



## Similarity Report

### Metadata

Name of the organization

**Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**

Title

**(ACC Penguji) Skripsi Ferdi**

Author(s)

Coordinator

**perpustakaan umsidabulqis**

Organizational unit

**Perpustakaan**

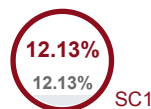
### Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

|                                  |                                                                                    |    |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Characters from another alphabet |   | 0  |
| Spreads                          |   | 0  |
| Micro spaces                     |   | 0  |
| Hidden characters                |   | 0  |
| Paraphrases (SmartMarks)         |  | 38 |

### Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.

**25**

The phrase length for the SC 2

**4896**

Length in words

**36050**

Length in characters

### Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

#### The 10 longest fragments

Color of the text

| NO | TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)                                                                                                                                                    | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | <a href="https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325">https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325</a>                                 | 65 1.33 %                             |
| 2  | <a href="https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325">https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325</a>                                 | 62 1.27 %                             |
| 3  | <a href="https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325">https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325</a>                                 | 62 1.27 %                             |
| 4  | <a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978</a> | 32 0.65 %                             |
| 5  | <a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978</a> | 29 0.59 %                             |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 6                                           | <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf</a>                                                                                                                                                                                                   | 24 0.49 %                             |
| 7                                           | <a href="https://123dok.com/document/y8pl440z-minimasi-downtime-tool-punch-mesin-heading-pada-preventive-maintenance-dengan-metode-age-replacement.html">https://123dok.com/document/y8pl440z-minimasi-downtime-tool-punch-mesin-heading-pada-preventive-maintenance-dengan-metode-age-replacement.html</a>                                                                   | 20 0.41 %                             |
| 8                                           | <a href="http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2000130&amp;val=7501&amp;title=Manajemen%20Perawatan%20Menggunakan%20Metode%20RCM%20Pada%20Mesin%20Produksi%20Kertas">http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2000130&amp;val=7501&amp;title=Manajemen%20Perawatan%20Menggunakan%20Metode%20RCM%20Pada%20Mesin%20Produksi%20Kertas</a> | 19 0.39 %                             |
| 9                                           | <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf</a>                                                                                                                                                                                                   | 16 0.33 %                             |
| 10                                          | <a href="https://ojs.umm metro.ac.id/index.php/turbo/article/download/1451/pdf">https://ojs.umm metro.ac.id/index.php/turbo/article/download/1451/pdf</a>                                                                                                                                                                                                                     | 16 0.33 %                             |
| from RefBooks database (0.59 %)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| NO                                          | TITLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
| Source: Paperity                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| 1                                           | Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement<br>Joko Tri Juwandono, Jaka Purnama;                                                                                                                                                                                                                             | 15 (2) 0.31 %                         |
| 2                                           | PERAN GURU SEBAGAI OPINION LEADER DALAM MENGATASI DEGRADASI MORAL SISWA SD NEGERI PARUNG GALIH DI ERA DIGITAL<br>Novia Novia Herawati, Dewi Sri Andika Rusmana;                                                                                                                                                                                                               | 14 (1) 0.29 %                         |
| from the home database (0.00 %)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| NO                                          | TITLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
| from the Database Exchange Program (0.00 %) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| NO                                          | TITLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
| from the Internet (11.54 %)                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| NO                                          | SOURCE URL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
| 1                                           | <a href="https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325">https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/1157/1325</a>                                                                                                                                                                                                                             | 241 (8) 4.92 %                        |
| 2                                           | <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/019f/442e4b9f26e744de08db2be44835512fa5d6.pdf</a>                                                                                                                                                                                                   | 78 (5) 1.59 %                         |
| 3                                           | <a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/4834/34581/38978</a>                                                                                                                                                                                             | 68 (3) 1.39 %                         |
| 4                                           | <a href="https://ojs.umm metro.ac.id/index.php/turbo/article/download/1451/pdf">https://ojs.umm metro.ac.id/index.php/turbo/article/download/1451/pdf</a>                                                                                                                                                                                                                     | 39 (4) 0.80 %                         |
| 5                                           | <a href="https://adoc.pub/perancangan-penjadwalan-preventive-maintenance-pada-pt-artha.html">https://adoc.pub/perancangan-penjadwalan-preventive-maintenance-pada-pt-artha.html</a>                                                                                                                                                                                           | 34 (3) 0.69 %                         |
| 6                                           | <a href="https://123dok.com/document/y8pl440z-minimasi-downtime-tool-punch-mesin-heading-pada-preventive-maintenance-dengan-metode-age-replacement.html">https://123dok.com/document/y8pl440z-minimasi-downtime-tool-punch-mesin-heading-pada-preventive-maintenance-dengan-metode-age-replacement.html</a>                                                                   | 29 (2) 0.59 %                         |
| 7                                           | <a href="http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2000130&amp;val=7501&amp;title=Manajemen%20Perawatan%20Menggunakan%20Metode%20RCM%20Pada%20Mesin%20Produksi%20Kertas">http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2000130&amp;val=7501&amp;title=Manajemen%20Perawatan%20Menggunakan%20Metode%20RCM%20Pada%20Mesin%20Produksi%20Kertas</a> | 24 (2) 0.49 %                         |
| 8                                           | <a href="https://media.neliti.com/media/publications/441175-effect-of-workload-job-promotion-and-wor-31d03225.pdf">https://media.neliti.com/media/publications/441175-effect-of-workload-job-promotion-and-wor-31d03225.pdf</a>                                                                                                                                               | 14 (2) 0.29 %                         |
| 9                                           | <a href="https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18845/0">https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18845/0</a>                                                                                                                                                                                                           | 11 (1) 0.22 %                         |
| 10                                          | <a href="https://journal.lemigas.esdm.go.id/index.php/LPMGB/article/download/7/6">https://journal.lemigas.esdm.go.id/index.php/LPMGB/article/download/7/6</a>                                                                                                                                                                                                                 | 10 (1) 0.20 %                         |

