87 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-60.....	71
Tabel 4. 88 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-61.....	71
Tabel 4. 89 Data Uji Kriteria dan Index 32-GM-62.....	71
Tabel 4. 90 Total Index Kriteria 32-GM-15	71
Tabel 4. 91 Total Index Kriteria 32-GM-16	71
Tabel 4. 92 Total Index Kriteria 32-GM-17.....	72
Tabel 4. 93 Total Index Kriteria 32-GM-18.....	72
Tabel 4. 94 Total Index Kriteria 32-GM-19	72
Tabel 4. 95 Total Index Kriteria 32-GM-60	72
Tabel 4. 96 Total Index Kriteria 32-GM-61	72
Tabel 4. 97 Total Index Kriteria 32-GM-62	72



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Motor Listrik.....	8
Gambar 2. 2 Motor Sinkron	8
Gambar 2. 3 Motor Cooling Water Pump	11
Gambar 2. 4 Motor Buatan AEG LDW dari Jerman.....	13
Gambar 2. 5 Motor Buatan Toshiba dari Jepang.....	13
Gambar 2. 6 Typical Insulation Resistance	18
Gambar 2. 7 Pengukuran Tan Delta metal bath atau metal block	19
Gambar 2. 8 Pengukuran kawat enamel dengan impedance meter.....	19
Gambar 2. 9 Vektor Diagram	19
Gambar 2. 10 Karakteristik Tan Delta dan Suhu	20
Gambar 2. 11 Kerangka Pemikiran	42
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 3. 2 Diagram Alir Analisis AHP	49
Gambar 4. 1 Struktur Hierarki Health Motor.....	55
Gambar 4. 2 Kondisi Motor CWP Train G dan Train H	70
Gambar 4. 3 Dashboard Visualisasi Penilaian Healthiness Motor CWP Train G dan Train H	73

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Wawancara FMEA	80
Lampiran 2: Kuesioner AHP	83
Lampiran 3: Validasi Hasil Perhitungan AHP dengan Software Expert Choice	90
Lampiran 4: Dokumentasi Wawancara dan Penyebaran Kuesioner	94
Lampiran 5: Tabel Hasil FMEA	100
Lampiran 6: Tabel Perhitungan Healthiness Berdasarkan data Pengujian Terakhir .	109



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

Motor induksi adalah motor listrik yang banyak digunakan dalam industri termasuk PT Badak NGL, yaitu penggerak pompa, kompresor, dan peralatan lainnya. Motor ini menjadi pilihan utama diantara mesin listrik lain karena memiliki keunggulan yaitu perawatannya mudah, kokoh, konstruksi sederhana, dan efisiensi daya yang cukup tinggi. Namun, motor induksi merupakan peralatan yang rentan terhadap berbagai jenis kegagalan. Secara umum, sekitar 40% kerusakan terjadi pada bearing, 38% pada belitan stator, 10% pada rotor, dan 12% tergolong dalam kategori kerusakan lainnya. Oleh karena itu, pemantauan kondisi motor induksi dapat mengurangi biaya maintenance dengan memungkinkan deteksi kesalahan secara dini [1].

Salah satu motor yang memiliki peran kritikal adalah Motor Induksi pada *Cooling Water Pump* (CWP). Motor CWP berfungsi untuk menyuplai air pendingin yang berasal dari air laut untuk sistem pendinginan dalam proses produksi LNG dan LPG. Kerusakan pada motor CWP dapat menyebabkan gangguan *supply* air pendingin yang berpotensi menyebabkan *train slow down* dan *train trip*. Menurut CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) dan PODS (*Plant Operation Database System*) selama 50 tahun operasional, PT Badak NGL pernah mengalami kejadian kerusakan motor CWP yang mengakibatkan *train slow down* dan *train trip*. Berdasarkan data historis PT Badak NGL, kegagalan *supply Cooling Water* akibat kegagalan electric motor menyebabkan *train trip* yang berdampak pada kerugian lebih dari USD 4 juta per hari. Selain itu, biaya perbaikan motor CWP yang mengalami kerusakan dapat mencapai Rp5-Rp9 miliar. Saat ini, pemeliharaan masih mengandalkan data *Preventive Maintenance* (PM) yang terdiri dari *Time Based Maintenance* serta *Condition Based Maintenance*, tetapi belum ada model yang secara spesifik menilai kondisi kesehatan motor. Secara tradisional, kerusakan Motor CWP dideteksi melalui pengamatan langsung, seperti inspeksi visual,

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mendengarkan suara tidak normal atau suhu yang tidak biasa. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dan tidak selalu dapat diandalkan untuk mendeteksi kerusakan.

Kerusakan yang tidak terdeteksi mengakibatkan perbaikan mesin dan memakan waktu cukup lama. Selain itu biaya maintenance yang meningkat karena banyaknya komponen yang harus diganti dan kerugian bahan baku yang seharusnya bisa diolah menjadi terbuang karena mesin yang berhenti beroperasi. Seiring berjalannya waktu, motor tersebut mengalami penurunan seperti keausan dan perubahan kondisi [2]. Untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik, diperlukannya diagnosa dini pada Motor CWP Train G dan Train H untuk menghindari kegagalan. Dalam *Healthiness Management* Motor diperlukannya metode yang dapat mengidentifikasi kegagalan dan menilai kondisi kesehatan motor secara objektif. Metode tersebut harus mampu menganalisis potensi penyebab dan dampak kerusakannya, dan memberikan rekomendasi perawatan yang sesuai. Untuk mencapai tujuan ini, diperlukannya metode yang sistematis dan terukur, sehingga diperoleh hasil diagnosis yang akurat dan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan. Dalam pertimbangan tersebut, perlunya menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). FMEA merupakan salah satu metode manajemen risiko yang sistematis untuk mengevaluasi penyebab serta efek dari kegagalan suatu alat [3]. FMEA pada penelitian ini bertujuan untuk analisis potensi kegagalan dan gap analisis dari pengujian motor ideal dan aktual yang dilakukan PT Badak NGL. Metode selanjutnya yaitu AHP yang digunakan untuk *Healthiness* motor yaitu metode pengambilan keputusan dengan memilih suatu alternatif untuk memecahkan situasi yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam sejumlah komponen dalam susunan hierarki, dengan memberikan skor subjektif tentang kepentingan setiap variabel secara relatif dan menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas tertinggi untuk menggunakan hasil pengaruh tersebut [3]. Dengan menggabungkan FMEA dan AHP, dapat merumuskan solusi yang lebih efektif untuk kesehatan motor dan memperhitungkan berbagai risiko dan dampaknya.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang akan dibahas dalam laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Terjadinya kegagalan pada Motor CWP dan mencari gap analisis dari pengujian yang ada pada Motor *Cooling Water Pump* PT Badak NGL
2. Belum didapatnya hubungan antar faktor yang mempengaruhi kesehatan motor dan bobot kepentingan dari setiap parameter dalam membantu pengambilan keputusan untuk operasional dan pemeliharaan motor

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, pertanyaan penelitian dalam laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengevaluasi kegagalan dan mendapatkan gap analisis dari kondisi parameter ideal dan aktual yang ada pada Motor *Cooling Water Pump* PT Badak NGL?
2. Bagaimana hubungan antar faktor yang mempengaruhi kesehatan motor dan bobot kepentingan dari setiap parameter Motor CWP Train G dan Train H PT Badak NGL?

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam laporan ini adalah sebagai berikut.

