



© 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



**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN GULUNGAN
(*BURNED WINDING*) PADA *GENERATOR SET*
KERETA API DI BALAI YASA MANGGARAI**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Nara Dinta Gallen

NIM 2202441044

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**



© 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



**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN GULUNGAN
(*BURNED WINDING*) PADA *GENERATOR SET*
KERETA API DI BALAI YASA MANGGARAI**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan
Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Nara Dinta Gallen

NIM 2202441044

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN GULUNGAN (*BURNED WINDING*)
PADA *GENERATOR SET* KERETA API DI BALAI YASA MANGGARAI**

Oleh:

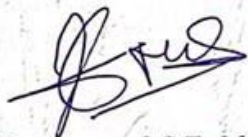
Nara Dinta Gallen

NIM 2202441044

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

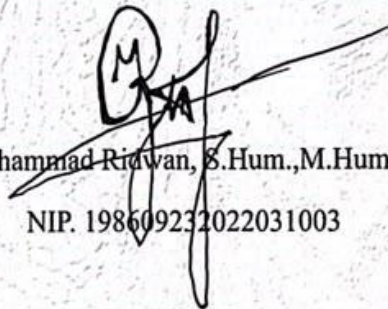
Pembimbing 1



Idrus Assagaf, S.T., M.T.

NIP. 196811042000121001

Pembimbing 2



Muhammad Ridwan, S.Hum., M.Hum

NIP. 198609232022031003

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat



Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.

NIP. 199105012024061003

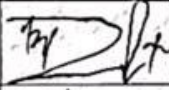
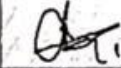
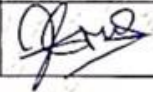
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN GULUNGAN (*BURNED WINDING*) PADA *GENERATOR SET* KERETA API DI BALAI YASA MANGGARAI

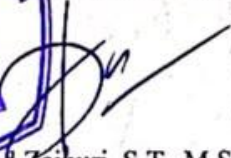
Oleh:
Nara Dinta Gallen
NIM. 2202441044
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 06 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T. 198905262019031008	Penguji 1		
2.	Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd. 199001112019031016	Penguji 2		
3.	Idrus Assagaf, S.T., M.T. 196811042000121001	Moderator		

Depok, 06 Juli 2026

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zaihuri, S.T., M.Si..

NIP. 197602252000121002

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nara Dinta Gallen

NIM : 2202441044

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau 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 Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 07 Juli 2026



Nara Dinta Gallen
NIM. 2202441044



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

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN GULUNGAN (*BURNED WINDING*) PADA *MOTOR FAN GENERATOR SET* KERETA API DI BALAI YASA MANGGARAI

Nara Dinta Gallen¹⁾, Idrus Assagaf¹⁾, Muhammad Ridwan¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Universitas Indonesia, Depok, 16424

Email: nara.dinta.gallen.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Motor Fan Induksi 3 Fasa merk TECO berdaya 15 KW merupakan komponen penting pada sistem pendinginan *Generator Set* Kereta Api yang berfungsi menggerakkan kipas radiator untuk menjaga suhu kerja mesin *diesel* tetap optimal. Motor ini beroperasi secara kontinu pada lingkungan dengan beban tinggi sehingga rentan mengalami gangguan kelistrikan maupun mekanikal. Penelitian ini dilakukan di Balai Yasa Manggarai setelah ditemukan kerusakan berupa *burned winding* yang menyebabkan motor tidak dapat beroperasi dan berpotensi mengganggu sistem pendinginan serta keandalan pasokan listrik pada rangkaian kereta api. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dengan teknisi dan *engineer*, serta pengujian kondisi motor yang mengalami kerusakan. Pengujian meliputi pengukuran suhu permukaan motor menggunakan *Infrared Thermometer* dan pengukuran tahanan isolasi menggunakan *Insulation Tester (Megger Test)* 500 V. Selanjutnya, dilakukan pembongkaran motor untuk inspeksi visual komponen internal. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), diagram *Fishbone*, dan metode *5 Whys Analysis* untuk menentukan akar penyebab kerusakan secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan adanya indikasi awal sebelum kegagalan total berupa suara dengung kasar, aroma hangus, kenaikan suhu motor hingga mencapai 101,5°C, serta nilai tahanan isolasi sebesar 0 MΩ yang menunjukkan kegagalan isolasi total. Hasil inspeksi visual memperlihatkan gulungan stator mengalami perubahan warna menjadi hitam akibat panas berlebih dan kerusakan lapisan isolasi. Analisis menunjukkan bahwa kerusakan *burned winding* dipicu oleh kemacetan *Bearing* akibat mengeringnya *grease* sehingga motor mengalami *overcurrent* yang menghasilkan panas berlebih dan menyebabkan hubungan singkat pada gulungan stator. Berdasarkan analisis menggunakan metode *5 Whys Analysis*, akar penyebab kerusakan berasal dari kesalahan prosedur saat pemasangan *Bearing*, yaitu pemanasan menggunakan *induction heater* hingga 201°F yang melebihi batas aman 175°F sesuai *service manual*. Pemanasan berlebih menyebabkan kualitas *grease* menurun sehingga pelumas kehilangan fungsinya lebih cepat dan memicu kerusakan *Bearing*. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penerapan prosedur kerja sesuai standar, peningkatan kompetensi teknisi melalui pelatihan berkala, serta pelaksanaan pemeliharaan preventif untuk meningkatkan keandalan *Motor Fan Generator Set* Kereta Api.