|    |                                                                                                                                                                                         |              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 11 | <a href="http://repository.ub.ac.id/8453/4/4.BAB%20III.pdf">http://repository.ub.ac.id/8453/4/4.BAB%20III.pdf</a>                                                                       | 9 (1) 0.18 % |
| 12 | <a href="https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/38403/1/15660029_BAB-I_V_DAFTAR-PUSTAKA.pdf">https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/38403/1/15660029_BAB-I_V_DAFTAR-PUSTAKA.pdf</a> | 8 (1) 0.16 % |

## List of accepted fragments (no accepted fragments)

| NO | CONTENTS | NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS) |
|----|----------|---------------------------------------|
|----|----------|---------------------------------------|

Page | 1

Maintenance System for Overhead crane Equipment with **Reliability Centered Maintenance (RCM) II** Method and Age replacement

[Sistem Perawatan Alat Overhead crane Dengan Metode **Reliability Centered Maintenance (RCM) II** Dan Age replacement]

Ferdiansyah Wendyantoro 1), Indah Apriliana Sari Wulandari\*,2)

1)Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2)Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: indahapriliana@umsida.ac.id

**Abstract.** Equipment maintenance is very important to ensure that the equipment operates properly **within a certain period of time**. PT. XYZ, which is engaged in the shipping industry, uses a demag type overhead crane with a capacity of 5 tons in its production process. This study aims to evaluate the reliability level of overhead cranes in existing conditions by calculating the reliability value. **In addition, this study also aims to determine the** critical component replacement interval appropriately so that replacement is carried out before downtime occurs. The results of the study identified three critical components, namely Contactor, Photoelectric Sensor, and Motor Hoist, with MTTR values of 3.65667 hours, 4.15333 hours, and 1.1546 hours, respectively. The application of the age replacement method showed an increase in reliability: Contactor 39%, Photoelectric Sensor 40%, and Motor Hoist 83%. The recommended component replacement interval is every 11 days to reduce downtime and increase operational efficiency.

Keywords - Reliability Centered Maintenance (RCM) II; Age replacement; Downtime; Efficiency.

Abstrak. Pemeliharaan alat sangat penting untuk memastikan alat beroperasi dengan baik dalam jangka waktu tertentu. PT. XYZ, yang bergerak di industri perkapalan, menggunakan alat overhead crane tipe demag berkapasitas 5 ton dalam proses produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keandalan overhead crane pada kondisi eksisting dengan menghitung nilai reliability. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan interval penggantian komponen kritis dengan tepat agar penggantian dilakukan sebelum terjadi downtime. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga komponen kritis, yaitu Contactor, Photoelectric Sensor, dan Motor Hoist, dengan nilai MTTR masing-masing 3.65667 jam, 4.15333 jam, dan 1.1546 jam. Penerapan metode age replacement menunjukkan peningkatan reliability: Contactor 39%, Photoelectric Sensor 40%, dan Motor Hoist 83%. Rekomendasi interval penggantian komponen adalah setiap 11 hari untuk mengurangi downtime dan meningkatkan efisiensi operasional. Kata Kunci - Reliability Centered Maintenance (RCM) II; Age replacement; Downtime; Efisiensi.

