

INTEGRASI METODE MEDA (*MAINTENANCE ERROR DECISION AID*) DAN MOORA (*MULTI OBJECTIVE OPTIMIZATION METHODS BY RATIO*) MELALUI PERSPEKTIF ICCP DAN SACP

Harun¹⁾, Roni Prabowo²⁾

Teknik Industri, Magister Teknik Industri, Institut Adhi Tama Surabaya

Email: harunnurah@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the effect of maintenance methods on the structure of "Four-leg Jacket" at PT XYZ, especially in choosing between Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) and Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP) methods to prevent corrosion. The method used in this research is an integration between Maintenance Error Decision Aid (MEDA) and Multi-Objective Optimization Ratio Analysis (MOORA). The research was conducted from January to November 2023 with the research subject being a decision-making system related to the maintenance of four-leg jackets on offshore platforms. The results showed that the MOORA method identified SACP as the best alternative to prevent corrosion based on the criteria of price, material durability, durability to the environment, and maintenance cost. Implementation of the MEDA method revealed factors contributing to maintenance errors, including communication, technician qualifications, and equipment availability. In conclusion, the use of SACP is more recommended for the maintenance of the four-leg Jacket, and the implementation of a fault investigation system such as MEDA can reduce maintenance faults by identifying and correcting the factors that cause such faults.

Article History

Submitted: 8 Juli 2024

Accepted: 13 Juli 2024

Published: 14 Juli 2024

Key Words

Conventional machining; cathodic protection; MOORA method; MEDA method.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode pemeliharaan pada struktur "Jacket empat kaki" di PT. XYZ, khususnya dalam memilih antara metode Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) dan Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP) untuk mencegah korosi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah integrasi antara Maintenance Error Decision Aid (MEDA) dan Multi-Objective Optimization Ratio Analysis (MOORA). Penelitian dilakukan dari Januari hingga November 2023 dengan subjek penelitian adalah sistem pengambilan keputusan yang terkait dengan pemeliharaan Jacket empat kaki di anjungan lepas pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MOORA mengidentifikasi SACP sebagai alternatif terbaik untuk mencegah korosi berdasarkan kriteria harga, ketahanan material, daya tahan terhadap lingkungan, dan biaya perawatan. Implementasi metode MEDA mengungkapkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesalahan pemeliharaan, termasuk komunikasi, kualifikasi teknisi, dan ketersediaan peralatan. Kesimpulannya, penggunaan SACP lebih direkomendasikan untuk pemeliharaan Jacket empat kaki, dan penerapan sistem investigasi kesalahan seperti MEDA dapat mengurangi kesalahan pemeliharaan dengan mengidentifikasi dan memperbaiki faktor-faktor penyebab kesalahan tersebut.

Sejarah Artikel

Submitted: 8 Juli 2024

Accepted: 13 Juli 2024

Published: 14 Juli 2024

Kata Kunci

Permesinan konvensional; perlindungan katodik; metode MOORA; Metode MEDA

PENDAHULUAN

Proses permesinan merupakan salah satu proses manufaktur yang dalam pembentukannya dilakukan dengan cara menghilangkan sebagian volume material yang diproses dalam bentuk geram (*chips*). Proses permesinan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu: proses permesinan konvensional (*conventional machining*), *abrasive processes*, dan proses permesinan non konvensional (Natarajan et al., 2020). Proses permesinan konvensional menggunakan mesin perkakas yang terdiri dari proses bubut (*turning*), *frais (milling)*, dan *bor (drilling)* (Zhu et al., 2020; Rai et al., 2021; Yang et al., 2020). Permesinan komposisi kimia

logam, geometri proses permesinan dan kekasaran permukaan diduga sebagai parameter penting dalam menentukan ketahanan korosi dari suatu produk. Seperti telah dipaparkan sebelumnya bahwa diduga kekasaran permukaan akan berpengaruh pada laju korosi.

Perbedaan ial permukaan akan memberikan perbedaan dalam kecepatan reaksi dengan lingkungannya. Namun, belum banyak penelitian yang membahas tentang hubungan antara kekasaran permukaan dengan laju korosi, sementara korosi merupakan proses yang sangat merugikan bila terjadi pada suatu produk. Oleh karena itu, untuk mengetahui pengaruh dari kekasaran permukaan terhadap laju korosi produk hasil proses permesinan, diperlukan pengamatan terhadap fenomena korosi yang terjadi terkait dengan variasi kekasaran permukaanya (Reddy et al., 2021).

Setiap produk hasil proses permesinan tentu disyaratkan mempunyai kualitas permukaan tertentu yang ditentukan dari nilai kekasaran permukaannya. Dalam penentuan kekasaran permukaan suatu produk perlu diperhatikan pula kaitannya dengan laju korosi, yang dapat menurunkan fungsi dari suatu produk (Sajjad et al., 2021). Laju korosi yang terjadi dapat berbeda-beda seiring dengan perbedaan kekasaran permukaan produk tersebut (X. Yang et al., 2022; Singh et al., 2021; Ahuja et al., 2020). Seperti dinyatakan dalam banyak penelitian bahwa korosi akan mempengaruhi kekuatan dan umur pakai (lifetime) dari suatu produk. Wacana inilah yang hendak diangkat sebagai topik dalam penelitian tugas akhir.

Cara yang dapat dilakukan sebagai upaya mencegah terjadinya korosi pada struktur jacket dua diantaranya yaitu dengan melakukan maintenance menggunakan *Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)* (Koueveldjin et al., 2024; Dargahi et al., 2024). *Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)* dan *Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP)* mempunyai kelebihan dan kekurangan baik itu dari segi teknis desain, instalasi, maintenance, serta nilai ekonomis dari masing-masing perspektif yang berdasar kepada code standar internasional *DNV-RP-B401 Cathodic Protection Design (2010)* dan *NACE-RP0176 Corrosion Control of Steel Fixed Offshore Platforms Associated with Petroleum Production* (Yao et al., 2023). Oleh karena itu di dalam studi ini dilakukan integrasi dengan menggunakan dua metode bantuan pengambilan keputusan yaitu dengan menyelidiki kejadian yang disebabkan oleh kinerja teknisi pemeliharaan atau disebut dengan metode *Maintenance Error Decision Aid (MEDA)* dan dengan metode *Multi Objective Optimization Methods by Ratio (MOORA)*.

