

Perancangan *Standard Operating Procedure* pada Proses *Overhaul* Motor Induksi 3 Fasa dengan Metode *PDCA* di PT. Batam Cyclect

Nerry Nanda Dwi Putri¹, Sapto Wiratno Satoto * and Meschac Timothee Silalahi *

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: nerry.4412111002@polibatam.ac.id

Abstrak

Motor induksi tiga fasa memainkan peran penting dalam sistem kelistrikan kapal, dengan fungsi vital sebagai penggerak utama dalam sistem propulsi serta berbagai aplikasi penting lainnya, seperti penggerak pompa dan kompresor. Mengingat fungsinya yang sangat krusial, performa motor induksi ini harus dijaga dengan baik untuk menghindari downtime dan memastikan kelancaran operasional kapal. PT. Batam Cyclect, sebagai perusahaan yang bergerak di sektor kelistrikan industri perkapalan, bertanggung jawab atas proses perawatan dan perbaikan motor induksi tiga fasa, yang mencakup prosedur *overhaul* yang sistematis dan terstruktur. Namun, meskipun perusahaan memiliki prosedur yang ada, implementasi *SOP* yang diterapkan masih perlu penyempurnaan untuk meningkatkan konsistensi dan efektivitas hasil perbaikan motor. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *Standar Operating Procedure (SOP)* untuk proses *overhaul* motor induksi tiga fasa di PT. Batam Cyclect menggunakan metode *PDCA (Plan-Do-Check-Act)*. Metode *PDCA* dipilih karena mendukung perbaikan berkelanjutan dan membantu memperbaiki kualitas serta konsistensi prosedur *overhaul* motor. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan engineer dan teknisi, serta dokumentasi hasil pengujian motor sebelum dan sesudah perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *PDCA* pada tahapan *SOP overhaul* motor induksi dapat meningkatkan kualitas perbaikan, memperpanjang umur pakai motor, dan memastikan bahwa motor berfungsi dengan optimal sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Kata kunci: Motor induksi tiga fasa, *overhaul*, *PDCA*, *SOP*, kelistrikan kapal, perbaikan berkelanjutan.

Abstract

Three-phase induction motors play a crucial role in ship electrical systems, serving as the primary drive in propulsion systems and for various other critical applications such as pumps and compressors. Given their vital function, the performance of these motors must be maintained to avoid downtime and ensure the smooth operation of ships. PT. Batam Cyclect, a company engaged in the shipbuilding industry, is responsible for the maintenance and repair (overhauling) of three-phase induction motors used on ships. While the company has existing procedures for motor overhauling, their implementation requires refinement to improve the effectiveness and consistency of motor repair outcomes. This study aims to design a Standard Operating Procedure (SOP) for the overhaul process of three-phase induction motors at PT. Batam Cyclect using the PDCA (Plan-Do-Check-Act) method. PDCA was chosen because it supports continuous improvement and helps enhance the quality and consistency of the motor overhaul procedures. Data was collected through field observations, interviews with engineers and technicians, and documentation of pre- and post-repair motor testing. The results of the study showed that the application of the PDCA method in the SOP for motor overhaul improved the quality of repairs, extended the motor's lifespan, and ensured that the motor functioned optimally according to the desired specifications.

Keywords : *Three-phase induction motor, overhaul, PDCA, SOP, ship electrical systems, continuous improvement.*

1 Pendahuluan

Motor induksi tiga fasa merupakan komponen vital dalam sistem kelistrikan kapal, berperan sebagai penggerak utama berbagai peralatan seperti pompa dan kompresor. Mengingat perannya yang krusial, motor ini harus dirawat dan diperbaiki secara tepat untuk memastikan efisiensi dan meminimalkan *downtime*. PT. Batam Cyclelect sebagai penyedia layanan kelistrikan kapal bertanggung jawab atas proses *overhauling* motor induksi tersebut. Meskipun telah memiliki prosedur kerja, implementasi di lapangan masih belum optimal karena kurang terstandar dan sangat bergantung pada pengalaman teknisi.