Tujuan Umum:

Melakukan evaluasi dan perancangan Healthiness Motor Cooling Water Pump (CWP) di Train G dan Train H PT Badak NGL dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), untuk meningkatkan keandalan dan efektivitas pemeliharaan motor secara menyeluruh.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tujuan Khusus:

1. Mengidentifikasi kegagalan dan gap analisis pemeliharaan Motor CWP dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan pemeliharaan.
2. Mendapatkan hubungan antar faktor yang mempengaruhi kesehatan motor dan bobot kepentingan dari setiap parameter dengan merancang model Healthiness Motor CWP Train G dan Train H PT Badak NGL menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah yang akan dibahas dalam laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Objek yang dianalisis merupakan Motor Cooling Water Pump Train G dan Train H di PT Badak NGL yang terdiri dari Stator Core, Winding, Rotor, Bearing, dan Fan dan mencari berbagai indikasi kegagalan dengan standar analisis tertentu
2. Penelitian ini hanya membahas mengenai kondisi Motor Cooling Water Pump Train G dan Train H, nilai parameternya berdasarkan pengujian yang dilakukan di PT Badak NGL

1.6 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat penulisan yang ingin dicapai dalam laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam mengambil keputusan untuk kebijakan pemeliharaan dan memberikan rekomendasi terkait pengujian pemeliharaan
2. Dengan memanfaatkan data historis, membantu pengelolaan, perencanaan pemeliharaan, dan diagnosis motor yang akurat

3. Menghasilkan metode prioritas yang tepat dalam *Healthiness* Motor untuk meningkatkan efisiensi dalam pengambilan keputusan dan sebagai referensi dalam manajemen aset serta teknik listrikan

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan ini digunakan agar laporan dapat terarah dan memperjelas pemahaman terhadap materi yang dijadikan objek pelaksanaan. Sistematika penulisan ini terbagi menjadi dua bagian. Pada bagian pertama akan dibahas mengenai tugas umum dan pada bagian kedua akan dibahas mengenai tugas khusus. Sistematika penulisan akan dijabarkan sebagai berikut.

1.1.1 Tugas Umum

A. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan laporan.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai dasar teori yang meliputi pembahasan lebih dalam terkait topik lebih lanjut dalam skripsi. Bagian ini berisi landasan teori, kajian literatur, dan kerangka berpikir. Diantaranya teori Motor Induksi, pengenalan Motor *Cooling Water Pump*, pengenalan *Health Motor*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

1.1.2 Tugas Khusus

C. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan meliputi prosedur pengambilan sampel, pengumpulan data serta analisis data.

D. BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil serta pembahasan yang dilakukan tentang diagnosis Motor *Cooling Water Pump* dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



E. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan hasil analisis dan saran untuk menyajikan solusi yang muncul dalam penelitian yang telah dilakukan.



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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan laporan skripsi yang berjudul “**Motor Cooling Water Pump Healthiness Management** di Train G dan Train H PT Badak NGL menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)” melalui penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis FMEA pada Motor CWP didapatkan mode kegagalan dengan risiko tertinggi menjadi prioritas *maintenance*. Salah satu gap yang ditemukan adalah tidak dilakukannya pengujian Partial Discharge karena alat uji mengalami kerusakan, sehingga parameter tersebut tidak dimasukkan dalam penilaian kondisi motor.
2. Model Healthiness Motor CWP Train G dan Train H berhasil dikembangkan menggunakan metode AHP, dengan hasil bahwa faktor paling berpengaruh adalah *Overhaul* (0,472), *Electrical Test* (0,373), dan *Mechanical Test* (0,155). Partial Discharge memiliki bobot tertinggi (0,353) dalam Electrical Test, namun tidak diuji karena alat rusak, sementara pengujian Tangent Delta, Insulation Resistance, dan Polarization Index tetap dilakukan. Dari delapan motor yang dianalisis, tujuh berada dalam kondisi *fair* dan satu *poor*, menunjukkan bahwa model ini efektif dalam mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan. Motor 32-GM-61 dan 32-GM-62 teridentifikasi sebagai paling kritis, sedangkan 32-GM-19 dalam kondisi terbaik.

5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Memperbaiki sistem input data Motor CWP dalam *Oracle* untuk memastikan akurasi dan kelengkapan informasi
2. Perlu dilakukan penambahan parameter pengujian lain, yaitu pengujian Partial Discharge. Mengingat parameter ini memiliki bobot tertinggi namun belum dapat dilakukan akibat kerusakan alat

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. V A, S. P. S, and A. Professor, "Fault analysis and Predictive Maintenance of Induction Motor using Machine learning and Artificial Intelligence Algorithm," vol. 10, p. 51, 2024, [Online]. Available: www.ijirt.org
- [2] Manual Book Operation, *Manual Book Operation PT Badak LNG*. 2024.
- [3] O. Riana, A. Kholid, and A. Ghofari, "Analisis Risiko Produksi menggunakan Metode Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) dan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: UMKM Makaroni Keju Elfath)," 2023.
- [4] Putri Harmira, "Life Cycle Assesment (LCA) Emisi pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)," p. 10, 2017.
- [5] S. L. Herman, *Industrial motor control*. Delmar Cengage Learning, 2010.
- [6] L. Hakim, "Analisa Kerusakan Motor Induksi 3 Fasa 75 KW pada Water Cooling Pump dengan Metode MCSA (Motor Current Signature Analysis) Unit Blok 2," 2021.
- [7] H. L. Willis and M. H. Rashid, *Electrical Power Equipment Maintenance and Testing*. 1997.
- [8] Megger, "*A Stitch In Time*" *The Complete Guide to Electrical Insulation Testing*. 2006.
- [9] IEEE, "IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Electric Machinery Sponsored by the Electric Machinery Committee IEEE Power and Energy Society IEEE Std 43™-2013 (Revision of IEEE Std 43-2000)," 2013.
- [10] IEEE, *IEEE recommended practice for testing insulation resistance of rotating machinery*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2000.
- [11] IEC 60851-5, "IEC 60851-5 Winding Wire Dielectric Tangent ($\tan\delta$) Testing," 2022. [Online]. Available: <https://sequencemaker.hioki.com/ja/>
- [12] ABB, *Controlling partial discharge in high voltage motors and generators*. 2017.
- [13] IEEE 1434, "IEEE Guide for the Measurement of Partial Discharges in AC Electric Machinery," 2010.