Pada umumnya bangunan lepas pantai memiliki umur operasi selama kurang lebih 20 tahun. Namun, di lain sisi banyak struktur lepas pantai yang telah beroperasi melebihi dari umur operasi yang ditentukan. Dari total 223 struktur lepas pantai yang dimiliki hanya 5% dari jumlahnya yang merupakan platform baru dengan usia kurang dari 10 tahun, dan sebanyak 15% untuk usia 11-20 tahun (Solland et al., 2011). Ketika bangunan lepas pantai telah beroperasi melebihi umur operasi yang ditentukan, maka akan dilakukan life extend pada struktur agar struktur dapat beroperasi melebihi batas waktu yang ditentukan namun sesuai dengan standard dan codes yang telah ditentukan. Ada lebih dari 7500 bangunan lepas pantai di dunia untuk industri minyak dan gas, dan 85% dari jumlahnya akan membutuhkan assessment lebih lanjut terkait dengan usianya (Shen et al., 2015).

Sebelum dilakukan life extend pada struktur, perlu dilakukan kegiatan inspeksi. Tujuan dari inspeksi adalah mengetahui kondisi terbaru dari struktur dan menemukan hal lain yang tidak layak (Suhaeri et al., 2024; Gunawan, 2021). Sehingga, nantinya dapat dilakukan mitigasi atau tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan keamanan struktur agar layak sesuai spesifikasi dan syarat kelayakan pada platform untuk beroperasi lebih lama. Salah satu hal yang diperhatikan saat melakukan inspeksi adalah tingkat korosi yang terjadi pada struktur. Bangunan lepas pantai umumnya terbuat dari material baja atau logam, dimana material ini sangat mudah terkena pengaruh korosi. Selain itu, struktur lepas pantai terus-

menerus terkena air laut dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya korosi, dikarenakan air laut yang bersifat basa akan mengalami reaksi kimia dengan material pada struktur.

METODE

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah pada pemeliharaan struktur "Jacket empat kaki" di PT. XYZ. Wawancara dengan Maintenance Supervisor mengungkapkan masalah dalam pemilihan kriteria terbaik untuk pemeliharaan menggunakan metode Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) dan Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP).

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ, khususnya di area Jacket empat kaki yang berada di anjungan lepas pantai, dari Januari hingga November 2023. Subjek penelitian adalah Jacket empat kaki yang berfungsi menjaga stabilitas terhadap benturan gelombang dan merupakan pondasi utama pada fasilitas anjungan lepas pantai. Objek penelitian adalah sistem bantuan pengambilan keputusan yang mengintegrasikan dua metode, yaitu Maintenance Error Decision Aid (MEDA) dan Multi-Objective Optimization Ratio Analysis (MOORA).

Prosedur penelitian mencakup beberapa tahapan. Pertama, studi lapangan dilakukan untuk mengamati kondisi sistem pengambilan keputusan secara langsung, mengidentifikasi masalah yang terjadi, dan mengumpulkan data yang relevan. Kedua, studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari jurnal, buku referensi, skripsi, dan tesis yang berkaitan dengan penelitian. Ketiga, identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang sedang terjadi guna memberikan solusi yang tepat. Selanjutnya, perumusan masalah dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dengan metode yang telah ditetapkan. Penetapan tujuan penelitian dilakukan berdasarkan rumusan masalah untuk menjaga agar pengumpulan dan pengolahan data tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas. Pengumpulan data dilakukan melalui inspeksi, observasi, wawancara, dan pengumpulan data-data dari perusahaan yang terkait dengan tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi gambaran umum perusahaan, data pengukuran, biaya perawatan, desain, dan masa pakai Jacket empat kaki menggunakan ICCP dan SACP, hasil kuesioner untuk proses MEDA, serta data pendukung lain yang dibutuhkan untuk penentuan keputusan pada metode MOORA. Terakhir, data yang telah terkumpul diolah dan dianalisis untuk menghasilkan keputusan yang optimal. Berikut adalah diagram alir penelitian ini.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang telah dikumpulkan selanjutnya di olah menggunakan metode-metode yang sudah di jelaskan dibab sebelumnya, sehingga untuk kedepannya dapat memberi masukan perbaikan terkait dengan hasil analisis permasalahan.

Implementasi Metode MOORA

Tabel Kriteria Dalam menentukan penilaian baik itu ICCP maupun SACP dengan menggunakan metode MOORA langkah pertama yaitu menentukan kriteria yang akan diteliti. Kriteria-kriteria yang didapat berdasarkan wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti terhadap seorang *Planner* PT XYZ. Dimana klasifikasi harga sangat penting dan tinggi, nilai bobot pada kriteria ini adalah 30%, bobot harga yang tinggi menjadi alasan terkait target efisiensi perusahaan. Kriteria material ini juga penting dalam pemilihan dalam menentukan ketahanan korosi dari suatu produk, nilai bobot pada kriteria model ini adalah 25%. Kriteria Data ketahanan terhadap lingkungan, merupakan data-data lingkungan yang bersinggungan baik secara langsung ataupun tidak langsung dengan struktur memiliki nilai bobot 20%,

Kriteria Biaya perawatan kriteria ini cukup penting karena menyangkut mengenai biaya yang berkelanjutan, nilai bobot untuk kriteria baterai ini adalah 20%. Dengan kriteria tersebut sebagai landasan bagi peneliti sehingga diharapkan para ahli dapat memberikan data dan informasi secara jelas dan lengkap.

