

Research Article

Analisis Penerapan Preventive Maintenance Motor Hoist Rubber Tyred Gantry Crane Berdasarkan Parameter Kelistrikan di Industri Pulp dan PaperDimas Adrian^{1,*}, Bambang Rubianto².

ABSTRAK: Kegiatan bongkar muat di pelabuhan memerlukan peralatan yang andal, khususnya pada sistem Rubber Tyred Gantry (RTG) crane. Salah satu komponen utama RTG crane adalah motor hoist yang berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban, sehingga memerlukan penerapan preventive maintenance untuk menjaga keandalan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan preventive maintenance pada motor hoist RTG 09 di P.T. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) berdasarkan parameter kelistrikan dan kondisi operasional. Metode penelitian meliputi observasi langsung, pengukuran parameter kelistrikan, serta evaluasi sistem kontrol dan kegiatan perawatan. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, suhu, resistansi isolasi, dan performa Variable Frequency Drive (VFD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan suplai berada pada kisaran 392–401 V (dalam toleransi $\pm 5\%$ berdasarkan IEC 60038) dengan ketidakseimbangan tegangan sebesar 1,13% ($< 2\%$). Suhu motor sebesar 75°C masih berada di bawah batas isolasi Class F, sedangkan arus sebesar 268 A dari maksimum 280 A menunjukkan beban sekitar 95,7%. Namun, ditemukan penurunan resistansi isolasi pada fasa V sebesar 0,1 M Ω yang berada di bawah standar minimum ≥ 10 M Ω (IEEE 43), yang mengindikasikan degradasi isolasi dan potensi kegagalan sistem.

Kata kunci: keandalan, motor hoist, *preventive maintenance*, RTG crane, sistem kontrol.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan industri dan logistik saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan distribusi barang. Hal ini berdampak langsung pada meningkatnya aktivitas bongkar muat di pelabuhan dan area industri, sehingga diperlukan peralatan yang memiliki tingkat keandalan tinggi untuk menunjang kelancaran operasional. Salah satu peralatan utama yang digunakan dalam proses tersebut adalah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) crane, yang berfungsi untuk memindahkan dan menata kontainer secara efisien. Keandalan RTG sangat menentukan kelancaran proses distribusi, sehingga diperlukan sistem perawatan yang baik agar peralatan dapat bekerja secara optimal [1] [2].

Salah satu komponen penting dalam sistem RTG adalah motor hoist yang berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban. Motor hoist bekerja secara terus-menerus dengan beban yang bervariasi, sehingga berpotensi mengalami keausan maupun gangguan apabila tidak dilakukan perawatan secara rutin. Oleh karena itu, diperlukan penerapan *preventive maintenance* untuk menjaga kondisi motor tetap dalam keadaan baik serta mencegah terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu operasional

OPEN ACCESS**Afiliasi:**

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

²PT. Riau Andalan Pulp and Paper, Riau, Indonesia

Korespondensi:

Email: dimas.adrian0299@student.unri.ac.id

Diterima Redaksi:

16-04-2026

Selesai Revisi:

05-05-2026

Diterbitkan Online:

07-05-2026

Cara Mengutip Artikel ini (IEEE):

D. Adrian and B. Rubianto, "Penerapan Preventive Maintenance Motor Hoist pada Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane 09 di Buatan Port Pt. Riau Andalan Pulp And Paper (RAPP)", *J. Electo*, vol. 1, no. 02, pp. 101–112, Apr. 2026

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Preventive maintenance merupakan metode perawatan yang dilakukan secara terencana dan berkala untuk mencegah kerusakan sebelum terjadi kegagalan pada peralatan. Kegiatan ini meliputi pemeriksaan kondisi peralatan, pembersihan, pelumasan, serta penggantian komponen yang sudah mendekati batas umur pakai. Dengan penerapan *preventive maintenance* yang baik, maka keandalan peralatan dapat meningkat, umur pakai menjadi lebih panjang, serta risiko *downtime* dapat diminimalkan [2].

Motor listrik, khususnya motor induksi tiga fasa, merupakan penggerak utama pada sistem hoist RTG. Motor ini banyak digunakan di industri karena memiliki konstruksi yang sederhana, efisiensi yang tinggi, serta mampu bekerja dalam kondisi beban yang berat. Namun, performa motor sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional dan lingkungan kerja, sehingga diperlukan pemantauan parameter seperti tegangan, arus, suhu, dan kondisi mekanis untuk memastikan kinerjanya tetap optimal.[3] Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan ini dilakukan di PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) Buatan Port untuk mengamati penerapan *preventive maintenance* pada motor hoist RTG 09. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui prosedur perawatan yang dilakukan, parameter yang diperiksa selama proses pemeliharaan, serta kondisi operasional motor berdasarkan hasil pemeriksaan di lapangan. Hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pentingnya penerapan *preventive maintenance* dalam menjaga keandalan dan keselamatan sistem RTG secara keseluruhan [1].

1.1 Sistem Kerja Pada Motor Hoist

Gambar 1 menunjukkan diagram blok motor hoist 160 kW menggambarkan alur penyaluran energi listrik serta proses konversi energi hingga menjadi energi mekanik yang digunakan dalam proses pengangkatan beban. Sistem ini diawali dari sumber tenaga listrik yang menyuplai energi dalam bentuk arus bolak-balik (AC) tiga fasa dengan tegangan tertentu sesuai dengan sistem distribusi yang digunakan [4].