Kata kunci: *Burned winding*, Motor Induksi 3 Fasa, *Bearing*, *Root Cause Analysis*, pemeliharaan preventif.



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

Analysis of the Causes of *Burned winding* Damage in Train Generator Set Fan Motors at Balai Yasa Manggarai

Nara Dinta Gallen¹⁾, Idrus Assagaf¹⁾, Muhammad Ridwan¹⁾

¹⁾ Heavy Equipment Maintenance *Engineering* Technology Study Program, Department of Mechanical *Engineering*, Jakarta State Polytechnic, University of Indonesia Campus, Depok, 16424

Email: nara.dinta.gallen.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

The 15 kW TECO brand 3-phase induction fan motor is a critical component in the cooling system of a train's Generator Set. It drives the radiator fan to maintain the optimal operating temperature of the diesel engine. This motor operates continuously in high-load environments, making it susceptible to electrical and mechanical failures. This research was conducted at the Manggarai Motor Training Center after a burned winding failure was discovered, causing the motor to malfunction and potentially disrupting the cooling system and the reliability of the train's power supply. The research used a descriptive qualitative method with a case study approach. Data collection was conducted through direct observation, interviews with technicians and engineers, and testing the condition of the damaged motor. Testing included measuring the motor's surface temperature using an infrared thermometer and measuring its insulation resistance using a 500 V insulation tester (Megger). The motor was then dismantled for a visual inspection of its internal components. The data obtained were analyzed using Root Cause Analysis (RCA), a Fishbone diagram, and the 5 Whys method to systematically determine the root cause of the failure. The research results showed early indications of total failure, including a harsh humming sound, a burning odor, a motor temperature increase of up to 101.5°C, and an insulation resistance value of 0 MΩ, indicating total insulation failure. Visual inspection revealed black discoloration of the stator windings due to overheating and damage to the insulation layer. Analysis indicated that the burned winding failure was triggered by Bearing jamming due to dried grease, resulting in motor overcurrent, which generated excessive heat and caused a short circuit in the stator windings. Based on analysis using the 5 Whys method, the root cause of the failure was a procedural error during Bearing installation, specifically heating the Bearings to 201°F using an induction heater, exceeding the safe limit of 175°F as specified in the service manual. Excessive heating degrades the quality of the grease, causing the lubricant to lose its function more quickly, leading to Bearing failure. Therefore, this study recommends implementing standard work procedures, improving technician competency through regular training, and implementing preventative maintenance to improve the reliability of the Railway Fan Generator Set Motor.

Keywords: *Burned winding, 3 Phase Induction Motor, Bearing, Root Cause Analysis, preventive maintenance.*



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, rida, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Penyebab Kerusakan Gulungan (*Burned winding*) pada Motor Fan Generator Set Kereta Api di Balai Yasa Manggarai”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat.
3. Idrus Assagaf, S.T., M.T. dan Muhammad Ridwan, S.Hum., M.Hum. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran, masukan, dan arahan yang sangat berharga.
4. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bambang Eko Waluyo dan Ibu Etika Sukmawati, serta seluruh keluarga besar yang tiada henti memberikan doa, dukungan moral, maupun materi.
5. Bapak Aditya Gian Pratama dan Bapak Hari Firmansyah selaku *Project Engineer* yang senantiasa membimbing dan membagikan ilmu serta pengalaman baru kepada penulis di lapangan.
6. Nasrullah Alhaq, terima kasih atas seluruh perhatian, kesabaran dan dukungan penuhnya dari awal hingga akhir dalam penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi TRPAB PNJ, terima kasih atas kebersamaan, motivasi, dan saling menguatkan dalam melewati masa perkuliahan ini.