### I. PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan yang berfokus di sektor perkapalan dan pembuatan alutsista maritim Indonesia, mencakup produksi kapal perang, kapal niaga, kapal selam, kapal tanker, serta alat utama sistem pertahanan untuk matra laut. PT. XYZ ini juga menawarkan layanan perbaikan dan pemeliharaan kapal, serta menangani proyek non-kapal di bidang minyak dan gas, pembangkit energi, dan industri berat. Dengan didukung peralatan yang terintegrasi antar satu dengan lainnya di mulai dengan pengangkutan bahan baku hingga proses produksi menjadi produk jadi. Crane adalah salah satu mesin dalam sistem produksi yang digunakan untuk memindahkan tiap-tiap komponen mulai dari area fabrikasi, assembly, dan erection. Alat berat yang digunakan di PT. XYZ adalah jenis demag overhead crane berkapasitas 5 ton. Beberapa subsistem overhead crane termasuk hoist, girder, troli, dan motor penggerak. Berikut ini adalah data downtime bulan Januari hingga Oktober tahun 2024.

Gambar 1. Data waktu downtime alat berat overhead crane (jam)

2 | Page

Permasalahan yang kerap muncul pada PT. XYZ yaitu alat berat berjenis overhead crane sering mengalami kerusakan pada saat proyek berjalan. Data dari Januari hingga Oktober 2024 menunjukkan adanya downtime sebesar 9.120 menit dalam jam kerja. Perusahaan menggunakan pendekatan corrective maintenance, yakni perawatan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Sehingga menyebabkan gangguan selama proyek berlangsung. keterlambatan penyelesaian pengerjaan, dan dan pelanggaran kontrak yang sudah disepakati.

Penelitian [1] menunjukkan bahwa diperlukan perencanaan perawatan pada mesin-mesin prioritas untuk mengevaluasi dan menyempurnakan jadwal perawatan. Hasil yang diperoleh mencakup penjadwalan ulang perawatan, di mana komponen yang digunakan secara terus-menerus akan mengalami kerusakan dengan potensi waktu selama pengoperasian, dan kerusakan potensial ini dapat menyebabkan kerusakan berkelanjutan pada sparepart. Pada

penelitian [2] menggunakan metode age replacement menunjukan bahwa untuk mengurangi biaya perawatan dan downtime mesin, dengan penentuan interval penggantian komponen berdasarkan umur dan data historis kerusakan. Penelitian [3] menunjukkan bahwa kedua metode ini meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional. Penerapannya secara signifikan mengurangi downtime, meningkatkan ketersediaan mesin, dan mendukung efisiensi produksi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di atas, maka pada penelitian ini akan menggunakan metode RCM untuk mengidentifikasi komponen kritis[4]. Mengajukan rekomendasi preventive maintenance dengan mengidentifikasi komponen serta menentukan tindakan pemeliharaan yang paling optimum[5]. Kemudian digunakan age replacement untuk mengoptimalkan kinerja mesin, meminimalisir downtime, menentukan interval penjadwalan penggantian dan pemeriksaan dari mesin kritis[6]. Menentukan interval penggantian komponen menggunakan metode age replacement untuk menghasilkan jadwal yang meminimalkan downtime.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan alat berat pada kondisi eksisting dengan menghitung nilai reliabilitas saat penelitian ini dilakukan. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk menentukan interval waktu penggantian komponen kritis alat overhead crane secara tepat, sehingga penggantian dapat dilakukan sebelum terjadi downtime. Integrasi kedua metode di atas diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan manajemen perawatan alat berat, mengurangi tingkat kerusakan, serta menjadi acuan dalam mengatasi masalah yang sering terjadi pada overhead crane.

## II. METODE

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ berlokasi di Jawa Timur. Waktu penelitian berlangsung selama 1 tahun, yang dimulai pada bulan Januari-Desember 2024.

### B. Pengumpulan Data

**Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer** diperoleh secara langsung melalui observasi serta wawancara dengan kepala bagian maintenance dan operator crane. Sementara itu, data sekunder mencakup informasi mengenai kegagalan dan perbaikan mesin selama periode Januari hingga Oktober 2024, serta literatur terkait yang mendukung penelitian.

### C. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan observasi terhadap alat berat overhead crane di PT. XYZ dengan mencari beberapa sumber referensi yang relevan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age replacement dimana kedua metode ini digunakan untuk meningkatkan manajemen perawatan alat berat, mengurangi tingkat kerusakan dan menjadi acuan dalam mengatasi masalah dari sebuah alat produksi.