Gambar 1. Sistem Kerja Pada Motor Hoist 160kW

Energi listrik dari sumber kemudian dialirkan menuju sistem pengendali kecepatan, yaitu Variable Speed Motor (VSM) atau Variable Frequency Drive (VFD). Perangkat ini berfungsi untuk mengatur besaran tegangan dan frekuensi keluaran sebelum disalurkan ke motor. Pengaturan tersebut dilakukan sesuai dengan kebutuhan operasi, baik pada saat proses starting, running, maupun stopping. Selain itu, VSM atau VFD juga memungkinkan pengoperasian motor secara bertahap sehingga tidak terjadi lonjakan arus yang tinggi pada saat awal pengoperasian [5].

Selanjutnya, energi listrik yang telah dikondisikan oleh VSM atau VFD diteruskan menuju motor hoist berdaya 160 kW. Motor ini berfungsi sebagai penggerak utama yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran yang dihasilkan oleh motor memiliki karakteristik tertentu sesuai dengan pengaturan yang diberikan oleh sistem pengendali. Putaran dari motor hoist kemudian disalurkan ke sistem transmisi berupa gearbox. Gearbox berfungsi untuk menyesuaikan kecepatan putaran serta meningkatkan torsi yang dibutuhkan dalam proses pengangkatan beban. Dengan adanya gearbox, putaran motor yang relatif tinggi dapat diubah menjadi putaran yang lebih rendah namun memiliki torsi yang lebih besar [6].

Dari gearbox, energi mekanik diteruskan ke drum hoist. Drum ini terhubung dengan tali baja (wire rope) yang berfungsi sebagai media pengangkat beban. Ketika drum berputar, tali baja akan mengalami proses penggulangan atau penguluran [7]. Proses penggulangan menyebabkan beban terangkat, sedangkan proses penguluran menyebabkan beban diturunkan. Arah gerakan ini ditentukan oleh arah putaran motor. Selain itu, sistem motor hoist juga dilengkapi dengan sistem pengereman (brake system) yang terpasang pada poros motor atau sistem transmisi. Rem ini berfungsi untuk menahan posisi drum agar tetap diam ketika motor tidak beroperasi, sehingga beban tidak bergerak atau jatuh. Sistem pengereman bekerja secara otomatis saat motor berhenti dan akan dilepaskan saat motor mulai beroperasi [8]

1.2. Spesifikasi Motor Hoist 160kW

Spesifikasi motor hoist 160 kW menjelaskan karakteristik teknis dari komponen utama yang digunakan dalam sistem pengangkatan. Motor hoist yang digunakan merupakan motor listrik tiga fasa dengan daya terpasang sebesar 160 kW yang dirancang untuk aplikasi pengangkatan beban berat secara kontinu. Gambar 2 menunjukkan masing masing name plate motor hoist 160 kW beserta bentuk fisik motor di lapangan [8].



Gambar 2. (a) Nameplate pada Motor Hoist 160Kw (b) Bentuk Fisik Motor Hoist

Spesifikasi motor hoist kemudian dicatat berdasarkan data yang tertera pada nameplate. Data tersebut selanjutnya dirangkum dan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Spesifikasi Nameplate Pada Motor Hoist

No	Parameter	Keterangan																				
1	Pabrikan	Siemens																				
2	Negara Pembuat	Czech Rep.																				
3	Jenis Motor	Motor Induksi Tiga Fasa (3~ MOT)																				
4	Standar	IEC/EN 60034																				
5	Tipe Model	1LE16013AB43AF4-Z																				
6	Data Listrik & Operasi																					
<table><tr><th>Tegangan</th><th>Frekuensi</th><th>Arus</th><th>Daya</th></tr><tr><td>480</td><td>50Hz</td><td>280A</td><td>160kW</td></tr><tr><td>690</td><td>50Hz</td><td>162A</td><td>160kW</td></tr><tr><td>460</td><td>60Hz</td><td>275A</td><td>184kW</td></tr><tr><td>460</td><td>60Hz</td><td>245A</td><td>160kW</td></tr></table>			Tegangan	Frekuensi	Arus	Daya	480	50Hz	280A	160kW	690	50Hz	162A	160kW	460	60Hz	275A	184kW	460	60Hz	245A	160kW
Tegangan	Frekuensi	Arus	Daya																			
480	50Hz	280A	160kW																			
690	50Hz	162A	160kW																			
460	60Hz	275A	184kW																			
460	60Hz	245A	160kW																			
7	Daya Nominal	160 kW																				
8	Faktor Daya (cos φ)	0,87-0,88																				
9	Efisiensi	94.9 % - 95.4%																				

10	Kecepatan	1490 rpm (50Hz) / 1788 rpm (60Hz)
11	Kec. Maksimum	2800 RPM
12	Berat Motor	940 kg
13	Frame Size	315 L
14	Kelas Efisiensi	IE2
15	Bearing	DE 6319-C4 / NDE 6319-C4
16	Jumlah Grease	40 gram
17	Interval Pelumasan	6000 Jam
18	Space Heater	230 V