Tabel 1 Tabel Kriteria

Code	Kriteria
C1	Harga (Cost)
C2	Material pada ketahanan korosi (Benefit)
Ket:	1= Kurang Baik; 2= Cukup Baik; 3= Baik; 4= Sangat Baik
C3	Daya Tahan Terhadap Lingkungan (Benefit)
Ket:	1= Kurang Baik; 2= Cukup Baik; 3= Baik; 4= Sangat Baik
C4	Biaya Perawatan (Cost)

Tabel 2 Tabel Bobot Kriteria

Kriteria	Bobot
C1	30%
C2	25%
C3	20%
C4	20%

Terdapat dua alternatif yang perlu ditentukan, Yaitu:

- A1= Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)
- A2= Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP)

Tabel 3 Tabel Alternatif dan Kriteria

Alternatif	Kriteria			
	C1	C2	C3	C4
A1	\$40.000	3	3	\$ 16.000
A2	\$75.000	3	2	\$ 10.000
Optimum	MIN	MAX	MAX	MIN
Pembagi	85000	4,2426	3,6056	18868

Langkah berikutnya menentukan Matrix Kinerja Normalisasi menggunakan rumus dibawah ini:

$$X^*_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}$$

Tabel 4 Tabel Matrix Kinerja Normalisasi

		C1	C2	C3	C4
Xij	A1	0,4706	0,7071	0,8321	0,8479
	A2	0,8824	0,7071	0,5547	0,5299

Langkah berikutnya merupakan hasil normalisasi matriks yang diperoleh dari matriks xij dikalikan dengan bobot yang diberikan.

Tabel 5 Tabel Optimalisasi Nilai Atribut

Bobot	C1	C2	C3	C4	
	0,3	0,25	0,2	0,2	
Optimasi Atribut	0,14118	0,17678	0,16641	0,1696	Nilai Normalisasi x bobot
	0,26471	0,17678	0,11094	0,106	

Langkah Terakhir setelah nilai optimalisasi atribut didapatkan maka selanjutnya akan dilakukan perankingan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_i = \sum_{j=1}^g w_j X_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j X_{ij}$$

Tabel 6 Tabel Optimalisasi Nilai Atribut

Alternatif	Maximum	Minimum	Yi (max-min)	Ranking
A1	0,343186754	0,310776131	0,032410623	1
A2	0,287716735	0,37070567	-0,082988936	2

Hasil Analisis Metode MOORA

Hasil dari model perhitungan metode MOORA ialah jika suatu alternatif memiliki perolehan nilai akhir Maximax dan Minimax (Yi) tertinggi, maka alternatif tersebut merupakan pilihan yang terbaik, Dalam hal ini *Sacrificial Anode Cathodic Protection* (SACP) lebih layak untuk dipertimbangkan dalam penggunaan *Cathodic Protection* untuk pencegahan laju korosi dari sebuah Jacket Empat Kaki pada anjungan lepas pantai dikarenakan berdasarkan ke-empat kriteria yang dimasukkan dalam perhitungan MOORA, SACP sedikit lebih baik dari pada *Impressed Current Cathodic Protection* (ICCP), sehingga dengan adanya penerapan metode MOORA perolehan hasil pengukuran untuk menentukan kepuasan lebih obyektif.

Implementasi Metode MEDA

Maintenance Error Decision Aid (MEDA) adalah alat pengambilan keputusan berbasis peristiwa yang membantu seorang *Planner Maintenance* untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi dan tindakan yang akan mencegah terjadinya laju korosi secara signifikan pada jacket empat kaki. Implementasi MEDA yaitu melakukan penyelidikan kesalahan Fundamental di balik metoda MEDA adalah:

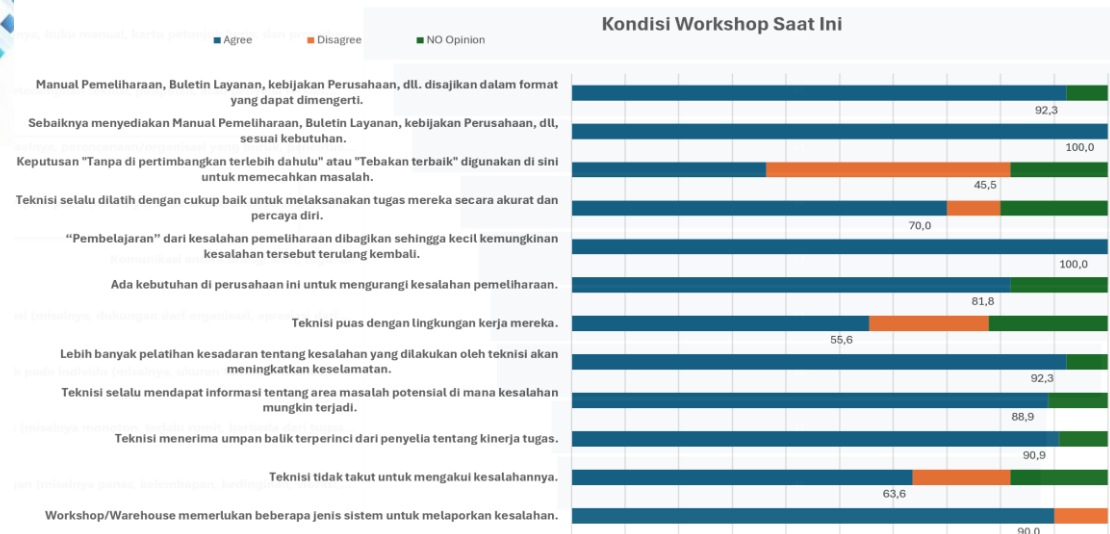
1. Kesalahan pemeliharaan tidak dilakukan dengan sengaja.
2. Kesalahan perawatan disebabkan oleh serangkaian faktor yang berkontribusi di tempat kerja (Kelelahan, perencanaan pemeliharaan Preventive dan Corrective yang kurang optimal, Peralatan pemeliharaan yang kurang memadai dsb.)
3. Sebagian besar faktor yang berkontribusi merupakan bagian dari proses perusahaan, dan oleh karena itu, dapat diperbaiki sehingga tidak berkontribusi terhadap kesalahan serupa di masa depan.
4. Organisasi pemeliharaan harus dipandang sebagai suatu sistem dimana teknisi pemeliharaan adalah salah satu bagian dari sistem
5. Mengatasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kejadian tingkat rendah membantu mencegah kejadian yang lebih serius.