### D. Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM adalah pendekatan pemeliharaan yang mengintegrasikan praktik dan strategi antara preventive maintenance (PM) dan corrective maintenance (CM) untuk mengoptimalkan masa pakai (life time) serta kinerja aset, sistem, atau peralatan dengan biaya seminimal mungkin[7]. Pendekatan sistematis dalam RCM bertujuan untuk menilai fasilitas dan sumber daya guna mencapai tingkat keandalan yang tinggi dan efisien. Fokus utama dalam pendekatan ini adalah pemahaman bahwa dampak atau risiko dari kegagalan memiliki prioritas yang lebih besar dibandingkan dengan karakteristik teknis itu sendiri[8]. RCM adalah metode yang digunakan untuk memilih, mengembangkan, dan menciptakan alternatif kriteria operasional berdasarkan strategi perawatan, aspek ekonomi, dan keamanan. Metode ini menganalisis tingkat kerusakan pada mesin-mesin yang ada untuk mengidentifikasi komponen-komponen kritis yang sering menyebabkan kerusakan atau mengakibatkan downtime pada fungsi mesin. Setiap komponen tersebut kemudian akan diberikan jadwal perawatan guna mengurangi downtime dan mencegah kegagalan fungsi mesin[9]. Metode ini dirancang untuk mengenali dan menganalisis faktor penyebab kerusakan pada alat overhead crane dengan menerapkan RCM serta mengelola suku cadang komponen kritis guna memastikan ketersediaannya tetap terjaga[10]. Formula yang digunakan

Page | 3

adalah **penggantian komponen dilakukan berdasarkan nilai reliability yang optimal. Nilai reliability dapat dihitung dengan rumus:**

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (1)$$

Sumber : [5] [11] [12]

### E. Age replacement

Metode age replacement adalah strategi perawatan preventif yang didasarkan pada masa pakai komponen dan pola waktu kerusakannya. Perencanaan penggantian komponen dilakukan dengan mempertimbangkan usia serta waktu kerusakan yang diprediksi[9]. Age replacement memungkinkan prediksi penggantian komponen secara akurat ketika komponen tersebut mencapai usia tertentu, berdasarkan data historis kerusakan. Metode ini juga membantu mencegah terjadinya kegagalan pada komponen[13]. Pada metode age replacement, waktu penggantian preventif ditentukan berdasarkan usia komponen. Pendekatan ini dirancang untuk mengoptimalkan masa pakai komponen dan menghindari penggantian yang tidak perlu. Dengan demikian, setelah komponen diganti, jadwal penggantian berikutnya akan mengikuti interval waktu yang telah direncanakan sebelumnya.

Perhitungan nilai age replacement dilakukan untuk menentukan waktu penggantian komponen dengan mempertimbangkan kriteria minimisasi downtime, sebagai berikut:  $D(tp) = Tp.R(tp) + Tf.(1 - R(tp)) + (M(tp) + Tf).(1 - R(tp))$  (2)

Sumber : [5] [3] [14]

Keterangan Rumus:

$T_p$  = Waktu interval penggantian pencegahan

$T_f$  = Waktu yang **dibutuhkan untuk melakukan penggantian kerusakan komponen**

**$T_p$  = Waktu yang ditentukan untuk melakukan penggantian preventive**

**$R(t_p)$  = Probabilitas atau kemungkinan terjadinya penggantian pencegahan pada saat  $t_p$   $M(t_p)$  = Waktu rata-rata terjadinya kerusakan jika penggantian perbaikan pada  $t_p$**

#### F. Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

**Mean Time To Failure (MTTF) adalah rata-rata waktu** sebelum terjadinya kegagalan berdasarkan distribusi kerusakan dan berfungsi untuk memprediksi atau mengevaluasi kemungkinan kerusakan saat mesin atau sistem beroperasi secara normal. Memperkirakan berapa lama sebuah aset yang tidak dapat diperbaiki dapat berfungsi sebelum mengalami kerusakan[15]. Pemantauan MTTF berperan dalam mengurangi gangguan operasional, memperpanjang masa pakai aset, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif[16]. Selain itu, MTTF menghitung rata-rata waktu yang dibutuhkan sebelum suatu komponen, peralatan, atau sistem mengalami kegagalan. Indikator ini penting untuk mengevaluasi keandalan peralatan dalam periode tertentu. Semakin tinggi nilai MTTF, semakin besar pula tingkat keandalan peralatan tersebut[17]. Mean Time To Repair (MTTR) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur waktu rata-rata yang diperlukan untuk memperbaiki sistem atau peralatan setelah mengalami kegagalan. MTTR merupakan indikator efisiensi dalam menangani kegagalan. Semakin rendah MTTR, semakin cepat sistem dapat dipulihkan setelah kegagalan, sehingga mengurangi waktu henti. **Di bawah ini adalah nilai MTTF dan MTTR untuk masing-masing distribusi.**

Distribusi Normal

MTTF =  $\mu$  (3) **Distribusi Lognormal MTTF =  $t_{med} \cdot e^{s^2/2}$**

(4).

**Distribusi Weibull MTTF =  $\theta \Gamma(1 + 1/\beta)$**

(5).