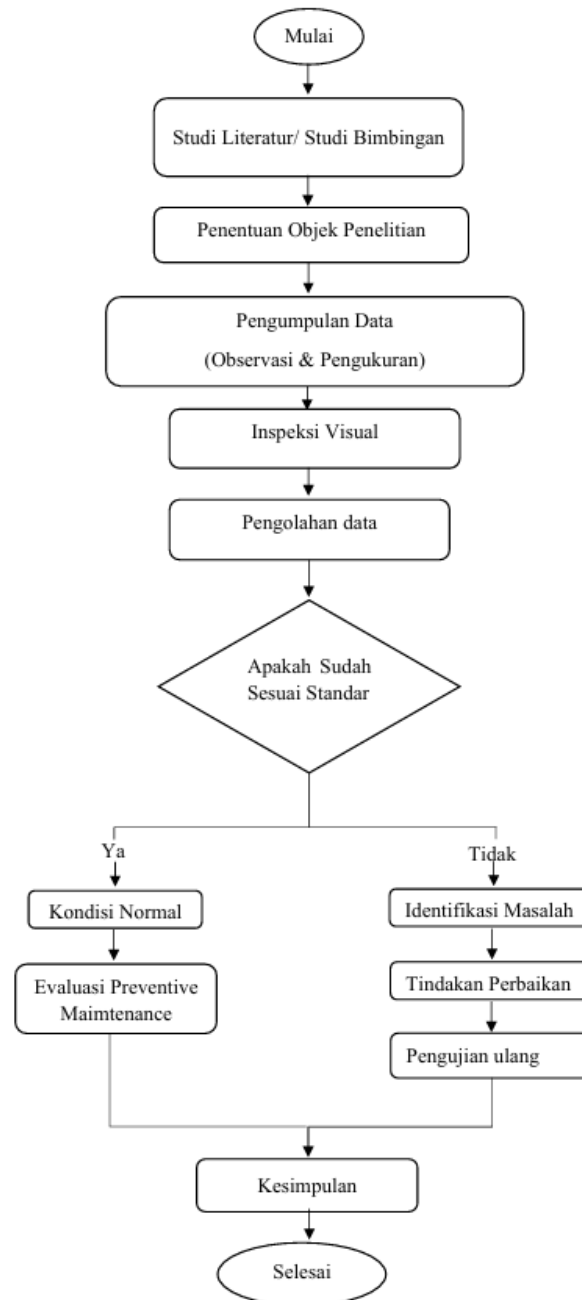
Dari sisi identitas, motor ini memiliki tipe 1LE16013AB43AF4-Z, yang menunjukkan seri dan karakteristik desain tertentu dari Siemens. Pada bagian data listrik dan operasi, terlihat bahwa motor dapat beroperasi pada beberapa kombinasi tegangan dan frekuensi, seperti 480 V dan 690 V pada 50 Hz, serta 460 V pada 60 Hz, dengan arus yang berbeda-beda tergantung kondisi operasinya. Daya keluaran motor umumnya berada di kisaran 160 kW, namun dapat mencapai 184 kW pada kondisi tertentu (60 Hz), yang menunjukkan fleksibilitas penggunaan dalam berbagai sistem tenaga listrik. Motor ini memiliki daya nominal 160 kW dengan faktor daya ($\cos \phi$) antara 0,87 hingga 0,88, yang menandakan efisiensi penggunaan daya listrik cukup baik. Tingkat efisiensi motor berkisar antara 94,9% hingga 95,4%, termasuk dalam kategori efisiensi tinggi. Kecepatan putaran motor adalah 1490 rpm pada 50 Hz dan 1788 rpm pada 60 Hz, sesuai dengan karakteristik motor induksi yang bergantung pada frekuensi sumber.

Untuk performa maksimal, motor ini mampu mencapai kecepatan maksimum hingga 2800 RPM. Dari sisi mekanis, motor memiliki berat 940 kg dengan frame size 315 L, yang menunjukkan ukuran fisik dan kekuatan konstruksinya. Motor ini termasuk dalam kelas efisiensi IE2, yaitu standar efisiensi energi untuk motor industri. Pada bagian pendukung, motor dilengkapi dengan bearing tipe DE 6319-C4 dan NDE 6319-C4, yang berfungsi menopang poros agar tetap stabil saat berputar. Sistem pelumasan menggunakan grease sebanyak 40 gram dengan interval penggantian setiap 6000 jam operasi, yang penting untuk menjaga keawetan komponen. Selain itu, terdapat space heater 230 V yang berfungsi mencegah kelembaban pada motor saat tidak beroperasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) yang berlokasi di Buatan Port, dengan objek penelitian berupa motor hoist pada RTG 09. Pemilihan objek ini didasarkan pada peran penting motor hoist dalam proses bongkar muat, sehingga keandalannya sangat berpengaruh terhadap kelancaran operasional. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung di lapangan yang dipadukan dengan pengukuran parameter kelistrikan, serta pencatatan hasil kegiatan preventive maintenance yang dilakukan oleh tim maintenance. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kondisi operasional motor berdasarkan standar yang berlaku.