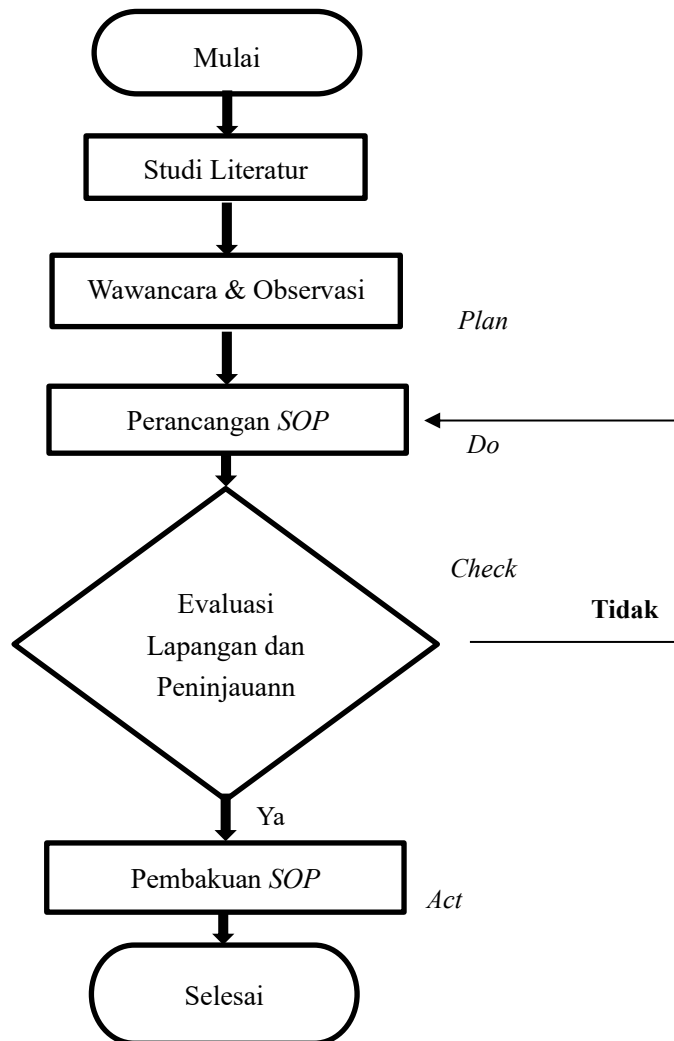
Motor induksi adalah pusat penggerak dalam sistem industri dan menuntut keandalan tinggi[1]. Bahwa motor ini tetap rentan terhadap penurunan performa jika tidak dirawat dengan baik[2]. Oleh karena itu, perlu dirancang *Standar Operasional Prosedur (SOP)* yang lebih sistematis untuk meningkatkan konsistensi dan mutu perbaikan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah metode *PDCA (Plan-Do-Check-Act)*, yang berorientasi pada perbaikan berkelanjutan [3]

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas proses *overhauling* motor induksi tiga fasa sebelum dan sesudah implementasi *SOP* berbasis *PDCA*. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa penerapan *SOP* berbasis *PDCA* akan meningkatkan efektivitas kerja pada aspek teknis seperti waktu, kualitas pekerjaan, material, pengujian, keterlibatan tim, penggunaan alat dan bahan, serta efisiensi biaya. Harapannya, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan *SOP* yang lebih baik dan dapat diterapkan secara konsisten. Batasan masalah difokuskan pada proses *overhauling* motor induksi tiga fasa di lingkungan PT. Batam Cyclelect.

Berdasarkan penelitian sebelumnya pada jurnal Fatahillah dan Vitasari (2023) berjudul "Implementasi Metode *PDCA* dalam Penyusunan *SOP* pada Layanan Servis *Gadget* di Kota Malang" menggunakan pendekatan *PDCA* untuk merancang *SOP* dalam layanan servis *gadget*, yang berhasil meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan. Penelitian ini melibatkan tahap *Plan* (perencanaan), *Do* (pelaksanaan), *Check* (pemeriksaan), dan *Act* (tindakan) untuk memperbaiki kualitas layanan dan meminimalkan kesalahan teknis.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian penulis yang juga menggunakan *PDCA* untuk menyusun *SOP overhaul* motor induksi tiga fasa di PT. Batam Cyclelect. Meskipun berfokus pada sektor yang berbeda layanan servis *gadget* dan pemeliharaan motor, kedua penelitian memiliki tujuan yang sama, yaitu meningkatkan kualitas dan konsistensi operasional. Penelitian ini juga melalui tiga revisi *SOP* untuk menyempurnakan prosedur teknis, seperti toleransi pada *house bearing* dan pengukuran getaran serta suhu motor. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan *PDCA*, *SOP* yang diterapkan berhasil meningkatkan efisiensi waktu dan kualitas perbaikan motor induksi, serupa dengan hasil penelitian Fatahillah dan Vitasari dalam layanan servis *gadget*.