Tujuan MEDA adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi dan memperbaikinya untuk mengurangi kemungkinan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesalahan atau error pada suatu maintenance di masa mendatang. Dibawah ini adalah formulir kuesioner yang dibuat oleh *Planner* dan *Maintenance Supervisor* untuk diisi dengan cermat. Tanggapan peserta terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut akan sangat bermanfaat dalam penelitian ini. Pada saat wawancara, dikumpulkan semua opini mengenai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesalahan spesifik yang menyebabkan kerusakan pada Jacket Empat Kaki dan perubahan apa yang perlu dilakukan untuk mencegah hal tersebut terjadi.

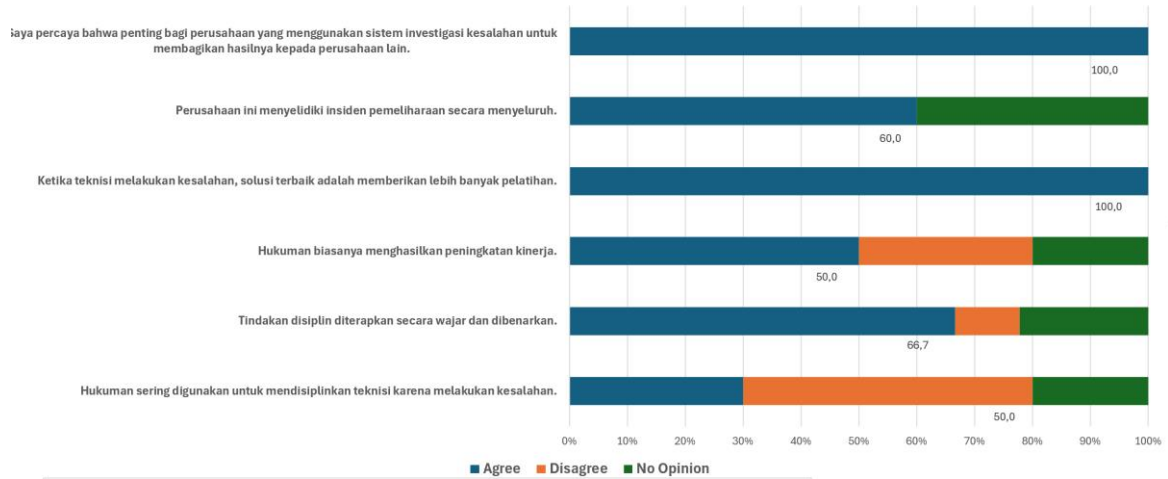
Grafik berikut ini dihasilkan dengan menetapkan kategori dan poin untuk setiap jawaban terhadap pertanyaan opini. Jawaban yang tersedia adalah: “sangat tidak setuju”, “tidak setuju”, “tidak berpendapat”, “setuju”, dan “sangat setuju”. Tabel ... menunjukkan sistem penilaian yang digunakan. Untuk setiap pertanyaan opini, jumlah total poin dijumlahkan, dan setiap kategori poin dihitung persentasenya terhadap jumlah total poin. Bagan ini menunjukkan persentase setiap kategori pada skala 100%. Data untuk masing-masing grafik dapat ditemukan pada Lampiran.

Tabel 7 Opinion Question Point System

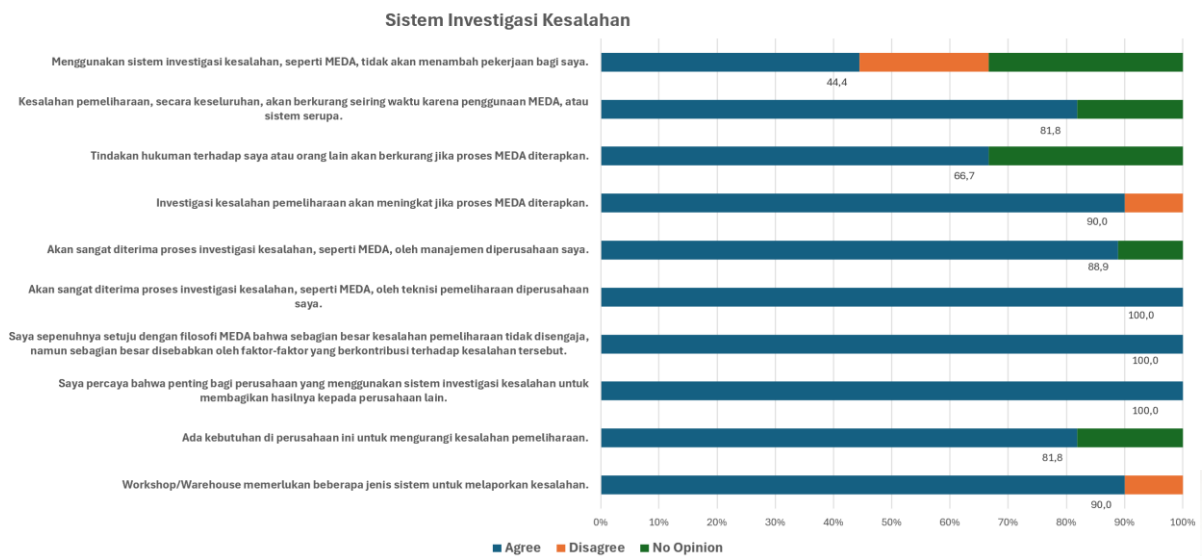
Sistem Penilaian Pertanyaan Opini			
Answer	Kategori		
	Tidak Setuju	No Opinion	Agree
Sangat Tidak Setuju	2		
Tidak Setuju	1		
Tidak Ada Opini		1	
Setuju			1
Sangat Setuju			2