**Distribusi Gamma**

**Nilai  $\Gamma(1 +$**

**1**

**$\beta$**

**) didapat dari  $\Gamma(x)$  = tabel fungsi gamma (6)**

Distribusi Eksponensial

MTTF =

1

(7)

Sumber : [18]

#### G. Availability

Ketersediaan adalah ukuran yang menunjukkan seberapa siap suatu sistem atau peralatan untuk digunakan saat diperlukan. Ketersediaan dihitung sebagai rasio antara waktu sistem atau peralatan beroperasi dengan baik (waktu aktif) terhadap total waktu yang direncanakan, yaitu gabungan antara waktu aktif dan waktu henti. Ketersediaan suatu mesin atau peralatan produksi menunjukkan seberapa optimal alat tersebut dapat dioperasikan dalam proses produksi. Jika tingkat ketersediaannya tinggi, berarti mesin atau peralatan tersebut selalu siap digunakan setiap saat ketika dibutuhkan[19].

4 | Page

Availability = (

Total Waktu Operasi Aktual

Total Loading Time

) X 100% (7)

Sumber : [5] [17] [19]

Penelitian ini disusun secara sistematis dan terarah untuk memudahkan pelaksanaannya. Dalam hal ini, dibuat sebuah alur atau flowchart yang menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses penelitian. Alur penelitian tersebut terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN A. Analisa Komponen Kritis Untuk menentukan komponen dengan tingkat risiko tinggi, dilakukan identifikasi untuk menentukan

**komponen kritis menggunakan diagram Pareto.** Hal ini didasarkan pada data yang dikumpulkan selama proses pengumpulan data. Langkah-langkah penentuan komponen kritis adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis

**Mulai Studi Lapangan dan Literatur**

**Perumuan Masalah dan Tujuan Pengumpulan Data:**

**1. Observasi**

**2. Wawancara**

**Pengolahan Data: 1. Analisa Komponen Kritis 2. Reliability Centered Maintenance**

**Penentuan Distribusi**

**TTF dan TTR**

Uji Distribusi Data Kerusakan  
Perhitungan MTTF dan MTTR  
Penentuan Parameter Distribusi  
Age Replacement  
**Perhitungan Reliability**  
**Sebelum dan Sesudah**  
Perhitungan Availability  
Analisa Data  
Kesimpulan dan Saran  
Selesai

Page | 5

Gambar 3 menunjukkan analisis komponen kritis berdasarkan downtime (jam), persentase downtime, dan persentase downtime kumulatif. Photoelectric Sensor dan Contractor memiliki downtime tertinggi, diikuti oleh Motor Hoist sedangkan Slipring dan Brake Lining lebih rendah. Hasil ini membantu menentukan prioritas perbaikan untuk mengurangi total downtime. Selanjutnya, FMEA akan ditentukan dalam perhitungan ini dengan menggunakan nilai estimasi yang merepresentasikan tingkat kerusakan alat selama proses produksi. Berdasarkan analisis FMEA, nilai Risk Priority Number (RPN) untuk setiap komponen diperoleh dengan menetapkan peringkat tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan tingkat deteksi.

Tabel 1. FMEA Alat Berat Overhead crane (ST - OC - 020).

FMEA Worksheet

SISTEM : OVERHEAD CRANE (ST - OC - 02)

SUBSISTEM : OVERHEAD CRANE (ST - OC - 02)

Part Function

Potential

Failure Mode

Potential Effect

Of Failure

Sev

(1-10)

Potential Cause

Of Failure

Occ

(1-10)

Current

Controls

Det

(1-10)

RPN

Contactora Sakelar

Coil terbakar

Umur pakai

mesin

berkurang

2

Mengakibatkan

gesekan yang

mengeluarkan

percikan api

4

Pengecekan

pada

electrode pin

8 64

Mesin mati tiba

tiba,

mengganggu

operasi

7

Tidak dapat

mengaktifkan

atau memutus

8

Pengecekan

pada

pemasangan

electrode pin  
6 336  
Contactor  
kabel kendor  
Electrical  
breakdown  
6  
Menyebabkan  
magnnetic  
contactor  
terbakar  
8  
Pengecekan  
sebelum  
mesin  
beroperasi  
3 144  
Contact macet  
Mesin tidak  
dapat  
beroperasi  
8  
Mesin tidak  
dapat  
beroperasi  
dengan jangka  
panjang  
1  
Mengontrol  
secara  
terjadwal  
1 8  
Gangguan  
suplai listrik,  
menyebabkan  
ketidakstabilan  
operasi mesin  
6  
Menyebabkan  
arus tidak stabil  
4  
Pengecekan  
pada  
instalasi  
3 72  
Contact aus  
Arus tidak  
stabil, resiko  
komponen lain  
rusak  
7  
Menyebabkan  
macet pada  
aliran listrik  
5  
Mengontol  
secara  
terjadwal  
4 140  
TOTAL RPN 764  
Motor  
Hoist  
Motor  
elektrik  
Vibrasi kasar  
pada bearing  
Mengalami