2 Metodologi Penelitian



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini menggambarkan metodologi penelitian untuk merancang *Standar Operating Procedure (SOP)* dalam proses *overhaul* motor induksi tiga fasa menggunakan metode *PDCA*. Proses dimulai dengan studi literatur dan dilanjutkan dengan wawancara serta observasi untuk mengumpulkan data. Berdasarkan data tersebut, *SOP* dirancang pada tahap perencanaan (*Plan*), kemudian diuji pada tahap pelaksanaan (*Do*). Hasil implementasi dievaluasi (*Check*) untuk menentukan apakah *SOP* perlu revisi (*Act*). Proses ini berulang hingga *SOP* yang dihasilkan benar-benar efektif dan siap untuk distandarisasi. Proses ini berakhir dengan finalisasi *SOP* yang dapat diterapkan secara konsisten dalam proses *overhaul* motor, menjadikan proses perbaikan lebih terstruktur, efisien, dan berkualitas.

2.1 Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan metode studi deskriptif kualitatif untuk menggambarkan proses *overhaul* motor induksi tiga fasa di PT. Batam Cyclect. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan *engineer* dan teknisi, serta dokumentasi pengujian sebelum dan sesudah perbaikan. Motor induksi tiga fasa sangat penting dalam sistem kelistrikan kapal dan memerlukan perawatan yang tepat. Proses *overhaul* mencakup pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, dan pengujian akhir. Namun, prosedur yang ada perlu penyempurnaan, sehingga metode *PDCA* diterapkan untuk merancang *SOP* yang lebih efektif, berfokus pada perbaikan berkelanjutan, serta meningkatkan kualitas, umur motor, dan efisiensi operasional kapal

2.2 *Plan* (Perencanaan)

Melakukan identifikasi dan evaluasi terhadap prosedur yang ada untuk mengetahui kekurangan yang ditemukan selama observasi dan wawancara dengan teknisi. Hal ini bertujuan untuk merancang solusi yang tepat guna meningkatkan kinerja dan efisiensi operasional [3].

2.2.1 Wawancara dengan *Engineer* dan Teknisi

Wawancara dengan *engineer* dan teknisi di PT. Batam Cyclelect mengungkapkan bahwa pelaksanaan prosedur *overhaul* motor induksi 3 fasa di PT. Batam Cyclelect kurang teratur karena *SOP* yang tidak baku, hanya mengandalkan lembar kerja informasional yang tidak lengkap. Ketergantungan pada pengalaman teknisi menyebabkan ketidakkonsistenan hasil perbaikan.

2.2.2 Observasi langsung terhadap proses *overhaul* motor induksi 3 fasa di PT. Batam Cyclelect:

Pengamatan dilakukan untuk memeriksa setiap tahap proses *overhaul*, terutama pada pemasangan komponen motor. Tujuannya adalah untuk mendeteksi kesalahan yang dapat mempengaruhi kinerja motor dan keselamatan kerja. Berdasarkan temuan dari observasi, tim yang berkompeten memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan proses *overhaul*.

2.3 *Do* (Pelaksanaan)

Perancangan dan implementasi *SOP* dilakukan untuk menguji kelancaran proses *overhaul* motor induksi tiga fasa. Tahap ini sesuai dengan tahap "*Do*" dalam siklus *PDCA*, yang melibatkan penerapan solusi yang dirancang untuk memastikan hasil yang lebih baik. Penerapan perbaikan yang tepat pada tahap ini merupakan dasar untuk mencapai peningkatan kinerja yang berkelanjutan[3].

2.4 *Check* (Pemeriksaan)

Evaluasi lapangan dan peninjauan dilakukan untuk menilai efektivitas *SOP* baru, serta dampaknya terhadap waktu, biaya, keselamatan kerja, dan efisiensi operasional dalam proses *overhaul* motor induksi tiga fasa. Tim mengevaluasi apakah *SOP* mengatasi masalah yang ditemukan dan memverifikasi perbaikan yang diharapkan. Selanjutnya, tim memberikan solusi untuk memperbaiki bagian *SOP* yang belum efektif, sesuai dengan tahap "*Check*" dalam siklus *PDCA* untuk memastikan tujuan tercapai[3]

2.5 *Act* (Tindakan)

Melakukan perbaikan atau penyempurnaan terhadap *SOP* berdasarkan hasil evaluasi. Jika tidak ditemukan kesalahan, *SOP* yang efektif akan dibakukan dan didokumentasikan untuk diterapkan secara konsisten oleh pihak terkait. Proses ini mencerminkan tahap "*Act*" dalam siklus *PDCA*, yang memastikan perbaikan berkelanjutan melalui penyesuaian prosedur[3]

3 Analisa dan Pembahasan

3.1 *Plan* (Perencanaan)

3.1.1 Wawancara dilakukan dengan teknisi, leader, dan supervisor yang terlibat langsung dalam proses *overhaul* motor induksi tiga fasa di PT. Batam Cyclelect. Wawancara ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai tantangan yang dihadapi selama proses *overhaul* dan *penerapan Standar Operating Procedure (SOP)* yang ada.