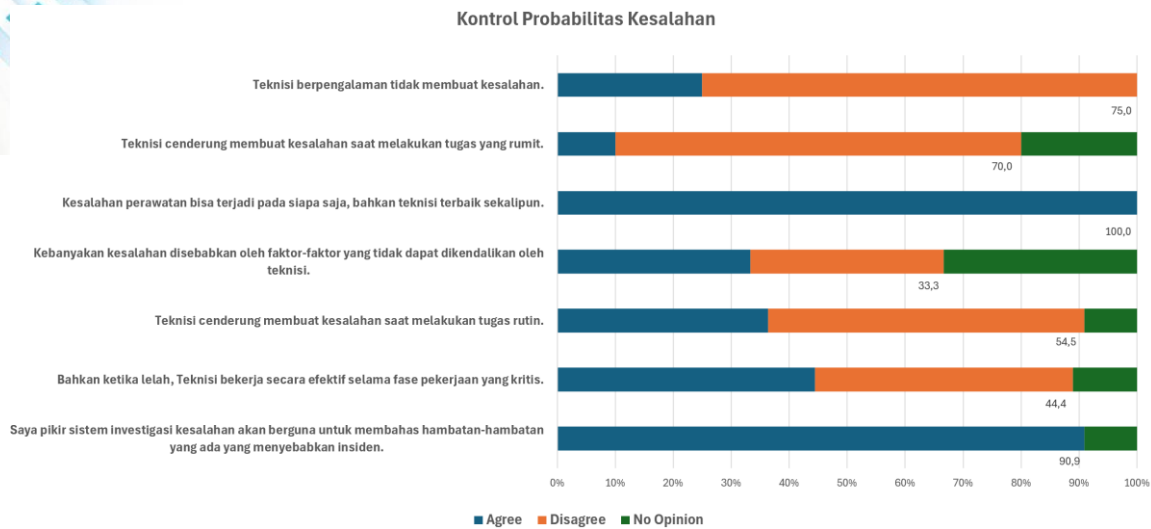
Gambar 2 Grafik Penilaian Kondisi Department Pemeliharaan Saat ini Hukuman/ Tindakan Korektif



Gambar 3 Grafik Penilaian Hukuman/Tindakan Korektif Sistem Investigasi Kesalahan



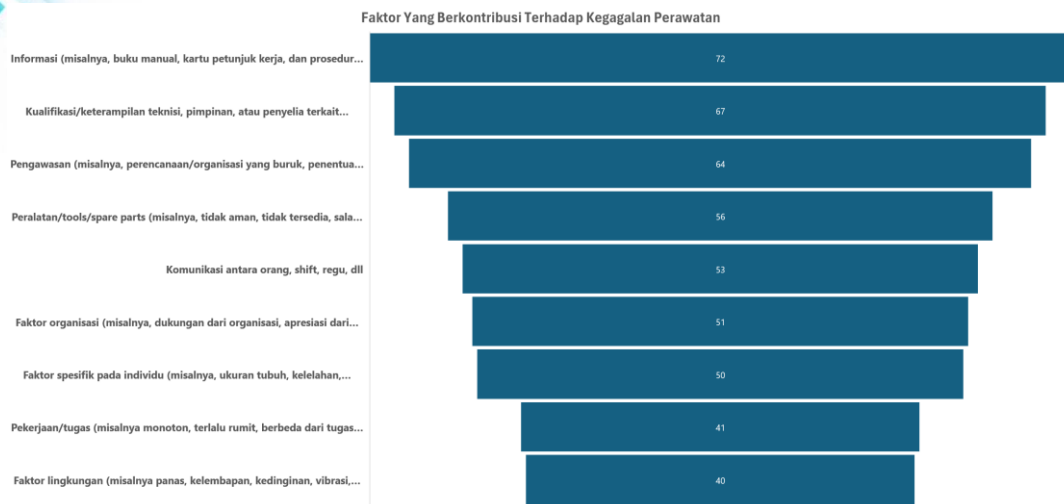
Gambar 4 Grafik Penilaian Sistem Investigasi Kesalahan



Gambar 5 Grafik Penilaian Kontrol Probabilitas Kesalahan

Rata-rata hasil untuk masing-masing tanggapan daftar faktor yang berkontribusi adalah diurutkan berdasarkan kemungkinan terjadinya kesalahan, sebagai berikut:

1. Komunikasi antar pekerja, shift, dan organisasi
2. Pekerjaan/tugas (misalnya monoton, terlalu rumit, berbeda dari tugas serupa, dll.)
3. Kualifikasi/keterampilan teknisi, pimpinan, atau supervisor mengenai masalah tugas, proses, atau sistem
4. Faktor spesifik pada individu (misalnya ukuran tubuh, kelelahan, gangguan tugas, batasan waktu, dll.)
5. Pengawasan (misalnya, perencanaan/organisasi yang buruk, penentuan prioritas yang tidak memadai, pendelegasian pekerjaan, dll.)
6. Informasi (misalnya, manual, kartu kerja, dan prosedur) tersedia bagi teknisi (misalnya, tidak dapat dimengerti, tidak tersedia, tidak digunakan, dll.)
7. Peralatan/perkakas/bagian (misalnya, tidak aman, tidak tersedia, salah kalibrasi, perkakas salah, dll.)
8. Faktor organisasi (misalnya dukungan dari organisasi lain, kebijakan perusahaan, proses dan prosedur, semangat kerja, dll.)
9. Faktor fasilitas (misalnya pencahayaan, ventilasi, bahan berbahaya/beracun, dll.)
10. Faktor lingkungan (misalnya panas, kelembapan, getaran, dll.)