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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [14] K. Pranali and A. Ashwini, *Vibration Monitoring and Analysis in Machining*. 2019.
- [15] M. H. Arief and D. Musantoro, *Motor 13,8 kV*. Badak LNG, 2015.
- [16] P. Berman and R. Bitran, *Health Systems Analysis for Better Health System Strengthening*. Washington, 2011.
- [17] R. Prakash and S. M. G. Siddh, "Health Index & Life Expectancy of HV Motor," *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering* |, vol. 2, no. 10, pp. 707–711, 2016, [Online]. Available: www.ijste.org
- [18] A. B. T, R. N. A, and T. M. E, "Reliability Assessment of Induction Motor Drive using Failure Mode Effects Analysis," 2013. [Online]. Available: www.iosrjournals.org
- [19] Bsmart Manual, "Penilaian Risiko dan Tujuan Perusahaan," Nov. 2022.
- [20] Robert Bosch GmbH, *Failure Mode and Effects Analysis FMEA*. 2012.
- [21] J. Junior, "Kekurangan & Kelebihan Metode," 2014. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/241943145/Kekurangan-Dan-Kelebihan-Metode>
- [22] A. Supriadi, A. Rustandi, D. H. L. Komarlina, and G. T. Ardiani, *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Deepublish, 2014.
- [23] T. L. Saaty, *Decision Making-The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)*, vol. 13, no. 1. 2004.
- [24] T. Saaty and L. Vargas, *The Analytic Hierarchy Process*. 2012. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/6161>
- [25] R. Dwi Wulandari, E. T. Mukti, and S. Mayuni, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam menentukan Prioritas Peningkatan Jalan Kabupaten di Kabupaten sanggau," 2024. doi: 10.26418/JELAST.V11I2.79803.
- [26] prabhakar, Varde, Prakash, and G. Vinod, "Reliability, Safety and Hazard Assessment for Risk-Based Technologies," 2019. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/11693>
- [27] S. Sudheer and R. Bonthu, "Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) on Permanent Magnet assisted Synchronous Reluctance Motors," 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/315718351>
- [28] F. Nurcahyo, H. Uloli, and M. Y. Arafat, "Mengidentifikasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa dengan Metode Failure Mode and Effects Analysis," *Jambura Industrial Review*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.37905/jirev.1.2.38-46.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [29] S. Sasidharan and T. B. Isha, "Reliability Analysis in an Electrical Drive System," *Indian J Sci Technol*, vol. 9, no. 48, Dec. 2016, doi: 10.17485/ijst/2016/v9i48/104355.
- [30] N. Badariah, D. Sugiarto, and C. Anugerah, "Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Expert System (Sistem Pakar)," 2016.
- [31] I. Y. Önel and M. E. H. Benbouzid, "Induction motor bearing failure detection and diagnosis: Park and concordia transform approaches comparative study," *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 13, no. 2, pp. 257–262, 2008, doi: 10.1109/TMECH.2008.918535.
- [32] R. C. A. Pereira *et al.*, "Evaluation of Smart Sensors for Subway Electric Motor Escalators through AHP-Gaussian Method," *Sensors*, vol. 23, no. 8, Apr. 2023, doi: 10.3390/s23084131.
- [33] F. Kazemzadeh, H. Heydari Ii, and C. Author, "Optimization of an HTS Induction/Synchronous Motor According to Changing of HTS Tapes Critical Current by Analytical Hierarchy Process," vol. 42, pp. 17–29, 2010, [Online]. Available: www.SID.ir
- [34] R. Sitorus, "Analisis Risiko Proses Pengemasan Keju Mozzarella menggunakan Metode Grey Failure Mode and Effect Analysis dan Analytical Hierarchy Process," 2021.
- [35] I. Kirana, "Analisis Proses Peningkatan 5S dengan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP)," 2019.
- [36] N. Iqbal and S. Salim Dahda, "Analisis Produktivitas Divisi Produksi menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)," *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 7, no. 4, 2024.
- [37] H. Li, H. Díaz, and C. Guedes Soares, "A failure analysis of floating offshore wind turbines using AHP-FMEA Methodology," *Ocean Engineering*, vol. 234, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.109261.
- [38] M. Bajaj and A. K. Singh, "An analytic hierarchy process-based novel approach for benchmarking the power quality performance of grid-integrated renewable energy systems," *Electrical Engineering*, vol. 102, no. 3, pp. 1153–1173, Sep. 2020, doi: 10.1007/s00202-020-00938-3.
- [39] P. Zandi, M. Rahmani, M. Khanian, and A. Mosavi, "Agricultural risk management using fuzzy topsis analytical hierarchy process (AHP) and failure mode and effects analysis (FMEA)," *Agriculture (Switzerland)*, vol. 10, no. 11, pp. 1–28, Nov. 2020, doi: 10.3390/agriculture10110504.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [40] X. Wang *et al.*, “An Analytic Hierarchy Process Method to Evaluate Environmental Impacts of In Situ Oil Shale Mining,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 16, no. 4, Feb. 2024, doi: 10.3390/su16041363.
- [41] M. Ilangkumaran, P. Shanmugam, G. Sakthivel, and K. Visagavel, “Failure mode and effect analysis using fuzzy analytic hierarchy process,” 2014.
- [42] B. Nugroho, S. Wahyuni, and T. Prayogo, “Penentuan Skala Prioritas Kondisi Fisik Jaringan Irigasi pada Daerah Irigasi Selokambang & Daerah Irigasi Sumber Gogosan di Kabupaten Lumajang dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Metode Analytic Network Process (ANP),” 2022.
- [43] S. N. Kamble and B. Rajiv, “Critical Analysis of Machine Condition Monitoring by Using Risk Priority Number and Analytical Hierarchy Process,” *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 22, no. 2, pp. 623–632, Apr. 2022, doi: 10.1007/s11668-022-01350-8.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1: Wawancara FMEA

Identitas Responden

Nama :

No. Pekerja :

Jabatan :

Lama Bekerja :

Petunjuk Pengisian

1. Identifikasi kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi
2. Probability atau likelihood, kemungkinan terjadinya kegagalan. Nilai berdasarkan seberapa sering kegagalan ini dapat terjadi
3. Severity atau consequence, dampak kegagalan. Nilai berdasarkan Tingkat keparahan dampak jika kegagalan terjadi
4. Credible scenario, kegagalan terjadi berdasarkan pengalaman atau data historis

Contoh:

<u>Komponen</u>	<u>Failure Mode</u>	<u>Probability</u> <u>atau</u> <u>Likelihood</u>	<u>Severity</u> <u>atau</u> <u>Consequence</u>	<u>Credible Scenario</u>
Stator	Stator fault	4	4	<u>Pengalaman kegagalan:</u> <u>Downtime produksi selama</u> <u>beberapa jam hingga motor</u> <u>diganti dengan Cadangan.</u> <u>Tindakan Perbaikan:</u> <u>Pengujian IR/PI secara berkala</u> <u>untuk mendeteksi dini potensi</u> <u>kegagalan stator.</u>

(Lanjutan)

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Komponen	Failure Mode	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Credible Scenario	Parameter yang dilakukan
Stator Core	Stator Fault				
Winding	Short Circuit				
Rotor	Rotor Bar Cracked				
Bearing	Vibrasi Tinggi				
Fan	Failure Fan				

(Lanjutan)

Matriks Penilaian Risiko

Probabilitas atau kemungkinan	Bobot	$\frac{Risiko}{Risk} (R) = \frac{Probabilitas\ atau\ Kemungkinan}{Probability\ or\ Likelihood} (P) \times \frac{Keparahan\ Konsekuensi}{Severity\ of\ Consequence} (S)$				
Sangat Mungkin Terjadi	(16)	16	32	64	126	256
Mungkin Terjadi	(8)	8	16	32	64	128
Cukup Mungkin Terjadi	(4)	4	8	16	32	64
Mungkin Tidak Terjadi	(2)	2	4	8	16	32
Sangat Mungkin Tidak Terjadi	(1)	1	2	4	8	16
Keparahan Konsekuensi Bobot		Kecil / Minor	Sedang / Moderate	Serius / Serious	Besar / Major	Bencana / Carastropic
		(1)	(2)	(4)	(8)	(16)

Kategori Probabilitas atau kemungkinan

Keparahan	Bobot	Aspek Kesehatan	Selain Aspek Kesehatan
Kecil/Minor	1	Tidak ada paparan	Tidak pernah terjadi di industri minyak dan gas
Sedang/Moderate	2	Jarang terpapar ($\leq 1x$ dalam 3 bulan) dengan kadar $\leq$ NAB	Terjadi di industri minyak & gas atau dialami minimal sekali di industri minyak & gas
Serius / Serious	4	Sering terpapar ($> 1x$ dalam 3 bulan) dengan kadar $\leq$ NAB / Jarang terpapar ($\leq 1x$ dalam 3 bulan) dengan kadar $>$ NAB	Telah terjadi beberapa kali di industri minyak & gas.
Besar/Major	8	Sering terpapar ($> 1x$ dalam 3 bulan) dengan kadar $>$ NAB	Telah terjadi sekali di Badak LNG
Bencana/Carastropic	16	Sering terpapar ($> 1x$ dalam 3 bulan) dengan kadar $> 2x$ NAB	Sering terjadi atau telah terjadi lebih dari sekali di Badak LNG

Keparahan Konsekuensi – Material & Produksi

Keparahan	Bobot	Kerusakan Materi	Kehilangan Produksi
Kecil/Minor	1	Kerusakan kecil pada peralatan	Kehilangan produksi tidak signifikan
Sedang/Moderate	2	Kerusakan terbatas pada peralatan	Kehilangan produksi ≤ 1 train x hari
Serius / Serious	4	Kerusakan lokal yang signifikan (misal satu unit dimatikan) pada peralatan	Kehilangan produksi ≤ 1 train x 7 hari
Besar/Major	8	Kerusakan pada beberapa unit, beberapa kerusakan di luar kilang	Kehilangan produksi ≤ 1 train x 30 hari
Bencana/Carastropic	16	Kerusakan parah pada kilang, kerusakan signifikan di luar kilang	Kehilangan produksi > 1 train x 30 hari

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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Kuesioner AHP

Responden yang terhormat,

Perkenalkan, saya Rosyida Mufariyah Fauziyah mahasiswa LNG Academy. Saat ini, penulis sedang melakukan penelitian untuk menyusun skripsi dengan judul “*Motor Cooling Water Pump Healthiness Management Di Train G Dan Train H PT Badak NGL menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)*”. Hasil dari kuesioner ini akan digunakan sebagai analisis dalam penyusunan skripsi pada program Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta – LNG Academy.