PT. Batam Cyclelect selama ini mengandalkan *SOP* lisan yang disampaikan secara informal kepada teknisi baru. Meskipun efektif untuk transfer pengetahuan praktis, metode ini menimbulkan tantangan yang mempengaruhi kualitas dan konsistensi proses *overhaul* motor induksi tiga fasa.

3.1.2 Observasi dan Peninjauan

Tabel 1: Faktor yang mempengaruhi pembuatan *SOP*

Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan <i>SOP</i> dalam Proses <i>Overhaul</i> Motor	Tanggal Kasus Terjadi	Kerugian yang Terjadi	Langkah-Langkah Perbaikan dan Solusi yang Diberikan
<p>Kesalahan marking pada <i>house bearing</i> dengan spidol, akibatnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>House bearing</i> yang terpasang tidak pas. - Pemasangan motor pada dudukan motor di kapal terhambat karena <i>house bearing</i> yang tidak sesuai. - <i>House bearing</i> perlu dibongkar dan dipasang kembali dengan benar. 	Maret 2025	<ul style="list-style-type: none"> - Durasi kerja terlambat 1 hari - Kerugian biaya Rp. 1.200.000 	Memberikan marking menggunakan <i>center pen</i> untuk memastikan hasil pemasangan yang efektif dan meminimalkan kesalahan pemasangan. Menetapkan prosedur standar untuk <i>marking</i> yang dapat diterapkan pada setiap penggantian <i>house bearing</i>
Penerapan toleransi pengukuran <i>house bearing</i> masih bervariasi antar	Februari 2025	-Durasi kerja terlambat 3 hari	Menyusun standar pengukuran yang lebih ketat dengan batas

Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan SOP dalam Proses Overhaul Motor	Tanggal Kasus Terjadi	Kerugian yang Terjadi	Langkah-Langkah Perbaikan dan Solusi yang Diberikan
teknisi, tanpa acuan standar yang jelas.		-Penambahan material -Kerugian biaya Rp. 2.800.000	toleransi yang jelas, serta memberikan pelatihan teknis yang mendalam dan konsisten mengenai pengukuran dan pemasangan <i>house bearing</i> .
Pemasangan <i>house bearing</i> dengan cara yang tidak sesuai, menggunakan palu atau kayu, yang mengarah pada keretakan <i>house bearing</i>	Maret 2025	-Durasi kerja terlambat 2 hari -Kerugian biaya Rp. 4.000.000	Penggunaan yang lebih baik menggunakan <i>stand bolt</i> untuk menghindari kerusakan material.
Kesalahan dalam pemasangan <i>impeller</i> yang terbalik, menyebabkan <i>impeller</i> tidak berfungsi dengan baik dan kerusakan pada komponen lainnya	Maret 2025	-Durasi kerja terlambat 2 hari -Penambahan material repair -Kerugian biaya Rp. 4.000.000	memastikan <i>marking</i> yang jelas sebelum pemasangan. Menambahkan langkah pengecekan sebelum pemasangan <i>impeller</i> untuk memeriksa kelonggaran dan memastikan kualitasnya.
Pengecekan vibrasi dan suhu yang tidak dilakukan dapat menyebabkan ketidakseimbangan atau suhu berlebih yang tidak terdeteksi, berisiko menyebabkan kerusakan lebih lanjut dalam jangka panjang.	-	-	Menambahkan prosedur pengujian vibrasi untuk memastikan komponen motor bebas dari ketidakseimbangan atau keausan yang dapat menyebabkan kerusakan.
<i>Puller bearing</i> tersedia hanya untuk shaft rotor motor, untuk generator menggunakan stand bolt, sehingga pekerjaan menjadi lebih lama.	-	-	Perlunya pengadaan <i>puller bearing</i> dengan ukuran besar untuk pelepasan <i>bearing</i> berukuran besar

3.2 Do (Pelaksanaan)

Perancangan SOP motor induksi 3 fasa

3.2.1 Pemeriksaan Awal

1. Lakukan pemeriksaan visual pada seluruh permukaan casing motor untuk memastikan tidak ada retakan, goresan, atau deformasi yang bisa mengindikasikan benturan atau kerusakan mekanis.
2. Pastikan tidak ada bagian yang mengalami korosi atau karat yang memengaruhi struktur motor.