© 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

8. Diri sendiri, terima kasih atas kerja keras, konsistensi, dan sikap pantang menyerah dalam menghadapi setiap tantangan dan lika-liku selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kesalahan tutur kata maupun tindakan, baik selama proses penyusunan skripsi maupun dalam pelaksanaan sidang. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Depok, 07 Juli 2026

Nara Dinta Gallen

NIM. 2202441044

POLITE
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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Kereta Api	6
2.1.2 Kereta Pembangkit	7
2.1.3 <i>Generator Set</i> Kereta Api	8
2.1.4 <i>Radiator Generator Set</i>	9
2.1.5 Motor Induksi 3 Fasa	10
2.1.6 Motor Teco Induksi 3 Fasa	11
2.1.7 Komponen Motor Induksi 3 Fasa	12
2.1.9 <i>Burned winding</i>	14



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2.1.10 Megger Test (Pengujian Tahanan Isolasi)	15
2.1.11 Thermal Gun.....	15
2.1.12 Induction Heater.....	15
2.1.13 Metode 5 Whys	16
2.2 Kajian Literatur	16
2.3 Kerangka Pemikiran.....	19
BAB III.....	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir Penelitian (Flowchart).....	21
3.2 Jenis Penelitian	22
3.3 Objek Penelitian	23
3.4 Metode Pengambilan Sampel.....	23
3.5 Jenis dan Sumber Data Penelitian	23
3.5.1 Jenis-jenis Data	23
3.6 Metode Pengumpulan Data	24
3.6.1 Pengukuran Kinerja.....	24
3.6.2 Wawancara	24
3.6.3 Observasi Langsung	24
3.6.4 Studi Literatur	24
3.7 Analisis Data	25
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.1.1 Informasi tentang Motor TECO Induksi 3 Fasa.....	26
4.1.2 Tahap Pemeriksaan secara Visual.....	29
4.1.3 Tahap Pengukuran	29
4.1.4 Tahap Pembongkaran Motor	31
4.1.5 Temuan Hasil Pembongkaran.....	32
4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Analisis Permasalahan.....	35
4.2.2 Fishbone	37



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

4.2.3 5 <i>Whys</i> Analisis	38
4.2.4 Perbaikan Kerusakan.....	40
4.3 Strategi Pencegahan.....	44
4.3.1 Prosedur Pengendalian Pemasangan <i>Bearing</i> (SOP <i>Assembly</i>)	44
4.3.2 Program Pemantauan Kondisi Motor secara Berkala (<i>Condition Based Monitoring</i>)	45
BAB 5	47
KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.1.1 Indikasi Awal Terjadinya <i>Burned winding</i>	47
5.1.2 Faktor-Faktor Penyebab <i>Burned winding</i>	47
5.1.3 Strategi pencegahan dan pemeliharaan preventif untuk menghindari terulangnya <i>burned winding</i>	48
5.2 Saran	50
5.2.1. Bagi Balai Yasa Manggarai atau Divisi Pemeliharaan.....	50
5.2.2. Penerapan Sistem Pengawasan dan Dokumentasi Pemeliharaan	50
5.2.3. Pelaksanaan Program Condition Based Monitoring Secara Konsisten	51
5.2.4. Peningkatan Kompetensi Sumber Daya Manusia	51
5.2.5. Pengembangan Sistem Pemeliharaan Preventif	51
5.2.6. Bagi Peneliti Selanjutnya	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kereta Api	6
Gambar 2.2 Kereta Pembangkit	7
Gambar 2.3 <i>Generator Set</i> Kereta Api	8
Gambar 2.4 Radiator <i>Generator Set</i>	9
Gambar 2.5 Motor Induksi 3 Fasa	10
Gambar 2.6 Motor Teco Induksi 3 Fasa	11
Gambar 2.7 Komponen Motor Induksi 3 Fasa	12
Gambar 2.8 Stator	12
Gambar 2.9 Rotor	13
Gambar 2.10 <i>Terminal Box</i>	13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	xii
Gambar 4.1 Pemeriksaan Visual	29
Gambar 4.2 Pengukuran Suhu	30
Gambar 4.3 <i>Megger Test</i>	30
Gambar 4.4 Kondisi Gulungan Stator	33
Gambar 4.5 Kondisi <i>Bearing</i>	34
Gambar 4.6 Standar suhu <i>Bearing</i>	34
Gambar 4.7 Pemanasan <i>Bearing</i>	35
Gambar 4.8 <i>Fishbone</i> Terjadinya <i>Burned winding</i>	37
Gambar 4.9 Stator Setelah <i>Rewinding</i>	41



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Literatur	16
Tabel 4.1 Informasi Motor	26
Tabel 4.2 Spesifikasi Motor TECO Induksi 3 Fasa.....	27
Tabel 4.3 Wawancara dengan Teknisi	28
Tabel 4.4 Pembongkaran <i>Motor Fan</i>	31
Tabel 4.5 <i>Fishbone</i>	37
Tabel 4.6 <i>5 Whys Analysis</i>	38
Tabel 4.7 Hasil <i>Megger Test</i> Pasca Perbaikan.....	42
Tabel 4.8 SOP <i>Assembly</i>	44
Tabel 4.9 <i>Conditinon Based Monitoring</i>	45

**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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Manual Service Motor TECO Induksi 3 Fasa	56
Lampiran 2 Wawancara dengan Engineer.....	56
Lampiran 3 Wawancara dengan Teknisi	56
Lampiran 4 Daftar Riwayat Hidup.....	57