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini disusun secara sistematis untuk memastikan proses pengumpulan dan analisis data berjalan terstruktur. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data, pengukuran parameter kelistrikan, serta analisis kondisi motor berdasarkan standar yang berlaku. Untuk mempermudah pemahaman alur penelitian, tahapan-tahapan tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada Gambar 3 menunjukkan tahapan sistematis yang dilakukan dalam penelitian ini. Proses dimulai dengan studi literatur dan studi bimbingan untuk memahami konsep dasar, teori pendukung, serta permasalahan yang berkaitan dengan sistem kerja motor hoist pada RTG crane. Selanjutnya dilakukan penentuan objek penelitian, yaitu motor hoist RTG 09, sebagai fokus utama dalam pengambilan data dan analisis. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung di lapangan serta pengukuran parameter kelistrikan. Setelah data diperoleh, dilakukan inspeksi visual untuk mengidentifikasi kondisi fisik peralatan, seperti kabel, terminal, dan komponen pendukung lainnya. Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis untuk mengetahui kondisi operasional motor berdasarkan parameter yang diukur.

Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk menentukan apakah kondisi motor masih memenuhi kriteria operasional. Jika parameter memenuhi standar, maka motor dinyatakan dalam kondisi normal dan dilakukan evaluasi terhadap penerapan preventive maintenance. Sebaliknya, jika tidak memenuhi

standar, maka dilakukan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan tindakan perbaikan, serta pengujian ulang untuk memastikan kondisi telah kembali normal. Tahap akhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang telah dilakukan.

2.1. Persamaan perhitungan parameter kelistrikan

Dalam penelitian ini, analisis kondisi motor dilakukan dengan menggunakan beberapa perhitungan parameter kelistrikan berdasarkan data hasil pengukuran.

1. Ketidakseimbangan Tegangan

Ketidakseimbangan tegangan digunakan untuk mengetahui tingkat ketidaksamaan tegangan antar fasa yang dapat mempengaruhi kinerja motor induksi. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\%Ketidakseimbangan = \frac{Vmaks - Vrata - rata}{Vrata - rata} \times 100\%$$

di mana:

V maks = tegangan maksimum antar fasa (V)

V rata-rata = rata-rata tegangan antar fasa (V)

2. Persentase Beban Motor

Persentase beban motor digunakan untuk mengetahui tingkat pembebanan motor berdasarkan arus kerja terhadap arus nominal. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\%Beban = \frac{I \text{ aktual}}{I \text{ nominal}} \times 100\%$$

di mana:

I aktual = arus hasil pengukuran (A)

I nominal = arus maksimum motor (A)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas kegiatan *preventive maintenance* pada motor hoist RTG 09 yang bertujuan untuk mengetahui kondisi operasional serta tingkat keandalan motor selama digunakan. Pengambilan data dilakukan melalui kegiatan inspeksi rutin, pengukuran parameter listrik, serta pemeriksaan kondisi mekanik dan sistem kontrol pada motor hoist. Parameter yang diamati meliputi tegangan suplai, arus, suhu, getaran, tahanan isolasi, serta kondisi komponen pendukung seperti bearing, kabel, dan sistem pendinginan. Data hasil pemeriksaan kemudian dibandingkan dengan standar operasional yang berlaku untuk memastikan bahwa motor bekerja dalam kondisi normal dan aman [9].

3.1. Preventive Maintenance pada Motor Hoist RTG 09

Preventive maintenance pada motor hoist merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terencana dan berkala untuk menjaga kinerja motor agar tetap optimal serta mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diinginkan. Motor hoist memiliki peranan penting dalam sistem Rubber Tyred Gantry (RTG) crane, khususnya dalam proses pengangkatan dan penurunan kontainer, sehingga keandalannya harus selalu dijaga [9][1]. Tabel 2 menunjukkan jadwal dan item pemeliharaan yang dilakukan untuk kegiatan preventive maintenance.

Tabel 2. Jadwal *Preventive Maintenance* Motor Hoist

No.	Item Pemeliharaan	500 Jam	1000 Jam	2000 Jam	4000 Jam
1	Pemeriksaan saat motor hoist beroperasi untuk memastikan data teknis terpenuhi (daya input, suhu belitan, bearing, sistem pendingin)			x	
2	Pemeriksaan kelancaran putaran mesin dan kebisingan bearing saat motor beroperasi.			x	
3	Pemeriksaan kondisi pondasi motor saat berhenti (tidak ada retak atau penurunan)			x	
4	Pelumasan bearing motor hoist.				x

5	Pemeriksaan tahanan isolasi belitan motor.	x
6	Pemeriksaan isolasi bearing (tidak terjadi hubung singkat).	x
7	Pemeriksaan kabel motor dan bagian isolasi (tidak ada perubahan warna atau kerusakan).	x

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan tidak hanya terbatas pada pemeriksaan visual, tetapi juga mencakup pengujian parameter listrik dan mekanik, pelumasan komponen, serta evaluasi kondisi operasi motor. Berdasarkan jadwal *preventive maintenance* yang telah ditetapkan, pemeriksaan dilakukan secara berkala pada interval 500 jam, 1000 jam, 2000 jam, dan 4000 jam operasi. Adapun item itema pemereksaan paramter yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Parameter Pengecekan Masing-Masing Item *Preventive Maintenance* Motor Hoist