Gambar 2: Motor sebelum dibongkar

3. Periksa semua kabel yang terhubung ke motor, pastikan tidak ada yang terkelupas atau terlepas.
4. Cek konektor listrik yang terpasang tidak ada kerusakan yang dapat mempengaruhi aliran arus

3.2.2 Pembongkaran Motor

1. Lepaskan *house bearing* dengan membuka semua baut menggunakan kunci *ring pas* / kunci L yang sesuai untuk menghindari kerusakan pada *casing*.
2. Angkat casing motor menggunakan alat angkat (*crane*) yang sesuai

3. Lepaskan bearing lama dari *shaft rotor* menggunakan *puller bearing* agar aman dan efisien. Penggunaan ini memastikan proses pelepasan bearing dilakukan dengan tepat, tanpa merusak *shaft rotor* atau komponen motor lainnya.
4. Lepaskan rotor dan stator, memastikan komponen dalam kondisi baik dan tanpa kerusakan. Perhatian khusus harus diberikan pada pemisahan komponen untuk menghindari cedera mekanis yang dapat mempengaruhi integritas struktural atau fungsional rotor dan stator.
5. Lakukan *marking* pada *house bearing* untuk memastikan identifikasi yang tepat, diikuti dengan pengukuran kelonggaran menggunakan mikrometer. Pengukuran bertujuan memastikan kelonggaran antara *house bearing* dan komponen terkait sesuai dengan toleransi standar *ISO 286* [4] (+0.05 mm), dengan toleransi ketat yang ditetapkan PT. Batam Cyclelect (+0.02 mm). Jika kelonggaran melebihi batas toleransi, *house bearing* perlu diperbaiki.

3.2.3 Pengujian Awal

1. Pengujian gulungan kawat stator menggunakan megger. Dan resistansi lebih dari 1 M Ω . Jika lebih rendah, mengindikasikan kebocoran arus atau kerusakan isolasi sesuai standart *IEEE 43-2000*.

Tabel 2: Pengukuran Resistansi Sebelum Perbaikan

<i>Phase to Ground</i>		<i>Phase to Phase</i>		<i>Standart IEEE 43</i>	<i>Result</i>
<i>U-Ground</i>	0.5 M Ω	U1-V2	- M Ω	100 M Ω	<i>Bad</i>
<i>V-Ground</i>	0.9 M Ω	V1-W2	- M Ω		<i>Bad</i>
<i>W-Ground</i>	0.5 M Ω	W1-U2	- M Ω		<i>Bad</i>

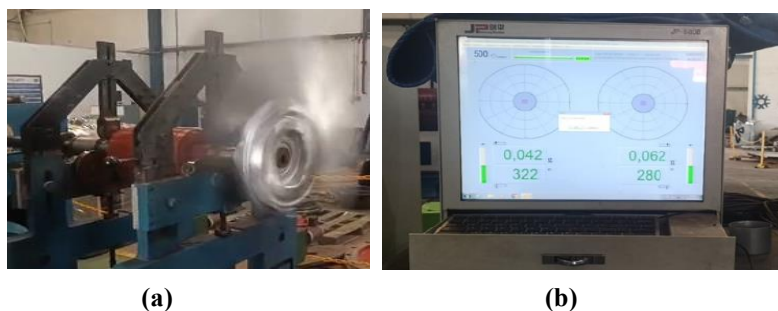
2. Pencatatan hasil inspeksi motor bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi motor pada saat dilakukan perbaikan atau *overhaul*.
3. Ambil foto dari setiap komponen yang dibongkar sesuai dengan *ISO 9001 (Quality Management Systems)*[5] untuk memastikan proses dilakukan secara sistematis dan terdokumentasi dengan baik.

3.2.4 Pembersihan dan Pengecatan Komponen dan *Dynamic Balancing*

1. Siapkan bahan pembersih *Norchem EC 564*
2. Lakukan pembersihan pada stator dengan mesin pembersih bertekanan tinggi
3. Masukkan stator yang telah dibersihkan sebelumnya ke *oven* stator
4. Panaskan *oven* di suhu 120°C dan panggang stator selama 10-12 jam untuk mengeringkan stator
5. Lakukan pemvarnishan pada stator menggunakan "*Ultimeg 2000/380 Class H*" sesuai dengan standar *IEC*, yang dirancang untuk menahan suhu hingga 180°C tanpa merusak integritas isolasi, terutama pada lingkungan industri atau kapal dengan suhu operasi yang fluktuatif.
6. keringkan kembali stator menggunakan *oven* pada suhu 120°C selama 10-12 jam untuk mengeringkan dan memperbaiki isolasi.
7. Lakukan pengecatan pada stator menggunakan "*Ultimeg Spray 2000/372 Red Class H*" sesuai standar *NEMA*[6], untuk memberikan perlindungan ekstra terhadap kelembapan dan lingkungan korosif yang sering dihadapi motor induksi dalam aplikasi perkapalan.
8. Bersihkan *impeller* dan rotor dari kotoran menggunakan kertas abrasif dan kain.
9. Periksa kembali permukaan *shaft* untuk mendeteksi goresan atau kerusakan lainnya pada rotor.
10. Setelah memastikan *impeller* dan rotor dalam kondisi baik, dilanjutkan untuk pengecatan pada rotor. Pastikan lapisan cat merata dan tidak ada gelembung udara.