kerusakan pada  
bearing  
6  
Perputaran  
motor tidak  
lancar  
4  
Mengontrol  
pelumasan  
secara  
terjadwal  
3 72  
Posisi bearing  
mengalami  
pergeseran  
3  
Poros pada roll  
penggerak  
menjadi tidak  
stabil  
4  
Pengecekan  
posisi  
bearing pada  
rol  
penggerak  
4 48  
Vibrasi kasar  
pada gear  
Mengalami  
kerusakan pada  
gigi gear  
penggerak  
8  
Rol penggerak  
tidak dapat  
beroperasi dan  
mengalami  
selip  
2  
Pengecekan  
pada gear  
penggerak  
4 64  
Posisi gear  
mengalami  
pergeseran  
3  
Mengakibatkan  
gigi gear cepat  
aus  
1  
Pengecekan  
posisi gear  
dipastikan  
benar  
3 9  
Kumparan  
terbakar  
Motor mati  
total  
8  
Mengakibatkan  
motor tidak  
berfungsi  
6  
Pengecekan

pada  
instalasi  
3 144  
TOTAL RPN 337  
Photoelec  
tric  
Sensor  
Modul  
sensor  
Sensor kotor  
Sensor gagal  
mengenal  
objek  
6  
Objek tidak  
terdeteksi  
4  
Penyesuaian  
pengkalibrasi  
an  
4 96  
Potensi  
kesalahan  
proses  
4  
Pembacaan data  
tidak akurat  
6  
Akumulasi  
Minyak atau  
cairan  
8 192

6 | Page  
Modul  
penerima  
rusak  
Sistem gagal  
mendeteksi  
8  
Tidak  
menerima  
sinyal dari  
pemancar  
1  
Kerusakan  
elektronik  
pada modul  
6 48  
Sensor mati  
total, tidak  
dapat mengirim  
data  
8  
Sinyal  
terganggu atau  
hilang  
6  
Koneksi  
kabel yang  
tidak stabil  
8 384  
Posisi sensor  
bergeser  
Sensor  
membaca posisi  
yang salah,

deteksi tidak  
akurat  
5  
Sensor  
membaca objek  
yang salah  
4  
Pengecekan  
pada  
instalasi  
1 20  
TOTAL RPN 740

Dari tabel FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) terlihat total RPN tertinggi pada tiga komponen yaitu Contactor (saklar) dengan nilai RPN sebesar 764, Photoelectric Sensor (modul sensor) dengan nilai RPN sebesar 740, dan Motor Hoist (motor elektrik) dengan nilai RPN sebesar 337. Hasil dari perhitungan FMEA pada tabel 1 akan dilakukan kegiatan tindakan perawatan dengan menggunakan metode RCM II.

#### B. Penentuan Distribusi TTF dan TTR

Untuk menentukan pola distribusi yang sesuai, diperlukan identifikasi distribusi yang tepat guna memastikan perhitungan yang akurat. Pada tahap ini, dilakukan uji goodness of fit dengan menggunakan software Minitab 19 untuk memperoleh nilai Anderson-Darling terkecil, sehingga distribusi data yang paling sesuai untuk setiap komponen dapat ditentukan. **Pola distribusi TTF diperoleh dari data waktu antar kerusakan**, sementara **pola distribusi TTR diperoleh dari data waktu antar perbaikan**. **Selanjutnya, data tersebut diuji dengan bantuan software Minitab** 19. Pola distribusi TTF dapat dilihat pada tabel 2, sedangkan pola distribusi TTR disajikan dalam tabel 3.

Tabel 2. Hasil Uji Data TTF Komponen Kritis

Nama Komponen

TTF

Normal Lognormal Weibull Exponensial

Contactor 0.161 0.303 0.257 0.405

Photoelectric Sensor 0.270 0.384 0.359 0.526

Motor hoist 0.266 0.285 0.356 0.577

Berdasarkan tabel 2, untuk menentukan apakah suatu data mengikuti distribusi tertentu, dapat dipilih nilai statistik Anderson-Darling yang terkecil. Oleh karena itu, pola distribusi data untuk waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu antar perbaikan (TTR) pada komponen Contactor, Photoelectric Sensor, dan Motor Hoist mengikuti distribusi Normal.