Penulis menyadari waktu Bapak/Ibu sangat berharga, namun besar harapan agar berkenan meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini secara lengkap. Atas kesediaan dan partisipasi Bapak/Ibu dalam penelitian ini, penulis mengucapkan terimakasih.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hormat saya,

Penulis

(Lanjutan)

Identitas Responden

Nama :

No. Pekerja :

Jabatan :

Lama Bekerja :

Petunjuk Pengisian

5. Terdapat 3 kriteria, yaitu:
 1. *Electrical Test (Preventive Maintenance)*
 - a. *Insulation Resistance (IR)*
 - b. *Polarization Index (PI)*
 - c. *Tangent Delta*
 - d. *Partial Discharge (PD)*
 2. *Mechanical Test*
 - a. *Vibration Monitoring*
 3. Overhaul
6. Pembobotan dilakukan dengan perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan kriteria penilaian sebelah kiri dengan kriteria penilaian sebelah kanan
7. Beri tanda (✓) pada kolom skor yang sesuai untuk penilaian
8. Untuk membantu dalam memberikan penilaian, tingkat kepentingan yang digunakan adalah sebagai berikut:

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

Sumber: Saaty 2004

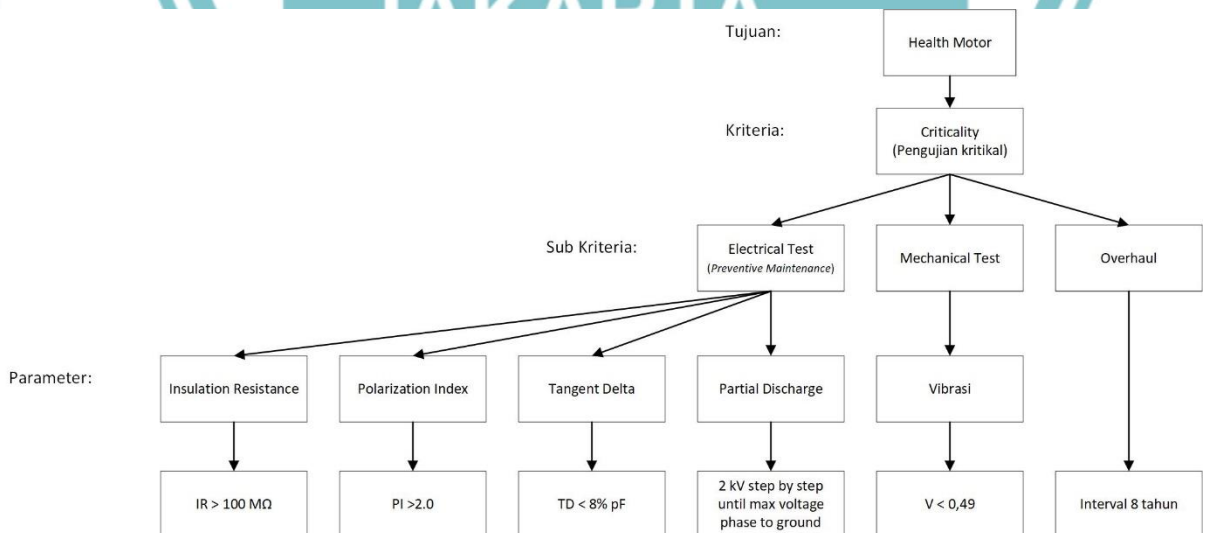
Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Sangat penting
7	Jelas lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan

Contoh:

Parameter 1	Skala																Parameter 2	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
Insulation Resistance					✓													Polarization Index

Artinya:

Tanda (✓) pada kolom Parameter 1 pada skala nilai 5 yang berarti bahwa “Insulation Resistance” **sangat penting** daripada “Polarization Index” dengan nilai kepentingan 5.



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

(Lanjutan)

1. Penentuan Bobot Prioritas

Penilaian berdasarkan Kriteria terhadap Sub Kriteria:

Tes mana yang lebih kritikal dalam menentukan kondisi kesehatan motor

Kriteria 1	Skala																	Kriteria 2
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Electrical Test (PM)																		Mechanical Test
Electrical Test (PM)																		Overhaul
Mechanical Test																		Overhaul

Penilaian berdasarkan Sub Kriteria terhadap Parameter:

Parameter mana yang lebih kritikal dalam menentukan kondisi kesehatan motor

Parameter 1	Skala																	Parameter 2
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Insulation Resistance																		Polarization Index
Insulation Resistance																		Tangent Delta
Insulation Resistance																		Partial Discharge
Polarization Index																		Tangent Delta
Polarization Index																		Partial Discharge
Tangent Delta																		Partial Discharge

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Penilaian Alternatif

Penjelasan:

- Test Value : Diiiisi dari hasil pengukuran
- Acceptance Criteria : Berdasarkan standar yang digunakan PT Badak NGL
- Toleransi/Catatan : Menjelaskan apakah suatu parameter dapat ditoleransi jika nilainya tidak memenuhi *Acceptance Criteria*. (Contoh: nilai IR < 100 MΩ, tetapi hanya sedikit menurun (misal 99 MΩ), dan tidak ada indikasi kerusakan lanjut, apakah masih bisa ditoleransi dengan catatan perlu monitoring atau test ulang. Jika < 50 MΩ, tidak bisa ditoleransi.
- Catatan Tambahan : Pada Tabel dibawah ini

Tingkat Kepentingan	Keterangan
1	Bisa ditoleransi (Mendekati standar)
0	Tidak bisa ditoleransi (Sudah tidak relevan)

Contoh:

Parameter	Test value	Acceptance Criteria	Field Experience	Toleransi
Insulation Resistance	>100 MΩ	> (V. Nominal+1000)/1000 (1 minute)	Masih dapat diterima secara operasional (90 – 100 MΩ)	Bisa Tidak bisa

(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter	Test value	Acceptance Criteria	Field Experience	Toleransi
Insulation Resistance	$>100 \text{ M}\Omega$	$> (V. \text{ Nominal} + 1000) / 1000$ (1 minute) Reference: IEEE		Bisa Tidak Bisa
Polarization Index	> 2.0	> 2 (minute 10 divided by minute 1) Reference: IEEE		Bisa Tidak Bisa
Tangent Delta	$< 8\% \text{ pF}$	$\% (\text{PF}) 2.0 \text{ to } 8.0$ Reference: IEC		Bisa Tidak Bisa
Partial Discharge	2 kV step by step until max voltage phase to ground	10.000 pC or less Reference: Doble Engineering Company recommendation for PD		Bisa Tidak Bisa
Vibration Monitoring	$< 0,49$	Tabel 1		Bisa Tidak Bisa
Overhaul	8 tahun	7 Tahun Reference: Sesuai program overhaul dari manufacture		Bisa Tidak Bisa

(Lanjutan)

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POINT	ALERT	FAULT	ALARM LIMIT SET NUMBER	DANGER
MTE	0,23	0,28	300	0,49
MTS	0,23	0,28	300	0,49
MBE	0,16	0,20	301	0,49
MBS	0,16	0,20	301	0,49
MAX	0,13	0,19	302	0,49
	Monitoring	Create WR-3 / Switching / Requires Further Analysis		Put Offline Immediately

Tabel 1 *Action Plan* Vibrasi

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 3: Validasi hasil perhitungan AHP dengan Software Expert Choice

1. Memasukkan jumlah *Participant*

Participants C:\ECsamples\Motor CWP.ahp Combined

File Edit Query Help

PID	PersonName	Combined	Email	Participating	Eval	Location	Weight	Keypad	Wave	Password	ProgressStatus	EvalCluster	Organization
1	Combined	☒		☒									
2	Kuesioner 1	☐		☒				2	1				
3	Kuesioner 9	☐		☒				3	1				
4	Kuesioner 15	☐		☒				4	1				
5	Kuesioner 19	☐		☒				5	1				

Select * from People where Participating <> 0
order by PID

Queries:

Revert Apply All Save Combine Individuals

Close Particip. Delete

2. Penilaian Kriteria terhadap Sub-Kriteria

Expert Choice C:\ECsamples\Motor CWP.ahp Combined

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Electrical Test

Compare the relative importance with respect to: Criticality

Mechanical Test

	Electrical T	Mechanica	Overhaul
Electrical Test	2,34035	1,61185	
Mechanical Test		2,44949	
Overhaul			
Incon:	0,02		