No	Item Pemeriksaan	Parameter yang Dicek	Hasil Pemeriksaan yang pernah Dilakukan	Standar Kondisi Baik
1	Pemeriksaan saat motor hoist beroperasi untuk memastikan data teknis terpenuhi (daya input, suhu belitan, sistem pendingin)	Daya input	158 kW	≤ 160 kW (input nominal)
2	Pemeriksaan kelancaran putaran mesin dan kebisingan bearing saat motor beroperasi.	Suhu belitan	75 °C	$< 120^{\circ}\text{C}$ (Class F 155°C)
3	Pemeriksaan kondisi pondasi motor saat berhenti (tidak ada retak atau penurunan)	Sistem pendinginan	Kipas berputar normal, aliran udara lancar	Kipas normal, airflow lancar
4	Pemeriksaan kelancaran putaran mesin dan kebisingan bearing saat motor beroperasi.	Getaran	2,3 mm/s	≤ 4.5 mm/s (standar umum motor industri)
5	Pemeriksaan tahanan isolasi belitan motor.	Suara bearing	Halus, tidak terdengar bunyi kasar	Halus, tidak kasar
6	Pemeriksaan kondisi pondasi motor saat berhenti (tidak ada retak atau penurunan)	Baut anchor	Baut terpasang kuat dan tidak longgar	Kencang dan tidak ada kelonggaran
7	Pemeriksaan kabel motor dan bagian isolasi (tidak ada perubahan warna atau kerusakan).	Retak pondasi	Tidak ditemukan retakan	Tidak ada retakan

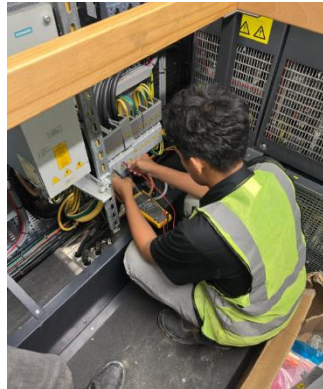
Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, diperoleh data bahwa seluruh parameter motor hoist masih berada dalam batas standar yang diizinkan. Daya input, suhu belitan, serta sistem pendinginan menunjukkan kondisi normal saat motor beroperasi. Selain itu, nilai getaran, kondisi bearing, serta kondisi pondasi juga tidak menunjukkan adanya indikasi kerusakan. Hasil pemeriksaan tahanan isolasi menunjukkan nilai yang masih memenuhi standar, serta tidak ditemukan adanya kebocoran arus pada sistem. Kondisi kabel dan isolasi juga masih dalam keadaan baik tanpa adanya kerusakan fisik maupun perubahan warna akibat overheating

3.2. Maintenance Motor Hoist

Selama penelitian, dilakukan beberapa kegiatan maintenance pada motor hoist RTG 09 yang bertujuan untuk memastikan sistem tetap bekerja dalam kondisi optimal. Kegiatan maintenance yang dilakukan meliputi pengukuran parameter listrik, pembersihan panel distribusi, pengujian resistansi isolasi, serta pemeriksaan sistem kontrol dan driver motor

1. Pengukuran Tegangan Suplai Motor Hoist

Pengukuran tegangan yang disuplai pada motor hoist merupakan salah satu langkah penting dalam *preventive maintenance* sistem kelistrikan. Proses pengukuran ini ditunjukkan pada Gambar 4 dimana Pengukuran bertujuan untuk memastikan bahwa tegangan yang diterima motor sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh pabrikan. Tegangan suplai yang tidak sesuai, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menyebabkan penurunan kinerja motor, peningkatan arus, serta kenaikan temperatur kumparan. Selain itu, pengukuran tegangan juga dilakukan untuk mendeteksi adanya ketidakseimbangan tegangan antar fasa pada motor tiga fasa. Ketidakseimbangan tegangan dapat mengakibatkan motor beroperasi tidak stabil, menimbulkan getaran, serta mempercepat keausan komponen motor.



Gambar 4. Melakukan Pengukuran Tegangan Suplai Pada Motor Hoist

Pada saat melakukan pengukuran tegangan suplai untuk motor hoist dengan menggunakan multimeter didapatkan data hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Suplai Tegangan Motor

No.	Parameter Pengukuran	Data Nominal	Hasil Pengukuran	Keterangan
1	Tegangan Fasa R – S	400V	392V	Sedikit di bawah nominal
2	Tegangan Fasa S – T	400V	401V	Normal
3	Tegangan Fasa R – T	400V	395V	Normal
4	Tegangan Rata-rata	400V	396V	Masih dalam batas toleransi
5	Ketidakseimbangan Tegangan	≤ 2 %	1,26%	Masih aman

Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multimeter digital pada terminal motor dengan metode pengukuran antar fasa R–S, S–T, dan R–T. Hasil pengukuran menunjukkan nilai tegangan masing-masing sebesar 392 V, 401 V, dan 395 V dengan nilai rata-rata sebesar 396 V. Berdasarkan standar IEC 60038[10] suplai 400 V masih diperbolehkan menyimpang dalam batas $\pm 5\%$ (380–420 V). Seluruh nilai tegangan hasil pengukuran berada dalam rentang tersebut, sehingga suplai tegangan dinyatakan normal.