Gambar 6 Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesalahan pemeliharaan

Gambar 6 menunjukkan peringkat masing-masing faktor dari yang paling berkontribusi sampai yang yang paling rendah terhadap kesalahan. Komunikasi ditemukan sebagai faktor yang paling mungkin menyebabkan kesalahan pemeliharaan, sedangkan faktor lingkungan merupakan faktor yang paling kecil kemungkinannya.

Hasil Analisis Metode MEDA

Gambar 6 adalah representasi grafik dari faktor-faktor yang berkontribusi berdasarkan peringkat responden dan berdasarkan urutan yang paling mungkin terjadi. Faktor kontribusi yang paling berpengaruh ialah Informasi (misalnya, manual, kartu kerja, dan prosedur) tersedia bagi teknisi (misalnya, tidak dapat dimengerti, tidak tersedia, tidak digunakan, dll.). Bagi industri energy maupun manufaktur sangat memperhatikan prosedur karena merupakan pedoman bagi seorang operator teknisi dalam menjalankan tugas pemeliharaan secara rutin. Bahkan seorang engineer secara berkala melakukan update terhadap prosedur acuan bagi para pekerja.

Setelah faktor informasi selanjutnya diikuti oleh faktor kualifikasi dan keterampilan karena jika seorang teknisi tidak mengetahui apa yang dia kerjakan, mustahil bagi pekerja tersebut bisa menyelesaikan pekerjaannya dengan benar, apalagi jika teknisi tersebut dihadapkan dengan suatu pekerjaan yang harus dikerjakan sendiri, sehingga pada kuisisioner ini factor kualifikasi dan keterampilan menjadi salah satu faktor utama.

Mengikuti Kualifikasi dan keterampilan, responden percaya bahwa kesulitan dalam pengawasan adalah factor penyebab kegagalan dalam pekerjaan perawatan, kategori ini mencakup bagaimana sebuah pekerjaan tidak memiliki susunan prioritas yang baik sehingga banyak pekerjaan perawatan rutin tidak dapat terselesaikan.

Selain tiga faktor besar diatas yang berkontribusi berdasarkan peringkat responden adalah peralatan, tool, dan sparepart yang tidak memadai. Artinya, responden merasa bahwa faktor peralatan dan sparepart sangat mempengaruhi sebuah pekerjaan yang sudah terjadwal. Ini merupakan faktor yang sangat kuat ketika cadangan spare part ataupun peralatan khusus yang perlu digunakan tidak tersedia sehingga pekerjaan tersebut tidak dapat terselesaikan.

Faktor penting lainnya dari para responden adalah bahwa faktor komunikasi, organisasi, dan individu, menempati peringkat empat dan seterusnya. faktor yang kemungkinan dan berkontribusi terhadap kesalahan pemeliharaan. Faktor-faktor ini mungkin berperingkat rendah karena biasanya faktor-faktor tersebut merupakan faktor sekunder, artinya faktor-faktor tersebut digabungkan dengan faktor-faktor “primer” lainnya sebelum menghasilkan kesalahan.

Meskipun hal ini normal terjadi, salah satu faktor ini hampir selalu dimasukkan dalam daftar faktor penyebab kesalahan yang dianalisis untuk menentukan faktor penyebabnya.

Secara keseluruhan, responden setuju dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengenai faktor-faktor yang berkontribusi, terlepas dari beberapa pengecualian di atas. Karena rendahnya penyebaran di semua jawaban, standar deviasi dari hasil ini sangat kecil dan tidak ada kekhawatiran mengenai bias karena ini adalah sampel acak.

Untuk representasi grafik kuesioner opini mengenai kondisi department pemeliharaan saat ini, lihat gambar 2 Pertanyaan opini pertama menanyakan kepada responden apakah mereka merasa workshopnya memerlukan sistem untuk melaporkan kesalahan. Para responden dengan suara 92% setuju bahwa toko mereka memerlukan semacam sistem untuk melaporkan kesalahan. Selain itu, 82% mengatakan bahwa ada kebutuhan untuk mengurangi kesalahan pemeliharaan di Perusahaan mereka. Namun, sebagian besar dari mereka yang disurvei percaya bahwa organisasi mereka tidak menggunakan keputusan “tebakan tepat” atau “tebakan terbaik” untuk memecahkan masalah yang mungkin timbul dengan persentase hanya 36%, yang berarti bahwa mereka mencoba membuat keputusan yang efektif, namun mereka yakin kesalahan akan tetap terjadi. Hasil ini menunjukkan bahwa kemungkinan besar sistem kesalahan pemeliharaan akan bermanfaat bagi Perusahaan.

Sebagian besar dari mereka yang disurvei merasa bahwa teknisi selalu mendapat informasi tentang potensi masalah dengan presentasi 89%, namun mereka sangat setuju bahwa lebih banyak pelatihan kesadaran akan membantu meningkatkan keselamatan kerja yaitu persentase 92%. Responden mengatakan bahwa teknisi tidak menerima pelatihan yang cukup untuk melakukan semua tugas mereka secara akurat dan percaya diri. Solusi terhadap hal ini yang tampaknya paling mudah adalah dengan memberikan lebih banyak pelatihan 70%, tapi masalah yang selalu muncul dalam peningkatan pelatihan adalah bahwa hal ini menimbulkan kendala waktu, karena pelatihan ini menyita waktu dalam pekerjaan reguler sehingga Perusahaan mengeluarkan biaya extra untuk pembayaran karyawan. Jika tingkat pelatihan meningkat, produktivitas akan turun, setidaknya dalam jangka pendek. Namun, dalam jangka panjang, lebih banyak pelatihan berarti lebih sedikit kesalahan dan lebih sedikit pengerjaan ulang, sehingga produktivitas mungkin akan meningkat. 56% audience merasa bahwa teknisi yang bekerja di perusahaan tersebut merasa puas dengan lingkungan kerja. Dan 64% yang merasa teknisi tidak takut mengakui kesalahannya.