Expert Choice C:\ECsamples\Motor CWP.ahp Combined

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Electrical Test

Compare the relative importance with respect to: Criticality

Overhaul

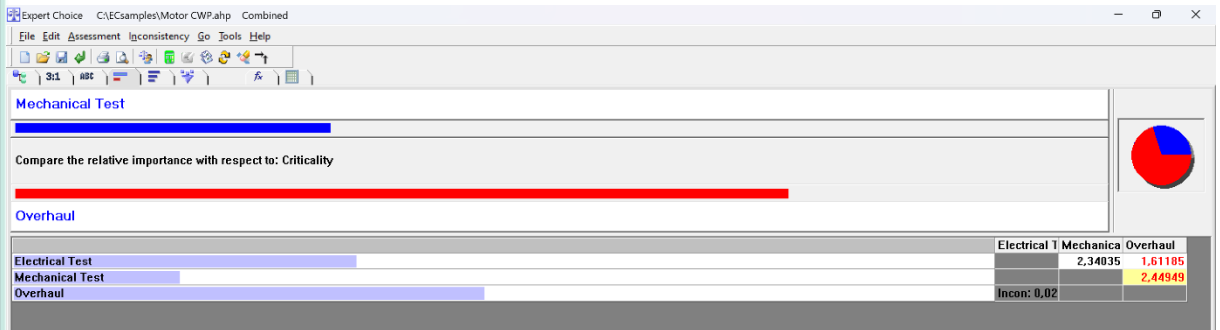
	Electrical T	Mechanica	Overhaul
Electrical Test	2,34035	1,61185	
Mechanical Test		2,44949	
Overhaul			
Incon:	0,02		

- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

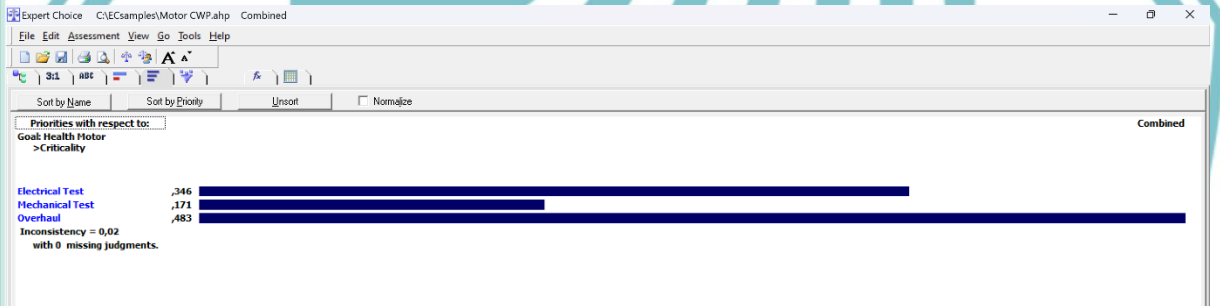
(Lanjutan)

Hak Cipta :

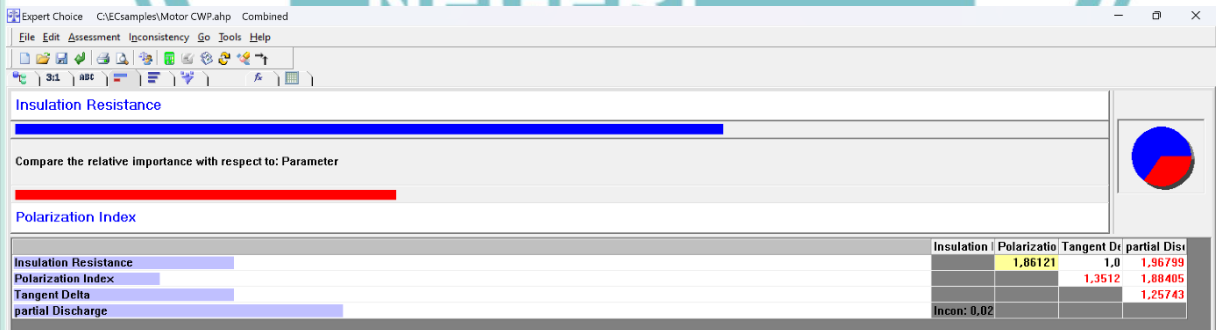
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



3. Mengecek Inkonsistensi



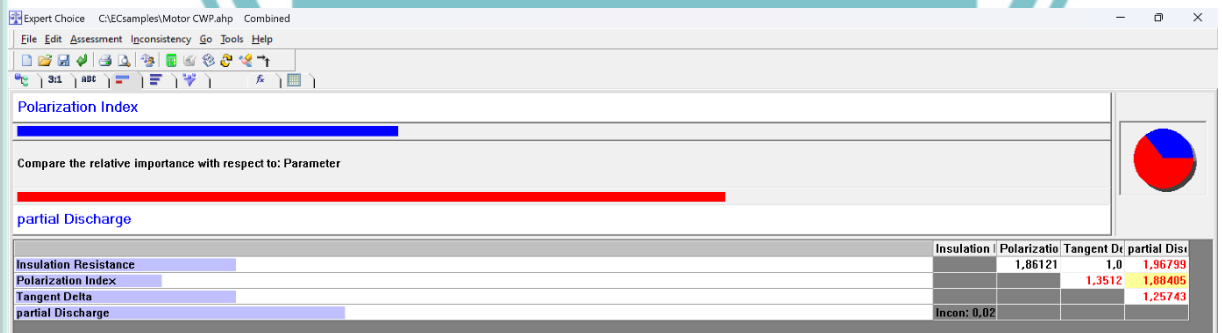
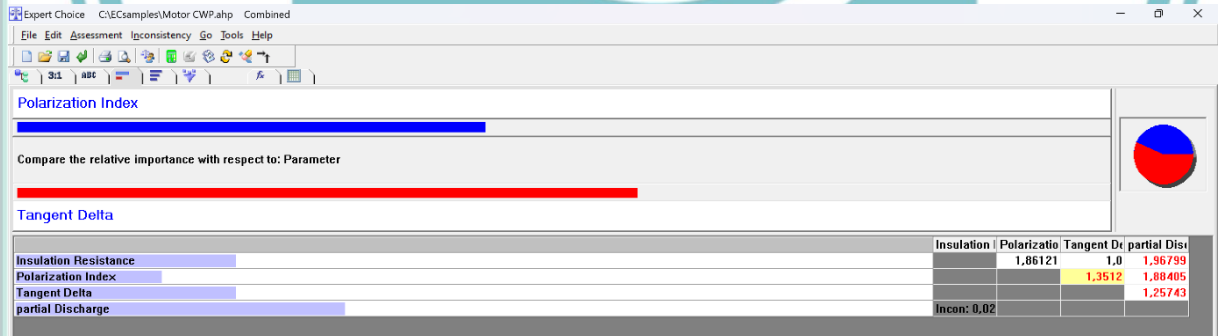
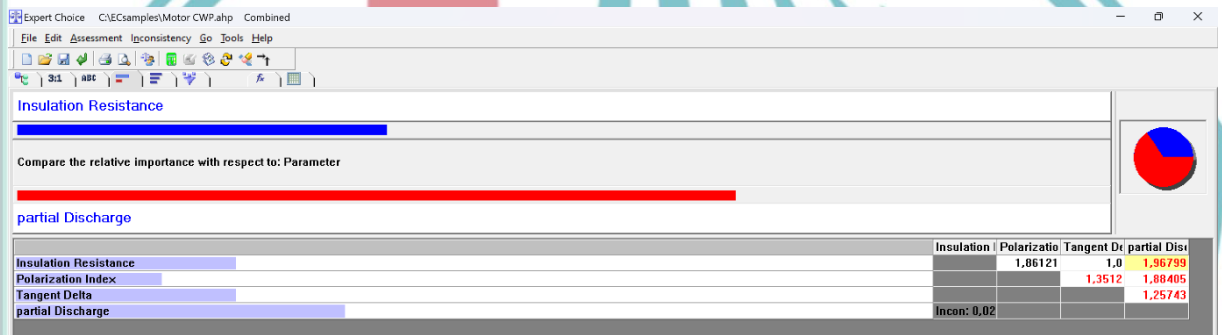
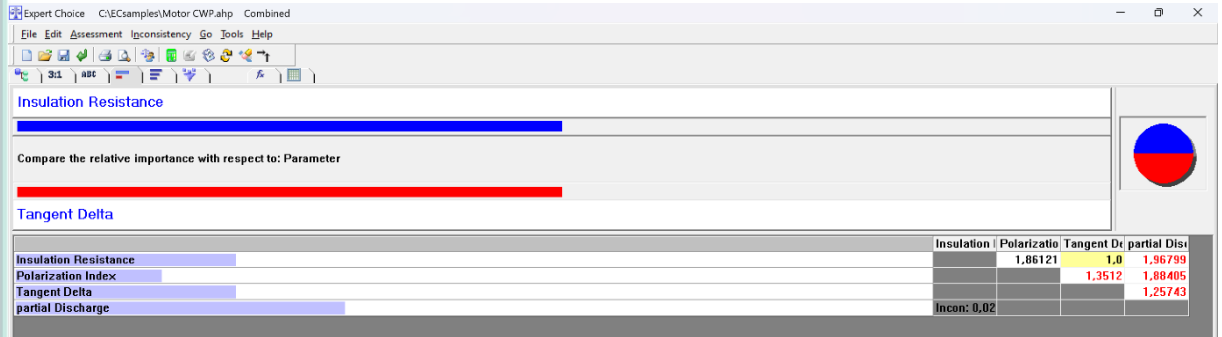
4. Penilaian Sub-Kriteria terhadap Parameter