3.2.5 *Dynamic Balancing*

Pasang *impeller* dan rotor pada mesin *balancing*, lakukan pengujian keseimbangan dinamis. Sesuaikan keseimbangan, dengan menambah atau mengurangi material pada bagian yang tidak seimbang.



Gambar 3: *Balancing impeller dan rotor* (a) Hasil pengujian *balancing* pada monitor (b)

3.2.6 Penggantian *Bearing* dan Perakitan Kembali

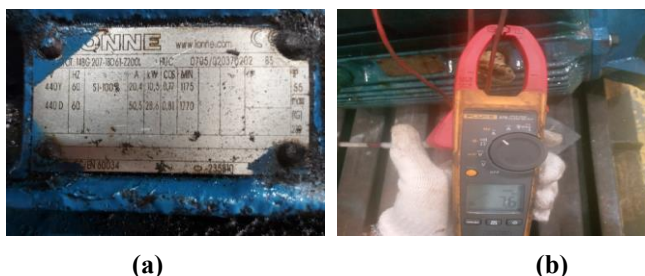
1. Tempatkan stator dan rotor dengan hati-hati dalam casing motor
2. Pastikan rotor ditempatkan seimbang didalam stator.
3. Penggantian *Bearing DE* dan *NDE*
4. Panaskan bearing menggunakan *heater bearing* 3-5 menit pada suhu 80-120°C.
5. Pasang bearing baru pada *shaft rotor* sesuai dengan spesifikasi motor.
6. Pasang kembali *house bearing* sesuai dengan *marking* agar tidak terjadi kesalahan pemasangan.
7. Ketatkan semua baut-baut pada motor dan pastikan semua *part* terpasangan dengan benar.

3.2.7 Pengecatan Motor Listrik

1. Aplikasikan cat pada motor menggunakan kompresor dan *spray gun*
2. Biarkan cat mengering

3.2.8 Pengujian Akhir

1. Uji motor tanpa untuk memastikan tidak ada masalah pada sistem kelistrikan atau mekanis. Hasil uji yang baik adalah nilainya tidak melebihi nilai yang tertera pada *nameplate*. Untuk lebih jelasnya terdapat pada gambar 4.



Gambar 4: *Nameplate* (a) Pengukuran ampere motor (b)

Tabel 3: Detail *Nameplate* Motor

<i>Type</i>	-	<i>Ampere</i>	20.4 A
<i>Power</i>	10.5 kw	<i>Speed</i>	1175 rpm
<i>Voltage</i>	440 v	<i>Frequency</i>	60 hz

Tabel 4: Hasil Pengukuran *Ampere* Motor

<i>Test Poin</i>	<i>Voltage</i>	<i>Ampere</i>
R	440 V	7.6
S	440 V	7.7
T	440 V	7.6

2. Pengujian getaran pada motor untuk mendeteksi potensi kerusakan pada komponen motor yang mempengaruhi kinerja motor. Pengujian dilakukan sesuai dengan *ISO 2372: Mechanical*

Vibration [7], yang menetapkan batas getaran berdasarkan tingkat keparahan yang dapat diterima. Selain itu, pengukuran suhu dilakukan sesuai dengan *IEC 60034-1*[8], yang menyatakan bahwa suhu motor dengan isolasi kelas H tidak boleh melebihi 180°C dalam kondisi operasional normal.