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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor induksi 3 fasa merk TECO 15 KW merupakan salah satu jenis motor elektrik yang paling banyak digunakan pada unit *Generator Set* (Genset) kereta api, karena kemampuannya untuk menangani beban kontinu dan durasi operasi yang panjang (Kamar et al., 2023). Motor ini merupakan komponen utama yang diimplementasikan sebagai penggerak *fan* radiator pada sistem pendinginan genset. Kereta pembangkit sendiri adalah jenis unit yang dirancang untuk menyediakan suplai listrik stabil di lingkungan transportasi rel, yang berfungsi mendukung sistem pencahayaan, pengkondisi udara (AC), dan perangkat elektronik lainnya selama perjalanan. Fungsi utama dari *Motor Fan* ini adalah untuk mensirkulasikan udara guna membuang panas dari mesin *diesel* dengan presisi dan keandalan tinggi (Lucas et al., 2023). Namun, kinerjanya dapat terganggu, terutama akibat kegagalan isolasi, yang berdampak pada efisiensi sistem pendinginan dan keselamatan operasional genset. Hal ini dapat diidentifikasi dengan melakukan monitoring dan pengujian parameter elektrikal.

Monitoring dan pengujian parameter elektrikal adalah tahap penting dalam pemeliharaan rutin untuk memastikan bahwa motor berfungsi sesuai dengan spesifikasi. Salah satu tempat operasional dan perawatan *Motor Fan* ini berada di Balai Yasa Manggarai. Melalui observasi lapangan, ditemukan masalah teknis yang terjadi di mana motor mengalami *burned winding* (gulungan terbakar). Sebelum mencapai kegagalan fatal, motor menunjukkan indikasi-indikasi awal tertentu, seperti kenaikan suhu permukaan bodi motor yang tidak wajar dan munculnya *abnormal noise*. Hal ini menjadi masalah besar karena kerusakan gulungan dapat menyebabkan hubungan singkat (*short circuit*) (Bento et al., 2021).

Terjadinya *burned winding* pada *Motor Fan* ini dapat disebabkan oleh sejumlah faktor. Agar terhindar dari kegagalan operasional total yang berdampak pada kerugian material dan keselamatan, sangat penting untuk mengidentifikasi indikasi awal dan faktor penyebab kerusakan ini secara mendalam.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Kusuma & Setiawan, 2022)



© 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

mengenai analisis penyebab terbakarnya motor induksi tiga fasa menggunakan simulasi MATLAB masih berfokus pada kerusakan gulungan secara umum tanpa mengidentifikasi indikasi-indikasi awal maupun akar penyebab kerusakan secara sistematis pada objek dan kondisi operasional yang spesifik, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut yang menganalisis secara mendalam faktor elektrikal dan mekanikal penyebab *burned winding* pada *Motor Fan Generator Set* di lapangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui indikasi-indikasi awal yang muncul sebelum terjadinya kegagalan serta menganalisis faktor elektrikal maupun mekanikal yang berkontribusi pada kerusakan *burned winding Motor Fan Generator Set*. Penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi yang tepat dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan bantuan diagram *Fishbone* dan analisis *5 Whys Analysis* untuk menganalisis secara menyeluruh akar masalah yang memengaruhi kerusakan motor. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategi pemeliharaan preventif, sehingga kinerja *Motor Fan* dapat tetap optimal. Diharapkan hasil penelitian ini akan membantu meningkatkan pengetahuan tentang pemeliharaan sistem elektrikal alat berat, khususnya pada unit pendukung kereta api.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan.

1. Apa saja indikasi awal pada *Motor Fan* yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan *burned winding*?
2. Apa faktor kegagalan yang menyebabkan terjadinya kerusakan *burned winding* pada *Motor Fan*?
3. Bagaimana strategi pencegahan dan pemeliharaan preventif yang dapat diterapkan untuk menghindari terulangnya kerusakan *burned winding* pada *Motor Fan*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian yang dikemukakan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui indikasi awal yang menyebabkan *burned winding* pada *Motor*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Fan induksi 3-fasa.

2. Mengidentifikasi faktor penyebab yang memicu terjadinya *burned winding* pada *Motor Fan* induksi 3-fasa.
4. Merumuskan strategi pencegahan dan pemeliharaan preventif untuk menghindari terulangnya kerusakan serupa.





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

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini di Batasi sebagai berikut.