(Lanjutan)

Hak Cipta :

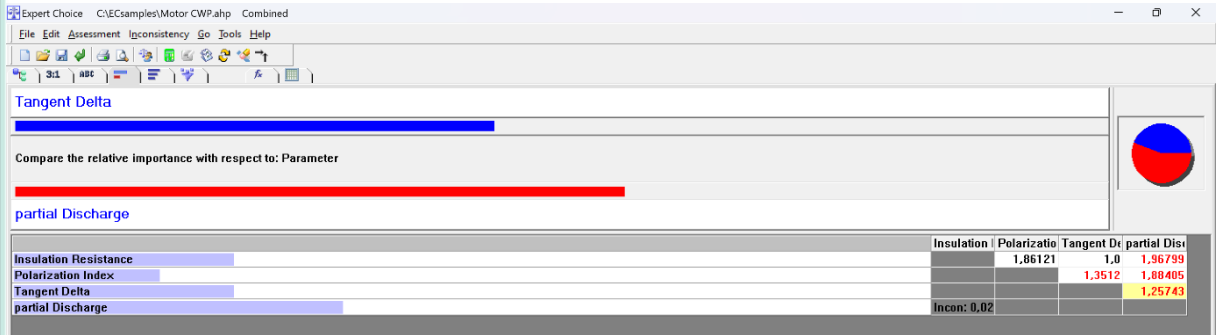
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



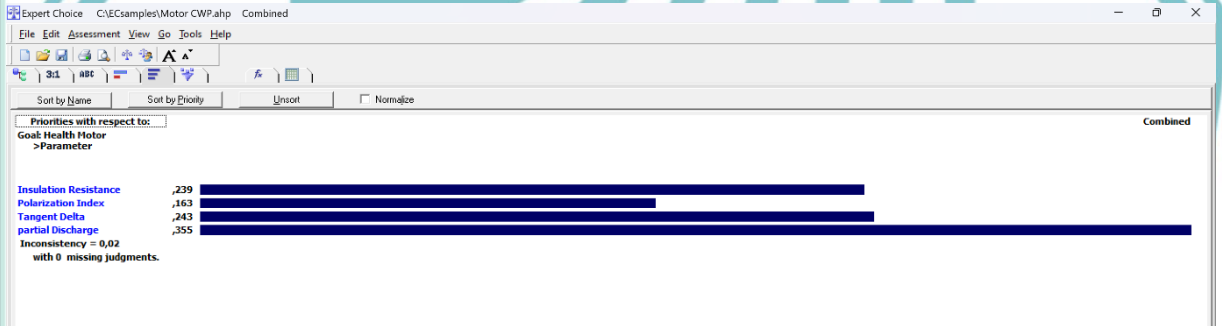
(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



5. Mengecek Inkonsistensi



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 4: Dokumentasi Wawancara dan Penyebaran Kuesioner

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



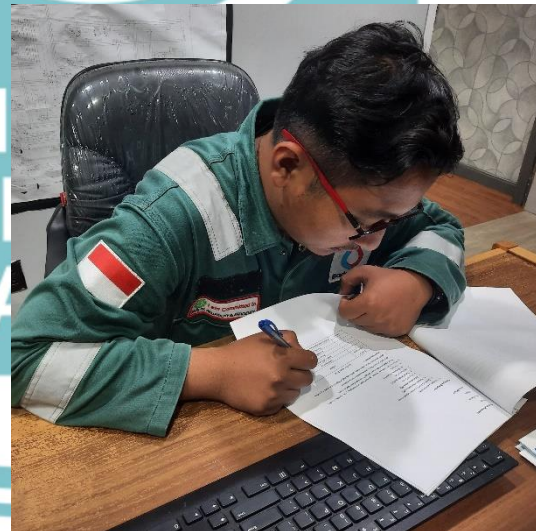
Nama : Yuda Prasetya
No. Pekerja : 133499
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 10 Tahun



Nama : David Hasurungan
No. Pekerja : 132059
Jabatan : Engineer Electrical
Lama Bekerja : 12 Tahun



Nama : Ahmad Agus Sogol
No. Pekerja : 132697
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 10,8 Tahun



Nama : Moch Drajat Cahya
No. Pekerja : 133441
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 9 Tahun

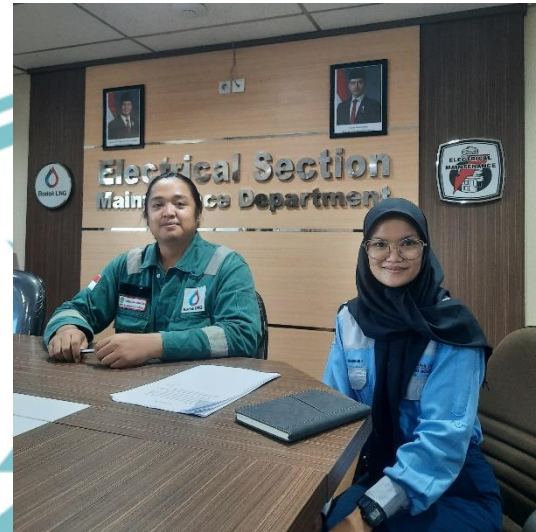
(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Nama : Eko Wahyu Susilo
 No. Pekerja : 132075
 Jabatan : Lead Engineer,
 Electrical Instrument
 Lama Bekerja : 12,5 Tahun



Nama : Oktiawan Ando P
 No. Pekerja : 135274
 Jabatan : Teknisi
 Lama Bekerja : 6 Tahun



Nama : Jimmy Dozeno
 No. Pekerja : 132451
 Jabatan : Engineer Electrical
 Lama Bekerja : 12 Tahun



Nama : Anton Zainal
 No. Pekerja : 130743
 Jabatan : Supervisor Plant Area
 Electrical
 Lama Bekerja : 15 Tahun

(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Nama : Yuanco MT
No. Pekerja : 130768
Jabatan : Planner
Lama Bekerja : 15 Tahun



Nama : Yogi P
No. Pekerja : 132378
Jabatan : Planner Electrical
Lama Bekerja : 12 Tahun



Nama : M Yahdi Urfan
No. Pekerja : 134039
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 6 Tahun



Nama : Kurnia Bagus M
No. Pekerja : 130281
Jabatan : Manager Electrical
Instrument
Lama Bekerja : 16 Tahun

(Lanjutan)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Nama : Rizqy Fajar Arifianto
No. Pekerja : 130273
Jabatan : Manager SL & M
Lama Bekerja : 17 Tahun



Nama : Reza Aprita S
No. Pekerja : 133433
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 9 Tahun



Nama : Ahmad Febrian R
No. Pekerja : 133924
Jabatan : Teknisi
Lama Bekerja : 6 Tahun