Tabel 3. Hasil Uji Data TTR Komponen Kritis

Nama Komponen

TTR

Normal Lognormal Weibull Exponensial

Contactor 0.374 0.451 0.460 0.573

Photoelectric Sensor 0.316 0.581 0.519 0.713

Motor hoist 0.328 0.203 0.250 0.362

Berdasarkan tabel 4, untuk menentukan apakah **suatu data mengikuti distribusi tertentu, dapat dipilih** nilai statistik Anderson-Darling yang terkecil. Dengan demikian, pola distribusi data untuk waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu antar perbaikan (TTR) pada komponen Contactor dan Photoelectric Sensor mengikuti distribusi Normal. Sementara itu, hasil uji data (TTF) pada komponen Motor Hoist menunjukkan distribusi Lognormal.

#### C. Penentuan Parameter Distribusi

Setelah mengetahui distribusi dari masing masing komponen. Maka langkah selanjutnya diperlukan penentuan distribusi untuk melakukan perhitungan sesuai distribusinya menggunakan software Minitab 19. Parameter yang digunakan untuk perhitungan dari distribusi data waktu kerusakan yaitu parameter ( $\mu$ ) mean dan ( $\sigma$ ) standar deviasi untuk distribusi Normal sedangkan parameter lokasi dan bentuk untuk distribusi Lognormal yang ada pada Distribution Overview Plot. Hasil pengujian sesuai dengan distribusinya dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Penentuan Parameter TTF

Nama Komponen Jenis Distribusi

Parameter

Mean ( $\mu$ ) Standar Deviasi ( $\sigma$ )

Contactor Normal 57.5 31.0685

Photoelectric Sensor Normal 46.5 23.6907

Motor Hoist Normal 33.75 15.4495

Pada tabel 4, semua komponen (Contactor, Photoelectric Sensor, dan Motor Hoist) mengikuti distribusi Normal. Contactor memiliki mean waktu kegagalan ( $\mu$ ) sebesar 57,5 dengan standar deviasi ( $\sigma$ ) sebesar 31,0685. Photoelectric Sensor memiliki mean waktu kegagalan sebesar 46,5 dengan standar deviasi 23,6907. Sedangkan Motor Hoist memiliki mean waktu kegagalan 33,75 dengan standar deviasi 15,4495.

Tabel 5. Penentuan Parameter TTR

Nama Komponen Jenis Distribusi  
Parameter

Mean ( $\mu$ ) Standar Deviasi ( $\sigma$ )

Contactor Normal 3.65667 1.96787

Photoelectric Sensor Normal 4.15333 1.93297

Motor hoist Lognormal

Tmed (Loc) S (Scale)

0.902184 0.702793

Pada tabel 5, parameter distribusi TTR menunjukkan bahwa Contactor dan Photoelectric Sensor mengikuti distribusi Normal, sementara Motor Hoist mengikuti distribusi Lognormal. Untuk Contactor, mean waktu perbaikan ( $\mu$ ) adalah 3,65667 dengan standar deviasi 1,96787, sedangkan Photoelectric Sensor memiliki mean waktu perbaikan 4,15333 dengan standar deviasi 1,93297. Motor Hoist dengan distribusi Lognormal memiliki median waktu perbaikan (Tmed/Loc) sebesar 0,902184 dan parameter skala (S) sebesar 0,702793.

**D. Perhitungan MTTF dan MTTR** Selanjutnya setelah menetapkan parameter tiap distribusi yang diperoleh dari software [minitab 19](#) dan dilanjutkan dengan perhitungan sesuai distribusinya. Hasil perhitungan MTTF dan MTTR dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Komponen Contactor dengan Distribusi Normal:

$$MTTF = \mu$$

$$= 57.5$$

$$MTTR = \mu$$

$$= 3.65667$$

Komponen Photoelectric Sensor dengan Distribusi Normal:

$$MTTF = \mu$$

$$= 46.5$$

$$MTTR = \mu$$

$$= 4.15333$$

Sedangkan Komponen Motor Hoist MTTF berdistribusi normal dan MTTR berdistribusi lognormal didapatkan perhitungan MTTF dan MTTR.

Distribusi Normal :

$$MTTF = \mu$$

$$= 33.75$$

Distribusi Lognormal :

$$MTTR = tmed \cdot$$

$$e$$

$$s^2$$

$$2$$

$$= 0.902184 \times e ($$

$$((0.702793))$$

$$2$$

$$2$$

$$)$$

$$= 0.902184 \times e ($$

$$(0.49392)$$

$$2$$

$$)$$

$$= 0.902184 \times 1.2801$$

$$= 1.1546$$

Tabel 6. Perhitungan MTTF dan MTTR

Komponen MTTF MTTR

Contactor 57.5 3.65667

Photoelectric Sensor 46.5 4.15333

Motor hoist 33.75 1.1546

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 6, diperoleh nilai MTTF dan MTTR untuk setiap komponen kritis.