RMS vibration velocity	Class I	Class II	Class III	Class IV
0.28 mm/s				
0.45 mm/s	A	A	A	A
0.71 mm/s				
1.12 mm/s	B			A
1.8 mm/s		B		
2.8 mm/s	C		B	
4.5 mm/s		C		B
7.1 mm/s	D		C	
11.2 mm/s		D		C
18 mm/s			D	
28 mm/s				D
45 mm/s				

Gambar 5: Standar Getaran ISO 2372

Tabel 5: Tes Getaran dan Temperatur

Getaran dan Temperatur			
Deskripsi	Standar	Hasil Uji	Keterangan
Getaran Axial	4.5 mm/s	0.4 mm/s	Good
Getaran Horizontal	4.5 mm/s	0.6 mm/s	Good
Getaran Vertikal	4.5 mm/s	0.4 mm/s	Good
Temperatur	180°C	80°C	Good

3. Pengujian *insulation resistance* dan *resistance* untuk dapat mengidentifikasi potensi masalah pada motor sebelum menyebabkan kerusakan lebih lanjut. Berdasarkan standart *IEEE 43*[9] pengujian *insulation resistance* dikatakan baik jika hasil pengujian *Insulation resistance* diatas standart (100 MΩ) dan pengujian *resistance* antar phase tidak melebihi (+5%) sesuai standart *EASA AR 100*[10]. Hal ini dapat dilihat pada table 6 dan 7.

Tabel 6: Pengujian *insulation resistance*

<i>Phase to Ground</i>		<i>Phase to Phase</i>		<i>Standart IEEE 43</i>	<i>Result</i>
U-Ground	2000 MΩ	U1-V2	- MΩ	100 MΩ	Good
V-Ground	2000 MΩ	V1-W2	- MΩ		Good
W-Ground	2000 MΩ	W1-U2	- MΩ		Good

Tabel 7: Pengujian *resistance*

<i>Winding Resistance</i>			<i>Result</i>
<i>Test Point</i>	<i>Result</i>	<i>Standart EASA AR 100</i>	
U1-V2	0.5 Ω	Dev. Max 5%	Balance
V1-W2	0.4 Ω		
W1-U2	0.4 Ω		

Dari data table diatas dapat dihitung nilai deviasi antara phase dengan cara berikut:

$$\text{- Perbandingan U dan V} = \frac{0.5-0.4}{0.5} \times 100\% \quad (3)$$

$$= 0.2\%$$

$$\text{- Perbandingan V dan W} = \frac{0.4-0.4}{0.4} \times 100\% \quad (3)$$

$$= 0\%$$

$$- \text{Perbandingan W dan U} = \frac{0.4-0.4}{0.4} \times 100\% \quad (3)$$

$$= 0\%$$

3.2.9 Setelah semua proses *overhaul* selesai dilakukan dan dinyatakan dalam kondisi baik, maka motor siap dikirim kembali ke kapal.

3.3 Check (Pemeriksaan)

Berdasarkan hasil evaluasi dan pengujian yang dilakukan, terdapat beberapa perubahan dan penyempurnaan yang dilakukan pada *SOP* untuk meningkatkan efektivitasnya:

3.3.1 Pada perancangan *SOP* pertama dibulan februari dilakukan penetapan pengukuran toleransi *house bearing* yaitu sesuai dengan toleransi standar *ISO 286* [4] (+0.05 mm), dengan toleransi ketat yang ditetapkan PT. Batam Cyclect (+0.02 mm).

3.3.2 Pada bulan Maret, dilakukan evaluasi lanjutan terhadap pelaksanaan *SOP* dan ditemukan tiga kesalahan teknis yang sering terjadi, yaitu:

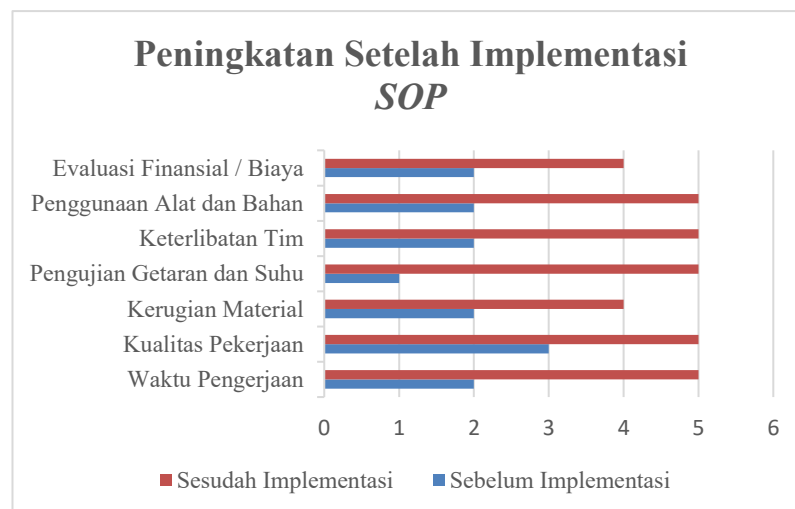
- Pemberian tanda (*marking*) pada *house bearing* tidak konsisten, sehingga terjadi kesalahan dalam proses perakitan ulang.
- Pemasangan *house bearing* tidak mengikuti orientasi yang benar yang menyebabkan ketidaksejajaran komponen.
- Kesalahan dalam pemasangan *impeller* yang memengaruhi performa akhir motor.