Nama : M Ilham R & Afif W
No. Pekerja : 135307 & 133891
Jabatan : Mechanic Predictive Maintenance
Lama Bekerja : 6 Tahun & 7 Tahun

(Lanjutan)

Hak Cipta :

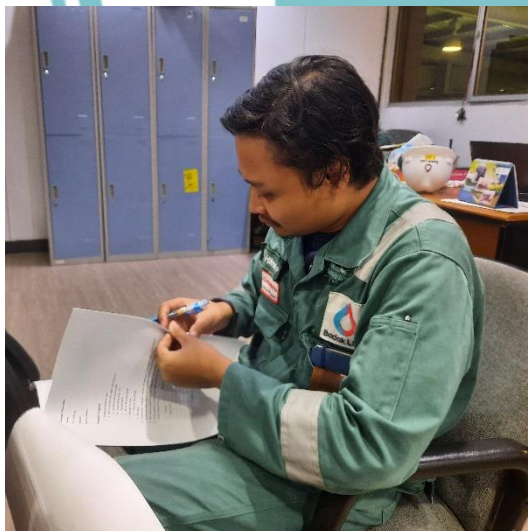
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



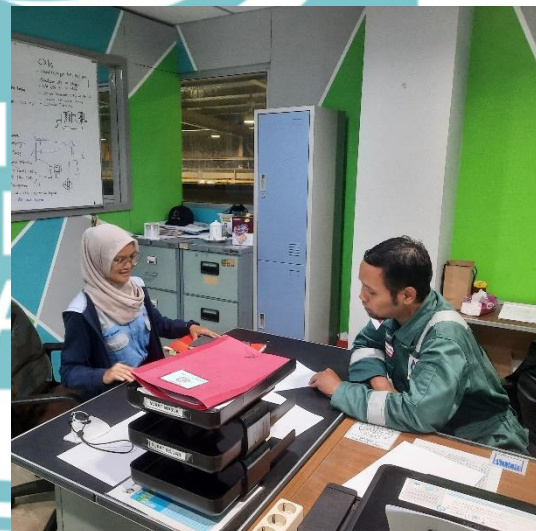
Nama : Rais Bachtiar
 No. Pekerja : 133032
 Jabatan : Engineer Electrical
 Lama Bekerja : 9 Tahun



Nama : Parlo Silalahi
 No. Pekerja : 125779
 Jabatan : Asisten Manager
 Jabatan : Electrical
 Lama Bekerja : 26 Tahun



Nama : Bagas Hikmatul P
 No. Pekerja : 134055
 Jabatan : Teknisi
 Lama Bekerja : 7 Tahun



Nama : Hendra Swandana
 No. Pekerja : 130776
 Jabatan : Supervisor
 Lama Bekerja : 15 Tahun

(Lanjutan)

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Nama : Ridha Fuadi
No. Pekerja : 122562
Jabatan : Supervisor
Lama Bekerja : 32 Tahun

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 5: Tabel Hasil FMEA

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
Stator Core	Stator Fault	4	4	16	Motor yang menua (<i>aging</i>) mengalami kegagalan isolasi di area stator	Melakukan kontrak jasa dengan pihak ketiga untuk dilakukan re-stacking stator core.	IR, PI, Tan Delta	IR, PI, Tan Delta, Partial Discharge
					Ditemukan hotspot pada stator core saat overhaul, mengakibatkan performa motor menurun dan harus segera dilakukan action rapat.			
					stator coreloss (rugi-rugi stator) Core terdiri dari laminasi-laminasi besi tipis, lama kelamaan solasi terbakar, melepuh, korosi, akhirnya antar laminasi menyatu yang harusnya terpisah, akhirnya muncul rugi-rugi)	Program overhaul motor harus sesuai jadwal. Karena stator core harus tetap bersih dari kotoran		
					stator wedges (yang menahan winding) longgar, adanya getaran	Replace/ganti dengan yang lebih tebal atau dipadatkan lagi		
					IR/PI low (kotor, partikel masuk, umur isolasi yang sudah tua)	Drying oven (dibersihkan dan dikeringkan) dan revarnish (melapisi isolasinya agar terbalut (mengeraskan winding))		

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 m
 - 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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
	Hotspot	4	2	8	Hasil pengetesan coreloss test menunjukkan titik hotspot, dapat menyebabkan panas berlebih	Re-varnish ketika proses overhaul/thermal imaging camera		
					Terdapat hotspot pada inspeksi thermal camera ketika aktivitas overhaul, yang mengakibatkan unbalance flux dan arus			
					Motor CWP dapat menjadi vibrasi atau bahkan trip	overhaul dan restacking		
					Temperature winding bisa naik sehingga bisa mengakibatkan short circuit			
Winding	Short Circuit	16	16	256	Heater Rusak Cipratan air	Jika bisa dilakukan dilapangan akan langsung diperbaiki, seperti mengecek heater.	IR, PI, Tan Delta	IR, PI, Tan Delta, Partial Discharge
					Motor CWP mengalami short circuit akibat kegagalan pada winding dan end winding connection.	Preventive action melakukan pengukuran IR & PI secara berkala		
					Motor tidak bisa running. Short circuit dikarenakan lembab, sambungan yang getas			
					CWP trip karena stator diferensial yang diakibatkan oleh short circuit winding	Melakukan cek IR/PI dan modifikasi heater panel box koneksi		

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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
					Unbalance arus dan muncul alarm stator differensial trip	Repair insulasi winding yang rusak Re-varnish dan reoven stator		
	Winding burnt	8	4	32	Salah satu penyebab utama trip motor CWP yang dapat berimbas pada trip proses train.	Rewinding Motor		
	High Temperature	16	8	128	Motor tidak bisa running dikarenakan overhear	Perlu dilakukan overhaul		
	RTD high temperature	4	8	32	RTD longgar	Melakukan kalibrasi RTD		
	Short turn to turn	2	4	8	Kerusakan pada stator winding	Low IR perlu penggantian		
Rotor	Rotor bar cracked	2	16	32	Problem in bearing yang menyebabkan rotor eccentricity gagal	Kupas/kikis bagian yang crack hingga bagian akarnya. Kemudian lakukan welding ulang.	Overhaul, Coreloss = DPT (Dye Penetrant Test), Coreloss Thermograph	Tan Delta, Partial Discharge
					Pada saat program overhaul inspeksi kondisi rotor dengan metode DPT ditemukan adanya initial crack pada stiffner rotor.			
					Terjadi crack pada saat overhaul pada bagian stiffner rotor	Dilakukan upper cutting dan dilakukan pengelasan ulang		
	Hot spot	4	2	8	Menyebabkan motor vibrasi	Treatment rotor core menggunakan medan magnet		

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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
					Unbalance arus	Overhaul motor		
					Isolation failure, terbakar shorted winding			
	shaft fitting	4	2	8	Shaft rotor sisi area bearing mengecil/terkikis	Metal spray shaft rotor kemudian dibubut lagi dan balancing rotor		
	Unbalance	8	8	64	Rotor unbalance cause high vibration Rotor balancing	Perlu dilakukan pengetesan/balancing untuk mengetahui kondisi rotor perlu dikoreksi/balancing		
					Ketidakeimbangan coupling yang menyebabkan rotor unbalance dan high vibration			
	Stacking	4	8	32	High vibration High temp			
Kabel Sambungan	Kerusakan isolasi	8	4	32	Insulation failure in cable lead (connection, insulation)	cable lead beli, isolasi nya di treatment Causing fault then motor trip	IR, PI	IR, PI
					Terjadi short pada HV terminal box yang diakibatkan oleh kerusakan isolasi, yang mengakibatkan downtime CWP selama 4 hari.	Preventive action pemeriksaan isolasi pada bagian HV terminal box dan memastikan heater aktif.		