1. Penelitian ini akan difokuskan pada faktor penyebab *burned winding* pada *Motor Fan* induksi 3-fasa di Balai Yasa Manggarai.
2. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran suhu permukaan (*thermal gun*) dan pengujian tahanan isolasi (*Megger Test*).
3. Penelitian ini tidak mencakup pengukuran parameter kelistrikan pada sisi suplai daya, seperti ketidakseimbangan tegangan antar fasa (*voltage unbalance*) maupun kegagalan satu fasa (*single-phasing*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dibuatnya studi ini, penelitian ini dianggap mampu memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan pengetahuan mengenai indikasi awal yang dapat mengakibatkan terjadinya *burned winding* pada *Motor Fan* induksi tiga fasa.
2. Memberikan pemahaman mengenai penyebab *burned winding* pada *Motor Fan* induksi 3-fasa
3. Memberikan referensi bagi teknisi dan manajemen pemeliharaan dalam menyusun prosedur perawatan preventif yang lebih efektif.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika ini disusun untuk memudahkan pemahaman terhadap isi dan pembahasan dalam tugas akhir ini, dengan pembagian sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Memperkenalkan topik penelitian meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menyajikan landasan teori yang mendukung penelitian dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, dan manual teknis yang relevan dengan topik skripsi.



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

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan metode yang digunakan meliputi lokasi penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data (observasi, wawancara, pengujian, studi literatur), serta metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan hasil penelitian lapangan, analisis penyebab kerusakan menggunakan diagram *Fishbone* dan metode *5 Whys Analysis*, tindakan perbaikan, serta strategi pencegahan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merangkum hasil penelitian dan memberikan saran untuk perawatan, pencegahan, serta pengembangan penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap kerusakan *burned winding* pada *Motor Fan* Induksi 3 Fasa merk TECO 15 KW pada *Generator Set* Kereta Api di Balai Yasa Manggarai, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

5.1.1 Indikasi Awal Terjadinya *Burned winding*

Terdapat beberapa indikasi awal yang muncul sebelum motor mengalami kegagalan total, yaitu:

1. Terdengarnya suara asing (*abnormal noise*) berupa dengung kasar dari dalam motor saat unit dioperasikan, yang mengindikasikan adanya hambatan mekanis berat pada komponen *Bearing*.
2. Terciumnya aroma hangus yang menyengat dari dalam unit motor, mengindikasikan telah terjadinya proses degradasi termal pada material isolasi gulungan.
3. Kenaikan suhu permukaan bodi motor yang tidak wajar, yaitu mencapai $101,5^{\circ}\text{C}$ dan telah melampaui batas aman operasional sebesar 90°C .
4. Penurunan nilai tahanan isolasi secara signifikan hingga menunjukkan angka $0\text{ M}\Omega$ pada pengujian *Megger Test* 500V, yang mengkonfirmasi telah terjadinya kegagalan isolasi total pada lilitan stator.

5.1.2 Faktor-Faktor Penyebab *Burned winding*

Berdasarkan analisis menggunakan diagram *Fishbone* dan metode 5 *Whys Analysis*, ditemukan bahwa kerusakan *burned winding* disebabkan oleh rangkaian kegagalan yang saling berkaitan, yaitu:



Hak Cipta :

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

1. Faktor *Man* (Manusia): Terjadi *human error* pada tahap perakitan awal (*assembly*), di mana teknisi pelaksana kurang teliti dalam mengawasi dan mengendalikan suhu pemanasan *Bearing* saat proses pemasangan ke poros motor.
2. Faktor *Method* (Metode): Prosedur pemasangan komponen *Bearing* tidak sesuai dengan standar yang tercantum dalam *service manual*, yakni suhu pemanasan *Bearing* dibiarkan melonjak hingga mencapai 201°F dan melanggar batas aman maksimum yang seharusnya tidak melebihi 175°F.
3. Faktor *Material* (Material): Pelumas (*grease*) di dalam *Bearing* mengalami kerusakan struktur kimiawi akibat pemanasan berlebih saat pemasangan, sehingga mengering dan mengeras bahkan sebelum motor dioperasikan, yang menyebabkan hilangnya fungsi lubrikasi.
4. Faktor *Machine* (Mesin): Alat pemanas *Bearing* (*induction heater*) tidak diatur pada suhu yang tepat sehingga suhu pemanasan melonjak melampaui batas kritis material *Bearing*.
5. Rantai Kegagalan Utama: *Bearing* yang macet total menyebabkan hambatan mekanis berat pada poros, memaksa motor menarik arus listrik sangat tinggi (*overcurrent*). Lonjakan arus yang berlangsung terus-menerus menghasilkan akumulasi panas ekstrem pada lilitan tembaga stator sesuai hukum Joule ($P = I^2R$), sehingga lapisan isolasi (*varnish*) terdegradasi total menjadi karbon yang rapuh dan mengakibatkan hubungan singkat (*short circuit*) antar lilitan yang membakar gulungan stator.

5.1.3 Strategi pencegahan dan pemeliharaan preventif untuk menghindari terulangnya *burned winding*

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab kerusakan, strategi pencegahan yang paling efektif adalah melakukan perbaikan pada aspek



© 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

prosedur kerja, pengawasan teknis, dan sistem pemeliharaan. Langkah pertama adalah menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemasangan *Bearing* sesuai service manual, terutama memastikan bahwa suhu pemanasan *Bearing* tidak melebihi 175°F dengan menggunakan alat ukur suhu selama proses assembly. Selain itu, perlu diterapkan sistem checklist inspeksi dan second check oleh teknisi atau supervisor sebelum motor dinyatakan siap dioperasikan untuk meminimalkan terjadinya *human error*.