Dari hasil ini maka dilakukan revisi *SOP* dengan penambahan prosedural yang lebih rinci. Teknisi diwajibkan untuk memberikan *marking* dengan *center pen*, serta melakukan dokumentasi foto sebelum pembongkaran untuk dijadikan acuan saat perakitan kembali.

3.3.3 Di bulan april menunjukkan bahwa pengujian akhir motor belum mencakup pengukuran getaran (vibrasi) dan suhu, kedua parameter ini cukup penting untuk memastikan kondisi operasi motor dalam batas aman dan beberapa kali menjadi permintaan dari *owner*.

Maka *SOP* kembali direvisi dengan menambahkan tahapan pengujian getaran sesuai standar *ISO 2372* [7] dan pengukuran suhu motor sesuai standar *IEC 60034-1*[8]. Kedua, manajemen perusahaan melengkapi fasilitas *workshop* dengan alat *puller bearing* tambahan agar semua teknisi dapat bekerja secara efisien dan aman.

Setelah perbaikan dibulan April yaitu perancangan ke 3, dan dilakukan pengecekan secara menyeluruh menunjukkan bahwa seluruh tahapan yang ditambahkan, berhasil menjawab permasalahan teknis yang sebelumnya terjadi di lapangan. *SOP* ini dinilai mampu meningkatkan kualitas pekerjaan, meminimalkan kesalahan teknis, dan mempercepat waktu proses *overhaul* secara signifikan. Seperti terlihat pada grafik dibawah ini



Gambar 6: Grafik Peningkatan Setelah Implementasi *SOP*

3.4 Act (Tindakan)

Setelah dilakukan perbaikan dan penyempurnaan terhadap *Standar Operating Procedure (SOP)* untuk proses *overhaul* dan telah terbukti efektif, *SOP* ini akan distandarisasi untuk diterapkan secara konsisten dalam proses *overhaul* motor di PT Batam Cyclelect di masa mendatang. Selain itu, sesi pelatihan akan terus dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh personel yang terlibat memiliki keterampilan yang diperlukan dalam *SOP* yang diperbarui, serta menekankan pentingnya konsistensi dan kualitas dalam pelaksanaan proses *overhaul* guna memastikan implementasi yang konsisten.

4 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *PDCA* dalam perancangan *SOP* untuk proses *overhaul* motor induksi tiga fasa di PT. Batam Cyclelect menghasilkan peningkatan signifikan dalam kualitas dan efisiensi. Proses yang terstruktur memastikan langkah-langkah dilakukan dengan hati-hati dan sesuai standar, yang berdampak pada pengurangan kesalahan pemasangan dan penggunaan material yang lebih efisien. Metode *PDCA* juga meningkatkan efisiensi waktu dan pengurangan biaya operasional, serta memperbaiki kepuasan klien karena perbaikan yang lebih konsisten dan pengiriman tepat waktu. Keunggulan utama *PDCA* adalah mendukung perbaikan berkelanjutan, memungkinkan penyesuaian cepat, dan mengoptimalkan proses untuk mengurangi pemborosan. Secara keseluruhan, *PDCA* terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas, efisiensi operasional, dan kepuasan klien di PT. Batam Cyclelect.

5 Daftar Pustaka

- [1] A. Radiansyah, S. Tinggi, T. Pln, J. A. Gifson, S. T. Teknik, and P. Jakarta, "Inspeksi *Overhaul* Motor Induksi 3 Fasa 1000 KW di PT. Mesindo Tekninesia." [Online]. Available: www.soemarno.org
- [2] D. Sulastri and I. A. Darmawan, "Pengujian Elektrik Motor Induksi 3 Phase Rotor Sangkar 75 Kw Di Pt Mesindo Tekninesia."
- [3] H. Setiawan, "Penerapan Konsep Siklus Plan-Do-Check-Action (*PDCA*) Untuk Meningkatkan Kinerja Load Lugger."
- [4] ISO 286-2-2010. "Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes"
- [5] ISO-9001_2015-2".
- [6] "NEMA MG 1 Motors And Generators," 2010.
- [7] "International Standard 2372 International Organization".
- [8] "IEC 60034-1 International Standard Norme Internationale Rotating Electrical Machines
- [9] *IEEE recommended practice for testing insulation resistance of rotating machinery*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 20062000.
- [10] EASA. EASA Standard AR-100-2015 Recommended practice for the repair of rotating electrical apparatus. St. Louis, MO : EASA, Inc. IEEE;2015