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
					Isolasi di end winding crack Motor akan diturunkan dilakukan perbaikan Kondisi isolasi atau motor mengalami faktor umur isolasi yang perlu diganti Kegagalan pada isolasi bus bar motor dan lead motor CWP 60	Repair sambungan sekaligus overhaul		
Bearing	Vibrasi tinggi	8	4	32	Problem in bearing or motor balancing, high vibration causing motor to trip Motor mengalami vibrasi tinggi, hingga terjadi rubbing/gesekan antara stator dan rotor dan motor tidak dapat diperbaiki lagi. Aligment tidak bagus Baut pondasi longgar Bearing rusak Vibrasi disisi motor/pompa akan dilakukan re-aligment atau dilakukan uncouple untuk memastikan vibrasi disisi motor/pompa Rubbing antara rotor dan stator pada motor CWP TOSHIBA yang diakibatkan clearance yang tidak sesuai (contoh: 32-GM-14) Ukuran inner/outer bearing mengalami keausan	Preventive untuk mengecek nilai vibrasi secara berkala. Pengukuran vibrasi ulang Rotor tidak dapat digunakan lagi Ganti dengan bearing baru	Vibration Monitoring	Vibration Monitoring

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 m
 - 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 m
 - 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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
					High vibration at motor and couple with pump CWP 16, CWP 61			
					Koplingnya longgar, bisa terjadi vibrasi Bearingnya CWP AEG jenis filting bed, jenisnya sangat jarang terjadi kerusakan.	Bisa disetting untuk clearance. axialnya harus kuat Sekalinya rusak, harus Ganti.		
					RTD rusak	kalibrasi RTD		
	High Temperature	4	2	8	Lube oil terkontaminasi air laut	lube oil sampling rutin		
					Internal part bearing	cek vibrasi dan overhaul		
	Bearing overclearance	4	8	32	Bearing overclearance will cause high vibration	cek vibrasi		
	Gagal pelumasan	4	4	16	Trip karena temperature bearing melebihi 90°C yang dapat berimbas pada trip proses train.	Memperbaiki sistem lube oil dan mengganti bearing		
					(Main Oil Pump) MOP fail Mengakibatkan trip pada motor jika terkena alarm pada bearing	PM supporting equipment		
	Miss position Tidak terlumasi	1	2	2	Nilai RTD bearing tinggi	Cek tekanan oli dan melakukan overhaul motor		
	RTD high temperature	4	8	32	current unbalance	kalibrasi RTD, motor overhaul		
					High vibration	cek vibrasi		

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 m
 - 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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
	Bearing wear	4	8	32	Bearing wear cause Motor high vibration Replace bearing	motor overhaul		
Fan	Failure Fan	2	2	4	Fan condition, sometimes fan broken during operation. Motor overheat them trip	Memfabrikasi ulang fan dan lakukan inspeksi berkala	visual inspection terhadap korosi, deformasi, dan keyway shaft	Visual Inspection
					Fan mengalami korosi parah hingga beberapa bagian rapuh, mengakibatkan temperature winding menjadi tinggi.			
					kipas fan pecah	Repair fan dilapangan		
					Motor distop beberapa fan untuk perbaikan fan			
					Fan mengalami korosi yang parah mengakibatkan high winding temperature	Inspeksi kondisi fan pada saat PM 1 tahunan		
					Menyebabkan suhu motor meningkat.			
					Scratch Fan blade corroded			
					Terjadi pada motor after overhaul CWP 60 Fan taching to cover	memperbaiki fan di workshop		
	Bergesekan dengan Cover	8	2	16	Fan korosi Posisi fan tidak aligment			
	Noise	1	1	1	Unbalance High vibration			

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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
	Fan unbalance	2	4	8	Cause rotor vibration rising Fan balancing	Field balancing		
					Mass loss/dust deposit will cause rotor unbalance & high vibration			
					Saat melakukan pembersihan fan muncul vibrasi			
					Pada saat overhaul/operasi --> unbalance			
	Fail to operate	2	4	8	Temperature motor naik --> trip dilakukan perbaikan pada fan	Repair fan		
	Broken	4	2	8	Nilai kapasitansi tidak sesuai nameplate IR mengalami penurunan			
	Aging	2	1	2	Test capacity Bad value			
Surge Kapasitor	Short circuit	8	4	32	Trip motor CWP by Ground IOC yang disebabkan kegagalan kapasitor	Mengganti surge kapasitor yang baru	pengukuran kapasitansi (IR)	IR Test
Short circuit pada motor kapasitor yang mengakibatkan motor CWP trip								
Dapat menyebabkan trip karena short circuit yang dapat berimbas pada trip proses train.								
Check humidity and heater always ON								
Pada relay muncul stator differential, short to ground								
Microfard value below standard/insulation failure								

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

Komponen	Failure Mode (Potensi Kegagalan)	Probability atau Likelihood	Severity atau Consequence	Risk	Failure Cause (Penyebab Kegagalan)	Tindakan/Usulan Perbaikan	Parameter yang dilakukan PT Badak NGL	Parameter Teori
					Operational dan habis overhaul basah			
	Capasitor leak	2	2	4	Terjadi kerusakan dikapasitor sehingga bocor			
	Bad Insulation	2	2	4	Hasil IR buruk dilakukan pergantian			
Lightning arrester	Shorted	1	2	2	IR test low/humid/insulation failure	mengganti lightning arrester	Tan Delta (megger)	Tangent Delta
Current transformer	Shorted	1	2	2	Insulation failure CT ratio shifting	mengganti Current Transformer	Current Primary Injection, CT Ratio	-
Ebonit/ isolator	Broken	4	4	16	Terjadi short circuit ketika IR rendah Terkena/kemasukan air hujan	mengganti Isolator	Insulation Resistance (megger)	Insulation Resistance

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 6: Tabel Perhitungan Healthiness Berdasarkan Data Pengujian Terakhir

TAG NUMBER	Electrical Test (Preventive Maintenance)												Mechanical Test					Overhaul (Tahun)	Overall index	Keterangan
	Insulation Resistance			Polarization Index			Tangent Delta (%)			Total Index	Condition	Expected Life	Vibrasi (In/Sec)							
	W1	W2	W3	W1	W2	W3	W1	W2	W3				Motor Top East (MTE)	Motor Top South (MTS)	Motor Axial (MAX)	Motor Bottom East (MBE)	Motor Bottom South (MBS)			
32-GM-15 (S/N 92505276)	6,08 GΩ	6,13 GΩ	6,03 GΩ	2,48	3,29	3,13	2,01	1,94	1,89	63,35	Fair	≤ 10 tahun	0,088	0,073	0,045	0,07	0,055	10	75,65	Excellent
32-GM-16 (S/N 281005)	8,91 GΩ	5,47 GΩ	5,6 GΩ	2,96	1,95	2,01	1,90	1,83	1,79	63,35	Fair	≤ 10 tahun	0,162	0,137	0,085	0,153	0,167	9	80,37	Excellent
32-GM-17 (S/N 274606)	6,24 GΩ	5,82 GΩ	5,76 GΩ	2,20	2,25	2,22	1,55	1,53	1,49	65,79	Fair	≤ 10 tahun	0,197	0,165	0,084	0,124	0,092	10	79,37	Excellent
32-GM-18 (S/N 281001)	425 MΩ	492 MΩ	631 MΩ	0,92	1,04	0,86	1,48	1,49	1,53	51,03	Fair	≤ 10 tahun	0,172	0,145	0,048	0,123	0,104	9	76,64	Excellent
32-GM-19 (S/N 281003)	1207 GΩ	6,49 GΩ	8,63 GΩ	1,25	3,58	2,97	1,30	1,32	1,34	62,51	Fair	≤ 10 tahun	0,108	0,103	0,053	0,064	0,059	5	85,09	Excellent
32-GM-60 (S/N 274605)	2,68 GΩ	2,89 GΩ	5,72 GΩ	2,42	2,80	1,80	1,80	1,82	1,74	63,35	Fair	≤ 10 tahun	0,105	0,123	0,053	0,075	0,085	9	80,37	Excellent
32-GM-61 (S/N 9110175)	6,48 GΩ	6,96 GΩ	6,95 GΩ	5,15	5,10	5,15	1,08	1,11	1,09	53,47	Fair	≤ 10 tahun	0,188	0,102	0,032	0,129	0,057	14	62,47	Good
32-GM-62 (S/N 9510147)	7,23 GΩ	7,44 GΩ	7,37 GΩ	8,08	9,20	8,24	3,93	3,77	3,73	46,15	Poor	< 3 Tahun	0,072	0,071	0,023	0,044	0,036	20	53,03	Moderate

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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