Strategi berikutnya adalah meningkatkan kompetensi teknisi melalui pelatihan berkala mengenai teknik pemasangan *Bearing*, penggunaan induction heater yang benar, serta pemahaman terhadap dampak overheating terhadap grease dan umur *Bearing*. Di sisi lain, perusahaan juga perlu menerapkan Condition Based Monitoring (CBM) sebagai bagian dari program pemeliharaan preventif dengan melakukan pemantauan secara berkala terhadap suhu motor menggunakan thermal gun, kondisi getaran dan suara *Bearing*, serta pengujian tahanan isolasi menggunakan *Megger Test* sebelum motor mengalami kegagalan.

Selain itu, dokumentasi hasil inspeksi, riwayat perawatan, dan hasil pengujian setiap unit Motor Fan perlu dilakukan secara sistematis sebagai dasar evaluasi kondisi motor dan pengambilan keputusan pemeliharaan. Melalui penerapan SOP yang sesuai standar, peningkatan kompetensi teknisi, pelaksanaan Condition Based Monitoring, serta dokumentasi pemeliharaan yang baik, potensi terjadinya *burned winding* dapat diminimalkan sehingga keandalan Motor Fan *Generator Set* meningkat, umur pakai komponen menjadi lebih panjang, biaya perbaikan dapat ditekan, dan kontinuitas sistem pendinginan *Generator Set* Kereta Api tetap terjaga.



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

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis penyebab kerusakan *burned winding* pada Motor Fan *Generator Set* Kereta Api menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), diagram *Fishbone*, dan metode *5 Whys Analysis*, maka penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya meningkatkan keandalan Motor Fan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

5.2.1. Bagi Balai Yasa Manggarai atau Divisi Pemeliharaan

Disarankan agar seluruh proses pemasangan (*assembly*) *Bearing* pada Motor Fan dilakukan sesuai dengan prosedur yang tercantum pada *service manual* pabrikan. Suhu pemanasan *Bearing* menggunakan *induction heater* harus dikendalikan secara ketat dan tidak melebihi batas maksimum 175°F (80°C) untuk *Bearing* tipe *sealed Bearing*. Selain itu, perlu dibuat Standar Operasional Prosedur (SOP) yang lebih rinci mengenai proses pemanasan *Bearing*, termasuk penentuan batas suhu, metode pengukuran suhu, serta tahapan pemeriksaan sebelum *Bearing* dipasang pada poros motor. Penerapan SOP yang lebih ketat diharapkan dapat mencegah terjadinya degradasi grease akibat pemanasan berlebih sehingga umur pakai *Bearing* dapat dipertahankan sesuai spesifikasi pabrikan.

5.2.2. Penerapan Sistem Pengawasan dan Dokumentasi Pemeliharaan

Untuk meminimalkan kesalahan prosedur (*human error*), disarankan agar setiap proses *assembly* maupun *overhaul* Motor Fan menerapkan sistem verifikasi oleh dua orang (*two-person verification*), yaitu teknisi pelaksana dan supervisor. Seluruh hasil pekerjaan, termasuk suhu pemanasan *Bearing*, hasil pengujian tahanan isolasi, suhu operasional motor, serta kondisi *Bearing* sebelum dan sesudah pemasangan, perlu dicatat dalam formulir inspeksi atau *checklist maintenance*. Dokumentasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar evaluasi apabila terjadi kerusakan serupa di masa mendatang serta mempermudah proses penelusuran riwayat pemeliharaan (*maintenance history*).



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

5.2.3. Pelaksanaan Program Condition Based Monitoring Secara Konsisten

Pemeliharaan Motor Fan sebaiknya tidak hanya dilakukan berdasarkan jadwal berkala (*timebased maintenance*), tetapi juga dilengkapi dengan pendekatan *Condition Based Monitoring* (CBM). Pemeriksaan rutin terhadap suhu permukaan motor menggunakan *Infrared Thermometer*, pengujian tahanan isolasi menggunakan *Megger Test*, pemeriksaan getaran (*vibration monitoring*), kondisi *Bearing*, serta munculnya suara abnormal perlu dilakukan secara berkala sesuai interval operasi motor. Dengan adanya pemantauan kondisi tersebut, gejala awal seperti kenaikan suhu, peningkatan getaran, maupun penurunan kualitas isolasi dapat dideteksi lebih dini sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum berkembang menjadi kerusakan *burned winding*.