Berdasarkan data hasil pengukuran, tegangan maksimum adalah 401 V dan tegangan rata-rata sebesar 396 V, sehingga diperoleh:

$$\% \text{Ketidakseimbangan} = \frac{401 - 396}{396} \times 100\% = 1,26\%$$

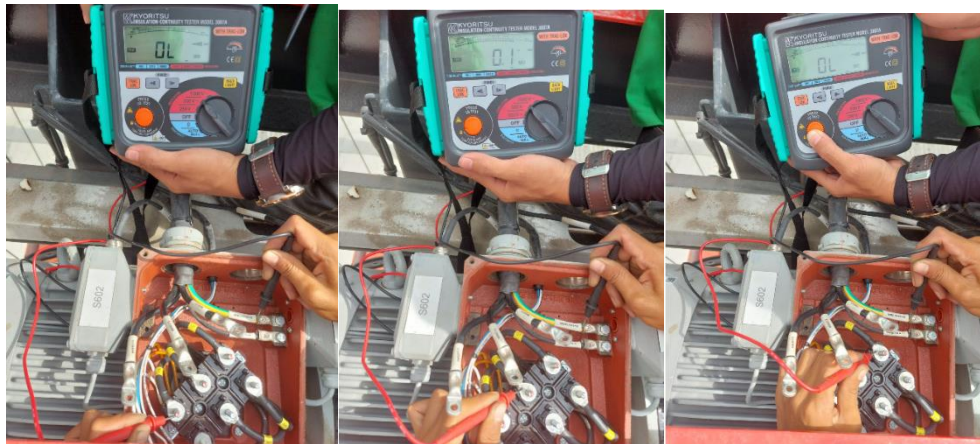
Nilai ketidakseimbangan tegangan sebesar 1,26% masih berada di bawah batas maksimum yang diizinkan, yaitu 2% untuk sistem motor induksi tiga fasa berdasarkan standar NEMA MG-1. Kondisi ini menunjukkan bahwa suplai tegangan masih dalam keadaan seimbang dan tidak menimbulkan dampak signifikan terhadap kinerja motor. Suplai tegangan pada motor hoist dapat dinyatakan dalam kondisi normal dan aman untuk operasi.

2. Cleaning Panel Distribusi

Pembersihan panel distribusi dilakukan untuk menghilangkan debu dan kotoran yang dapat memengaruhi kinerja komponen listrik. Proses pembersihan dilakukan dalam kondisi panel tidak bertegangan dengan menggunakan peralatan seperti vacuum cleaner atau udara bertekanan rendah. Selain itu, dilakukan pemeriksaan terhadap komponen seperti kontaktor, relay, terminal, dan kabel untuk memastikan tidak terdapat tanda-tanda overheating, korosi, maupun koneksi yang longgar [11].

3. Pengukuran Resistansi Isolasi

Pengukuran resistansi isolasi pada motor hoist seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dilakukan dengan menggunakan insulation tester (megger) pada terminal kabel di dalam terminal box untuk mengetahui kondisi isolasi antara kumparan motor dengan ground maupun antar fasa. Pengujian ini bertujuan memastikan isolasi masih dalam kondisi baik dan tidak terjadi kebocoran arus. Penurunan kualitas isolasi dapat disebabkan oleh kelembaban, debu, suhu tinggi, atau usia pakai, yang berpotensi menimbulkan hubung singkat dan kerusakan motor [12].



Gambar 5. (a) pengukuran pada terminal W (b) Pengukuran Pada Terminal V (c) Pengukuran Pada Terminal U

Pada saat melakukan pengukuran resistansi isolasi motor hoist RTG09 dengan menggunakan Megger test didapatkan data hasil pengukuran seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Resistansi Isolasi

No.	Titik Pengukuran	Data Nominal	Hasil Pengukuran	Keterangan
1	Terminal U – Ground	$\geq 10 \text{ M}\Omega$	OL ($>200 \text{ M}\Omega$)	Isolasi sangat baik
2	Terminal V – Ground	$\geq 10 \text{ M}\Omega$	0,1 $\text{M}\Omega$	Isolasi rendah
3	Terminal W – Ground	$\geq 10 \text{ M}\Omega$	OL ($>200 \text{ M}\Omega$)	Isolasi sangat baik
4	Tegangan Uji Megger	500 V DC	500 V DC	Sesuai prosedur pengujian

Hasil pengukuran menunjukkan nilai resistansi isolasi pada terminal V sebesar 0,1 $\text{M}\Omega$, yang berada jauh di bawah standar minimum $\geq 10 \text{ M}\Omega$ berdasarkan IEEE Std 43[13]. Kondisi ini mengindikasikan degradasi isolasi dan berpotensi menyebabkan kebocoran arus serta kegagalan sistem, sehingga motor tidak aman untuk dioperasikan sebelum dilakukan perbaikan.