Untuk representasi grafik dari pendapat mengenai hukuman dan tindakan perbaikan, lihat gambar 3. 50% responden mengatakan bahwa perusahaan mereka biasanya tidak menggunakan hukuman untuk mendisiplinkan teknisi yang melakukan kesalahan hal itu sebanding dengan 50% manajer percaya bahwa hukuman dapat menghasilkan peningkatan kinerja.

Daripada menggunakan hukuman, hampir seluruh responden merasa bahwa pelatihan adalah solusi terbaik untuk mencegah kesalahan terulang Kembali 99%. Namun, seperti disebutkan sebelumnya, pelatihan memerlukan waktu dan sumber daya. Jauh lebih mudah menghukum seorang teknisi daripada meluangkan waktu dan uang untuk melatih mereka dengan lebih efektif. Meskipun demikian, pelatihannya bisa sesederhana meminta teknisi senior menunjukkan kepada teknisi yang lebih muda cara melakukan tugas dengan benar atau mendemonstrasikan area yang rawan kesalahan.

Untuk representasi grafik pendapat mengenai kuesioner probabilitas kesalahan dan pengendalian kesalahan pada gambar 5. Manajer pemeliharaan ditanyai beberapa pertanyaan mengenai probabilitas kesalahan dan pengendalian kesalahan. Semua kecuali dua kriteria yang percaya bahwa kesalahan perawatan bisa terjadi pada siapa saja, bahkan teknisi terbaik sekalipun 100% dan investigasi kesalahan sangat berguna untuk mencegah terjadinya insiden 90,9%, dua kriteria tersebut merupakan faktor yang penting dalam kemampuan teknisi untuk

bekerja secara efektif. Oleh karena itu, seorang teknisi yang terjaga dalam jangka waktu lama dapat menunjukkan penurunan kinerja. Jadi kemungkinan besar pekerjaan yang terus menerus pada semua teknisi akan menjadi faktor penyebab kesalahan yang dapat diidentifikasi oleh sistem investigasi kesalahan. menariknya, para responden menyadari bahwa teknisi tidak hanya melakukan kesalahan saat melakukan tugas kompleks, namun juga saat melakukan tugas rutin.

Mayoritas responden tidak setuju bahwa selain kriteria diatas adalah faktor kesalahan perawatan terjadi. Ini merupakan sudut pandang yang sangat penting. Inilah filosofi sebenarnya dari sistem MEDA dan tujuan utama dari sistem ini adalah untuk mencoba dan mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi untuk memperbaikinya.

Untuk representasi grafik dari opini mengenai pertanyaan sistem investigasi kesalahan pada gambar 4. Kategori terakhir dari pertanyaan opini yang ditanyakan oleh kelima responden dalam hal ini ialah planner, supervisor pemeliharaan, supervisor produksi, foreman pemeliharaan dan team leader pemeliharaan meyakini sistem investigasi kesalahan akan diterima dalam Perusahaan 88,9%. Seperti disebutkan sebelumnya, kelima posisi yang disurvei percaya bahwa departmen perlu mengurangi kesalahan pemeliharaan dan sistem untuk menginvestigasi kesalahan. Mereka juga setuju dengan filosofi MEDA bahwa kesalahan tidak dilakukan dengan sengaja, namun merupakan akibat dari sejumlah faktor yang berkontribusi 100%. Dalam questioner, para manajer setuju bahwa teknisi tidak datang bekerja dengan maksud untuk membuat kesalahan dan teknisi itu sendiri ingin agar tidak pernah melakukan kesalahan.

Mayoritas manajer pemeliharaan percaya bahwa penting bagi perusahaan yang menggunakan sistem investigasi kesalahan untuk membagikan hasil mereka dengan perusahaan lain 100%. Hal ini akan memungkinkan perusahaan lain untuk belajar dari kesalahan yang dilakukan di tempat lain dan diharapkan dapat mencegah hal yang sama terjadi di organisasi mereka.

Salah satu hasil paling positif dari pertanyaan penerimaan sistem investigasi kesalahan adalah bahwa responden merasa bahwa investigasi kesalahan pemeliharaan akan meningkat jika proses MEDA diterapkan 90%.

Namun responden juga sangat yakin bahwa sistem seperti MEDA akan menghasilkan lebih banyak pekerjaan bagi mereka hal tersebut dapat dilihat dari persentasinya yang hanya 44%, selain beban kerja mereka yang sudah besar. Hal ini merupakan kekhawatiran yang wajar, karena meskipun kesalahan secara keseluruhan akan berkurang 81,8%, akan ada lebih banyak dokumen yang terkait dengan kesalahan yang terjadi. Inilah salah satu dari sedikit alasan mengapa sistem seperti MEDA mungkin sulit diterapkan pada setiap perusahaan umum.

Pendapat para responden beragam mengenai apakah teknisi pemeliharaan akan sangat menerima proses tindakan hukuman terhadap teknisi jika proses MEDA diterapkan hal tersebut dapat dilihat dari persentasinya yang hanya 66%.

KESIMPULAN

Hasil dari penerapan metode MOORA dalam pemilihan alat Cathodic Protection untuk pencegahan laju korosi yang terbaik pada jacket empat kaki anjungan lepas pantai menunjukkan bahwa kriteria seperti harga, material ketahanan korosi, daya tahan terhadap lingkungan, dan biaya perawatan menjadi faktor utama dalam menentukan pilihan. Dari dua alternatif yang dianalisis, yaitu ICCP dan SACP, Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) menduduki peringkat pertama dengan nilai optimasi 0,032410623. Sistem pendukung keputusan ini diharapkan mempermudah manajemen dalam memilih produk terbaik sesuai kondisi perusahaan. Pengembangan sistem pendukung keputusan ini sebaiknya menggunakan metode pengambilan keputusan lainnya yang serupa untuk mendapatkan hasil perbandingan

antara metode MOORA dengan metode lain, sehingga peneliti dapat memberikan hasil yang lebih baik.