5.2.4. Peningkatan Kompetensi Sumber Daya Manusia

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia (*man*) merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kerusakan. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk menyelenggarakan pelatihan teknis (*technical training*) secara berkala mengenai prosedur pemasangan *Bearing*, penggunaan *induction heater*, teknik pengukuran tahanan isolasi, analisis kondisi motor induksi, serta penerapan *Root Cause Analysis* dalam penyelesaian permasalahan di lapangan. Selain pelatihan, perlu dilakukan evaluasi kompetensi teknisi secara berkala agar seluruh personel memiliki pemahaman yang sama terhadap standar pekerjaan dan mampu melaksanakan proses pemeliharaan sesuai prosedur yang berlaku.

5.2.5. Pengembangan Sistem Pemeliharaan Preventif

Perusahaan disarankan untuk terus mengembangkan sistem pemeliharaan preventif yang lebih komprehensif dengan memanfaatkan data hasil inspeksi sebagai dasar pengambilan keputusan pemeliharaan. Riwayat kerusakan, hasil pengukuran suhu, hasil *Megger Test*, serta data penggantian *Bearing* perlu diintegrasikan dalam sistem pencatatan pemeliharaan sehingga dapat digunakan untuk memprediksi kecenderungan kerusakan (*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

trend). Dengan demikian, tindakan pemeliharaan dapat dilakukan secara lebih efektif sebelum terjadi kegagalan operasional yang dapat mengganggu sistem pendinginan *Generator Set* Kereta Api.

5.2.6. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya berfokus pada analisis penyebab kerusakan berdasarkan kondisi mekanis *Bearing* dan kondisi isolasi gulungan stator melalui pengukuran suhu serta *Megger Test*. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan ruang lingkup yang lebih luas melalui pengukuran parameter kelistrikan pada sisi suplai daya, seperti *voltage unbalance*, *single-phasing*, kualitas daya (*power quality*), arus operasi, faktor daya, maupun analisis harmonisa. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan metode *Root Cause Analysis* dengan metode analisis keandalan lainnya seperti *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), *Reliability Centered Maintenance* (RCM), atau analisis statistik kuantitatif sehingga diperoleh evaluasi risiko kegagalan yang lebih menyeluruh. Penelitian juga dapat dilakukan terhadap beberapa unit Motor Fan dengan periode pengamatan yang lebih panjang agar hasil penelitian memiliki tingkat validitas dan generalisasi yang lebih baik.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Afif Ruselando, R., Teknik Elektro, P., Teknik, F., & Negeri Jakarta, U. (2020). Analisis Konsumsi Daya Listrik Pada Kereta Penumpang Kelas Eksekutif Argo Cirebon (Studi Pada PT. Kereta Api Indonesia Daop 1 Jakarta). In *Technology* (Vol. 5, Number 2).
- Arsel, S. P., Rauf, R., & Budiman, B. (2025). Studi Analisa Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber Tegangan Satu Fasa. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 15(02), 84–103. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v15i02.7045>
- Bagas Wara, A., & Hariwahyudi, R. (n.d.). *PERENCANAAN PENGGUNAAN SARANA KERETA REL LISTRIK PADA COMMUTER LINE BANDUNG RAYA LINTAS PADALARANG-CICALENGKA PLANNING THE USE ELECTRIC RAILROAD ON THE BANDUNG RAYA COMMUTER LINE ACROSS PADALARANG-CICALENGKA*.
- Baharudin, Jie, S., & Mustamin. (2017). *ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KARAKTERISTIK (UNJUK KERJA) MOTOR INDUKSI TIGA FASA*. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jfe/>
- Barus, M. J. T., Tharo, Z., Wibowo, P., Sains, F., Teknologi, D., Pembangunan, U., & Budi, P. (2024). ANALISIS EFISIENSI DAYA MOTOR INDUKSI 3 PHASE 150 KW DENGAN INVERTER SEBAGAI PENGATUR SPEED ANALYSIS OF POWER EFFICIENCY OF 3 PHASE INDUCTION MOTOR 150 KW WITH INVERTER AS SPEED CONTROL. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 7(5).
- Bento, F., Adouni, A., Muxiri, A. C. P., Fonseca, D. S. B., & Marques Cardoso, A. J. (2021). On the risk of failure to prevent induction motors permanent damage, due to the short available time-to-diagnosis of inter-turn short-circuit faults. *IET Electric Power Applications*, 15(1), 51–62. <https://doi.org/10.1049/elp2.12008>
- Damanik, M., Dalimunthe, M., & Gunawan, H. (2025). *Analisis_Kinerja_Motor_Induksi_Tiga_Phase_Sebagai_*.
- Gopal, K. N., Ashok, B., Bahuguna, R., & Prasad, T. (2017, July 10). *Analytical Investigation of Fan Shroud on a Thermal Heat Exchanger for Automotive Applications*. <https://doi.org/10.4271/2017-28-1951>
- Herri Trilaksana, M. Si. , Ph. D. (2020, July 22). *ThermoGun*. Universitas Airlangga.