Berdasarkan inspeksi visual, kerusakan disebabkan oleh isolasi kabel yang terkelupas akibat pengaruh getaran, suhu, dan kondisi lingkungan. Nilai resistansi yang sangat rendah menunjukkan bahwa degradasi tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan telah berlangsung dalam periode tertentu. Kondisi ini berpotensi menyebabkan kebocoran arus, peningkatan rugi-rugi, serta risiko hubung singkat yang dapat mengganggu operasi sistem. Setelah dilakukan isolasi ulang, nilai resistansi meningkat hingga $\geq 10 \text{ M}\Omega$ sehingga motor

kembali aman dioperasikan. Namun, perbaikan yang dilakukan bersifat lokal dan belum menjamin kondisi permanen, sehingga diperlukan pengujian berkala untuk memastikan keandalan sistem dalam jangka panjang.[14]. Perbaikan yang dilakukan bersifat korektif dan lokal pada bagian kabel yang mengalami kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lanjutan untuk memastikan bahwa tidak terdapat degradasi isolasi pada bagian lain dari sistem. Selain itu, disarankan untuk meningkatkan frekuensi pengujian resistansi isolasi sebagai bagian dari preventive maintenance, guna mendeteksi potensi kerusakan sejak dini dan mencegah terjadinya kegagalan yang lebih serius.

4. Pengecekan Ruangan PLC

Pengecekan ruangan PLC (Programmable Logic Controller) di RTG 09 merupakan bagian dari *preventive maintenance* sistem kontrol untuk menjaga keandalan operasi. Pemeriksaan meliputi kebersihan ruangan, sirkulasi udara, serta sistem pendinginan guna memastikan suhu dan kelembaban tetap dalam batas yang diizinkan. Selain itu, dilakukan pemeriksaan visual pada panel PLC seperti modul input-output, power supply, indikator, dan koneksi kabel untuk memastikan tidak terdapat kelonggaran, overheating, maupun gangguan sistem. Pengecekan alarm juga dilakukan untuk memastikan tidak terdapat fault selama pengoperasian.

5. Pemeriksaan Driver Motor

Pengecekan driver motor (VFD) merupakan bagian dari *preventive maintenance* untuk menjaga keandalan sistem penggerak hoist. Driver motor berfungsi mengatur kecepatan, torsi, dan arah putaran sesuai perintah PLC, sehingga kondisinya harus tetap optimal. Pemeriksaan meliputi kondisi fisik seperti kebersihan, sistem pendinginan, kipas, dan koneksi kabel, serta pemantauan parameter operasional seperti suhu kerja untuk memastikan berada dalam batas normal dan tidak terjadi overheating atau gangguan [15].

Pada saat melakukan pemeriksaan drive motor (VFD) hoist RTG 09 didapatkan data hasil pengukuran seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Driver Motor (VFD)

No.	Parameter Pemeriksaan	Data Nominal	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Tegangan Input VFD	380 – 415 V	399 V	Normal
2	Tegangan Output VFD	400 V	384 V	Normal
3	Frekuensi Output	0 – 50 Hz	48,7 Hz	Motor sedang beroperasi
4	Arus Output	Maks. 280 A	268 A	Beban $\pm 95,7\%$
5	Suhu Driver (Heatsink)	< 85°C	54°C	Normal
6	Kondisi kipas pendingin	Berfungsi normal	Berputar normal	Tidak ada gangguan
7	Kondisi kabel dan terminal	Tidak longgar	Kencang dan aman	Normal
8	Status Alarm / Fault	Tidak ada alarm	No Fault	Sistem normal

Berdasarkan hasil pemeriksaan, tegangan input VFD sebesar 399 V masih berada dalam rentang standar 380–415 V, sehingga suplai listrik dinyatakan normal. Tegangan output sebesar 384 V dengan frekuensi 48,7 Hz menunjukkan bahwa VFD bekerja dengan baik dalam mengatur kecepatan dan operasi motor sesuai kebutuhan beban.

Arus output sebesar 268 A masih berada di bawah batas maksimum 280 A. Berdasarkan perbandingan tersebut, tingkat beban motor dapat dihitung sebagai berikut:

$$\%Beban = \frac{268}{280} \times 100\% = 95,7\%$$

Nilai ini menunjukkan bahwa motor beroperasi mendekati beban penuh. Kondisi ini masih dalam batas aman, namun perlu mendapat perhatian karena dapat mempengaruhi aspek termal dan umur pakai motor. Operasi pada beban tinggi secara terus-menerus berpotensi meningkatkan temperatur kerja, mempercepat degradasi isolasi, serta mengurangi keandalan motor dalam jangka panjang.

Suhu heatsink VFD sebesar 54°C masih berada dalam batas aman (<85°C), yang menunjukkan bahwa sistem pendinginan bekerja dengan baik. Selain itu, kondisi kipas, kabel, dan terminal dalam keadaan baik serta tidak ditemukan adanya alarm atau fault pada sistem

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada motor hoist RTG 09 di PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) Buatan Port, penerapan preventive maintenance (PM) terbukti mampu menjaga kondisi operasional motor tetap dalam batas aman. Hal ini ditunjukkan oleh parameter kelistrikan seperti tegangan sebesar 392–401 V yang masih dalam toleransi $\pm 5\%$, ketidakseimbangan tegangan sebesar 1,26% (<2%), serta arus sebesar 268 A dari maksimum 280 A yang menunjukkan tingkat beban sekitar 95,7%. Selain itu, suhu operasi sebesar 75°C masih berada dalam batas aman dan tidak ditemukan kerusakan signifikan pada komponen utama.

Namun demikian, ditemukan kondisi kritis pada nilai resistansi isolasi salah satu fasa sebesar 0,1 M Ω , yang berada jauh di bawah standar minimum ≥ 10 M Ω . Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun PM telah dilaksanakan secara berkala, masih terdapat potensi degradasi pada parameter tertentu yang belum terdeteksi secara dini. Setelah dilakukan perbaikan, nilai resistansi kembali meningkat hingga memenuhi standar operasional.