Penerapan sistem investigasi kesalahan MEDA mungkin mendapat penolakan karena kekhawatiran tentang peningkatan beban kerja dan hukuman, namun hasil kuesioner menunjukkan bahwa manajer pemeliharaan setuju bahwa sistem ini diperlukan untuk mengurangi kesalahan dan melihat informasi sebagai masalah utama. Mereka setuju dengan filosofi MEDA bahwa teknisi tidak melakukan kesalahan dengan sengaja. Penerimaan yang kuat oleh manajemen dan kepercayaan teknisi pada manajemen akan menjadi faktor kunci dalam penerapan sistem ini. Meskipun ada keterbatasan waktu dan penambahan beban kerja, industri minyak dan gas yang sangat mengutamakan keselamatan memerlukan cara untuk membagikan hasil investigasi kesalahan mereka. Mayoritas responden merasa sistem ini akan diterima dengan baik oleh manajemen dan pekerja, meskipun mungkin ada sedikit kesulitan awal bagi teknisi.

Sistem MEDA perlu dimodifikasi agar sesuai dengan industri migas umum, termasuk mengubah formulir hasil untuk mencerminkan lingkungan migas. Formulir perlu lebih spesifik untuk pekerjaan tertentu, mencakup nama unit, nomor seri, jenis perawatan, dan lain-lain yang relevan. Perlindungan khusus harus diberikan kepada teknisi yang melaporkan kesalahan untuk meningkatkan jumlah laporan dan penerimaan sistem MEDA oleh teknisi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengadaptasi sistem ini untuk industri migas secara umum. Studi rinci dan program percontohan harus dilakukan untuk menganalisis hasil dalam jangka waktu lama sebelum implementasi luas. Dengan demikian, sistem pendukung keputusan MOORA dan MEDA diharapkan dapat memberikan solusi yang optimal dan meningkatkan efisiensi serta keselamatan dalam industri minyak dan gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, N., Batra, U., & Kumar, K. (2020). Experimental investigation and optimization of wire electrical discharge machining for surface characteristics and corrosion rate of biodegradable Mg alloy. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 29, 4117–4129.
- Dargahi, M., Mahidashti, Z., & Rezaei, M. (2024). Corrosion prevention of storage tank bottom using impressed current cathodic protection—experimental and simulation study. *Engineering Failure Analysis*, 158, 107982.
- Gunawan, R. M. B. (2021). *GRC (Good Governance, Risk Management, And Compliance)-Rajawali Pers*. PT. RajaGrafindo Persada.
- Kouevijdin, A. B., Adessina, A., Barthélémy, J.-F., Carpio-Perez, J., Fraj, A. Ben, & Pavoine, A. (2024). Efficiency of the Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) in reinforced concretes: Experimental and numerical investigation. *Electrochimica Acta*, 480, 143923.
- Natarajan, Y., Murugesan, P. K., Mohan, M., & Khan, S. A. L. A. (2020). Abrasive Water Jet Machining process: A state of art of review. *Journal of Manufacturing Processes*, 49, 271–322.
- Rai, R., Tiwari, M. K., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications. In *International Journal of Production Research* (Vol. 59, Issue 16, pp. 4773–4778). Taylor & Francis.
- Reddy, U., Dubey, D., Panda, S. S., Ireddy, N., Jain, J., Mondal, K., & Singh, S. S. (2021). Effect of surface roughness induced by milling operation on the corrosion behavior of magnesium alloys. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30, 7354–7364.
- Sajjad, U., Abbas, A., Sadeghianjahromi, A., Abbas, N., Liaw, J.-S., & Wang, C.-C. (2021). Enhancing corrosion resistance of Al 5050 alloy based on surface roughness and its fabrication methods; an experimental investigation. *Journal of Materials Research and*

- Technology*, 11, 1859–1867.
- Shen, X., Huang, G., Yang, Z., & Han, L. (2015). Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Applied Energy*, 160, 108–119.
- Singh, G., Singh, S., Prakash, C., & Ramakrishna, S. (2021). On investigating the soda-lime shot blasting of AZ31 alloy: Effects on surface roughness, material removal rate, corrosion resistance, and bioactivity. *Journal of Magnesium and Alloys*, 9(4), 1272–1284.
- Solland, G., Johansen, A., & Sigurdsson, G. (2011). Safety Format and Acceptance Criteria for Analysis of Marine Structures Using Non-Linear Methods. *International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, 44359, 687–694.
- Suhaeri, M. F., Saputra, I. G. R. O., Ariyasa, I. M. W. D., Al Hafidh, M. M., Abidin, M. R., Aziz, M. F. A., & Paundra, F. (2024). Perhitungan residual life assesment (rla) dengan menggunakan metode ultrasonic testing (ut) terhadap hasil inspeksi pada pipeline gas di PT. XYZ. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 4(1), 43–47.
- Yang, X., Wang, F.-H., Wang, W.-L., Liu, S.-F., Chen, Y.-Q., & Tang, H.-P. (2022). Comparison of two-step surface treatment on surface roughness and corrosion resistance of TC4 alloy parts prepared by SLM and SEBM. *Journal of Alloys and Compounds*, 921, 165929.
- Yang, Z., Zhu, L., Zhang, G., Ni, C., & Lin, B. (2020). Review of ultrasonic vibration-assisted machining in advanced materials. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 156, 103594.
- Yao, G., He, X., Liu, J., Guo, Z., & Chen, P. (2023). Test study of the bridge cable corrosion protection mechanism based on impressed current cathodic protection. *Lubricants*, 11(1), 30.
- Zhu, D., Feng, X., Xu, X., Yang, Z., Li, W., Yan, S., & Ding, H. (2020). Robotic grinding of complex components: a step towards efficient and intelligent machining—challenges, solutions, and applications. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 65, 101908.