© 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

- Kamal, A., & Bandri, S. (2023). ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK. *Rang Teknik Journal*, 6(2), 167–175. <https://doi.org/10.31869/rtj.v6i2.4154>
- Kamar, S., Lestari, M., Soewono, R. T., Hidayat, S., Luthfiyah, H., Qowiy, O. A., Setiawan, F. D., & Harjono, M. S. (2023). Performance analysis of three-phase induction motor for railway propulsion system. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 14(3), 1433–1441. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v14.i3.pp1433-1441>
- Kurniawan, I., Girawan, B. A., Muasih, I., & Susanto, Y. (2020). Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 1(1), 21–30. <https://doi.org/10.35970/accurate.v1i1.162>
- Kusuma, R., & Setiawan, R. (2022). ANALISA PENYEBAB TERBAKARNYA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI MATLAB. 7(2).
- Kuswardana, A., Mayangsari, N., & Amrullah, H. (2023). *pdf-p-classtruncatedtext-module-lineclamped-85ulhh-style-max-lines5analisis-kecelakaan-kerja-di-pt-pal-p_compress*.
- Lucas, S., Marian, R., Lucas, M., Ogunwa, T., & Chahl, J. (2023). Employing the Peltier Effect to Control Motor Operating Temperatures. *Energies*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/en16052498>
- Manda, A., Zuhdi, M., Sadri, R., Asalli Fikri, & Prasetyo, M. (2025). MAKALAH TUGAS AKHIR TEKNIK TENAGA LISTRIK.
- Ma'sudi, P. A., Pracoyo, W., Azharul, F., & Wilarso, W. (2019). Analisis Pengaruh Kegagalan Sistem Pendingin Genset Caterpillar 3500 Series. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 131–139. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3666>
- Novianto, D., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2022). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Vacuum Di PT. Pindo Deli Perawang. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 4(2), 73–80. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9734>
- Pelpinus Sinay. (2025). Kajian Motor Tak Serempak Tiga Fasa sebagai Generator Satu Fasa dalam Penerapan Teknologi Efisiensi Energi. *Mars : Jurnal Teknik*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer, 3(4), 264–284.
<https://doi.org/10.61132/mars.v3i4.1023>

Sartika, L., Saputro, M. bahrul A., & Prasetya, A. M. (2024). Analisis Pengaruh Beban Lebih Terhadap Efisiensi Dan Torsi Pada Motor Induksi 3 Fasa. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 23(2), 213.
<https://doi.org/10.24843/mite.2024.v23i02.p04>

Septian, H., Putra, H., & Azis, A. (n.d.). *Jurnal Teknik Elektro ANALISIS TAHANAN ISOLASI DAN INDEKS POLARITAS PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA FC-PM-6A DI FCCU MAINTENANCE AREA 3 PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY UNIT III PLAJU Analisis Tahanan Isolasi dan Indeks Polaritas pada Motor Induksi 3 Fasa FC-PM-6A di FCCU Maintenance Area 3 PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong*.

Siahaan. (2021). *LAPORAN KERJA PRAKTEK*.

Tetuko, V. N. (2023). *The 6th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2023) Prefix-RTR Seminar Hasil Riset The 6 th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*. <https://ocs.ciastech.net>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

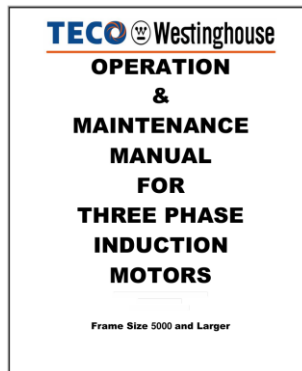


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LAMPIRAN



Lampiran 1 Manual Service Motor TECO Induksi 3 Fasa



Nama : Aditya Gian Pratama

Jabatan : Engineer

Lampiran 2 Wawancara dengan Engineer



Nama : Hari Firmansyah

Jabatan : Teknisi

Lampiran 3 Wawancara dengan Teknisi

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

I. DATA PRIBADI

Nama Lengkap	:	Nara Dinta Gallen
Tempat, Tanggal Lahir	:	Depok, 30 Agustus 2004
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Agama	:	Islam
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Alamat	:	Jl Hj Karim I No 31 RT 007 RW 005 Tirtajaya, Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat
No. Telepon/HP	:	+62 877-7866-6745
E-mail	:	naradinta51@gmail.com



2022 – 2026 ~~Politeknik~~ Negeri Jakarta

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat (D4)

2019 – 2022 SMA Negeri 11 Kota Depok

III. RIWAYAT PENDIDIKAN NON FORMAL / SERTIFIKASI

- Kelompok Studi Mahasiswa Alat Berat, Politeknik Negeri Jakarta (2024)
- ASEAN TVET Student Exchange Program, Gumi University, Korea Selatan (2024)
- Sertifikasi Small Construction Machinery Mini Excavator Operator, Gumi University Industry, Korea Selatan (2024)