Maka dari itu, penerapan preventive maintenance tidak hanya berperan dalam menjaga performa umum motor, tetapi juga perlu dioptimalkan melalui peningkatan frekuensi inspeksi, khususnya pada pengujian resistansi isolasi. Hal ini penting untuk meningkatkan keandalan, mencegah kegagalan sistem, serta menjamin keselamatan dan kontinuitas operasional motor hoist pada sistem RTG crane.

❖ DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. V. B. Watupongoh dan D. Rusmiyanto, “Analisis Perawatan Alat Bongkar Muat Rubber Tyred Gantry di Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS),” *Ocean Eng. J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 3, no. 4, hal. 101–110, 2024, doi: 10.58192/ocean.v3i4.3046.
- [2] R. Romiyadi, “Perawatan Mesin untuk Meningkatkan Performa dan Keandalan Mesin dan Peralatan,” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, hal. 3619–3626, 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.47078.
- [3] Andre Syaputra, E. Zondra, H. Yuvendius, dan D. Darmansyah, “Analisis Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Metoda Regresi Polinomial,” *SainETIn J. Sains, Energi, Teknol. dan Ind.*, vol. 7, no. 2, hal. 49–57, 2023, doi: 10.31849/sainetin.v7i2.9727.
- [4] A. Hasanuddin, Supriyadi, S. Nojeng, M. Nawir, dan A. Syarifuddin, “Analisis Kebutuhan Daya Motor Hoist Pada Sistem Container Crane Di Pt Pelindo Terminal Petikemas Pantoloan,” *J. LOGITECH Log. Technol.*, vol. 8, no. 1, hal. 9–14, 2025, doi: 10.64109/51kck860.
- [5] Maeli Khusnul Munfiqoh dan Didik Aribowo, “Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Frequency-Drive (VFD) Untuk Mendeteksi Aliran dan Tekanan Air Pada Modul Pumps Training System PT. Festo Indonesia,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, hal. 24–34, 2022, doi: 10.58169/saintek.v1i2.74.
- [6] A. Margiantono, M. Sipan, S. Pinandita, H. Harmini, dan E. Setiawati, “Experimental Characterization of Multi-Stage Spur Gearbox Dynamics Under Variable Torque Loads,” *Int. J. Adv. Res.*, vol. 13, no. 06,

- hal. 1322–1326, 2025, doi: 10.21474/ijar01/21197.
- [7] Y. Widhianti dan A. Saputra, “Analisa Kekuatan Dan Getaran Overhead Crane 10 Ton Double Girder Dengan Bentangan 17 Meter Proses Material Handling,” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, hal. 115–122, 2022, doi: 10.35814/teknobiz.v12i2.3616.
- [8] M. Pratt, “Analisa Daya Listrik Motor Hoist Dan Motor Trolley Pada Container Crane Dalam Proses Bongkar Muat Di Belawan,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.30596/rele.v6i1.15479.
- [9] A. D. W. Muhammad Sidik, C. L. E. Putra, A. Karisma, dan I. Aminuddin, *Analysis of Operational Anormality in 3 Phase Induction Motors Using the Fuzzy Method of PLTU Pelabuhan Ratu*, no. Icontention 2023. Atlantis Press International BV, 2024. doi: 10.2991/978-94-6463-406-8_16.
- [10] M. B. Samson, “Determination of the voltage profile of a LV distribution network : case of the Marie-Jose cabin LV distribution network Naviundu district , Lubumbashi , DRC,” vol. 11, no. 1, hal. 76–83, 2024.
- [11] T. Sutrisno, S. Dinata, dan W. A. Nurtiyanto, “Perancangan Panel Distribusi Daya Listrik (SDP) Untuk Gedung Kampus Universitas Sutomo,” *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 5, no. 2, hal. 177, 2023, doi: 10.32493/epic.v5i2.27538.
- [12] Liliana, Z. Aini, S. Bandri, dan N. Z. Akbar, “Evaluation and Improvement of Insulation Resistance in Induction Motor Stators Using Corrective Maintenance Methods,” *Eng. Technol. J.*, vol. 10, no. 08, hal. 6647–6653, 2025, doi: 10.47191/etj/v10i08.57.
- [13] F. Niu, Y. Wang, S. Huang, L. Wu, dan S. Member, “An Online Groundwall Insulation Monitoring Method Based on Transient Characteristics of Leakage Current for Inverter-Fed Motors,” vol. 37, no. 8, hal. 9745–9753, 2022.
- [14] B. Mulyanto, U. Situmeang, dan M. P. Halilintar, “Analisis Kondisi Tahanan Isolasi Transformator Daya 125 Mva Menggunakan Indeks Polarisasi Tangen Delta Dan Breakdown Voltage Di Pltu Tenayan Raya 2 X 110 Mw,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 2, hal. 206–211, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v6i2.137.
- [15] D. A. Sumarsono, G. Heryana, M. Adhitya, Nazaruddin, dan R. Siregar, “Performance analysis of a main drive motor—initial study of an ev modeling software design,” *World Electr. Veh. J.*, vol. 12, no. 4, 2021, doi: 10.3390/wevj12040246.