Rata-rata waktu antar kerusakan untuk komponen Contactor adalah 57,5 hari, komponen Photoelectric Sensor sebesar 46,5 hari, dan komponen Motor Hoist sebesar 33,75 hari. Sementara itu, berdasarkan perhitungan MTTR, rata-rata waktu perbaikan untuk komponen Contactor adalah 3,65667 jam, komponen Photoelectric Sensor sebesar 4,15333 jam, sedangkan komponen Motor Hoist yang berdistribusi lognormal memiliki waktu perbaikan rata-rata 1,1546 jam.

**Setelah diperoleh hasil perhitungan nilai MTTF dan MTTR maka dilakukan penentuan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan metode age replacement untuk mencari umur penggantian optimal** dimana yang terpilih yaitu yang memiliki nilai downtime terkecil. Dibawah ini merupakan data – data yang dibutuhkan untuk mencari interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi downtime sebagai berikut:

Tabel 7. Interval Waktu Pergantian Pencegahan Komponen Contactor.

| tp | R(tp)    | F(tp)    | M(tp)    | D(tp)    |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 0.956558 | 0.043442 | 941.5435 | 0.030121 |
| 2  | 0.915004 | 0.084996 | 481.2243 | 0.029524 |
| 3  | 0.875255 | 0.124745 | 327.8854 | 0.029000 |
| 4  | 0.837232 | 0.162768 | 251.2915 | 0.028539 |
| 5  | 0.800862 | 0.199138 | 205.3956 | 0.028135 |
| 6  | 0.766071 | 0.233929 | 174.8485 | 0.027779 |
| 7  | 0.732792 | 0.267208 | 153.0720 | 0.027466 |
| 8  | 0.700958 | 0.299042 | 136.7772 | 0.027191 |
| 9  | 0.670508 | 0.329492 | 124.1367 | 0.026950 |
| 10 | 0.641380 | 0.358620 | 114.0540 | 0.026740 |
| 11 | 0.613517 | 0.386483 | 105.8316 | 0.026557 |

Mengacu pada perhitungan di tabel 7, interval penggantian pencegahan yang meminimalkan downtime pada komponen Contactor diperoleh dari nilai D(tp) terendah, yaitu pada hari ke-11 dengan downtime sebesar 0.026557. Dengan demikian, penggantian pencegahan untuk komponen Contactor dilakukan pada hari ke-11.

Tabel 8. Interval Waktu Pergantian Pencegahan Komponen Photoelectric Sensor.

| tp | R(tp)    | F(tp)    | M(tp)    | D(tp)    |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 0.953990 | 0.046010 | 888.9806 | 0.030123 |
| 2  | 0.910097 | 0.089903 | 454.9566 | 0.029530 |
| 3  | 0.868223 | 0.131777 | 310.3889 | 0.029013 |
| 4  | 0.828276 | 0.171724 | 238.1851 | 0.028562 |
| 5  | 0.790167 | 0.209833 | 194.9269 | 0.028167 |
| 6  | 0.753811 | 0.246189 | 166.1412 | 0.027822 |
| 7  | 0.719128 | 0.280872 | 145.6256 | 0.027521 |
| 8  | 0.686041 | 0.313959 | 130.2785 | 0.027259 |
| 9  | 0.654476 | 0.345524 | 118.3771 | 0.027031 |
| 10 | 0.624364 | 0.375636 | 108.8875 | 0.026834 |
| 11 | 0.595637 | 0.404363 | 101.1519 | 0.026664 |

Mengacu pada perhitungan di tabel 8, interval penggantian pencegahan yang meminimalkan downtime pada komponen Photoelectric Sensor diperoleh dari nilai D(tp) terendah, yaitu pada hari ke-11 dengan downtime sebesar 0.026664. Dengan demikian, penggantian pencegahan untuk komponen Photoelectric Sensor dilakukan pada hari ke-11.

Tabel 9. Interval Waktu Pergantian Pencegahan Komponen Motor Hoist.

| tp | R(tp)    | F(tp)    | M(tp)    | D(tp)    |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 0.850896 | 0.149104 | 274.3196 | 0.030195 |
| 2  | 0.724024 | 0.275976 | 148.2091 | 0.029782 |
| 3  | 0.616070 | 0.383930 | 106.5352 | 0.029512 |
| 4  | 0.524211 | 0.475789 | 85.9669  | 0.029346 |
| 5  | 0.446049 | 0.553951 | 73.8371  | 0.029258 |
| 6  | 0.379542 | 0.620458 | 65.9224  | 0.029227 |
| 7  | 0.322951 | 0.677049 | 60.4123  | 0.029238 |
| 8  | 0.274797 | 0.725203 | 56.4009  | 0.029279 |
| 9  | 0.233824 | 0.766176 | 53.3847  | 0.029341 |
| 10 | 0.198960 | 0.801040 | 51.0612  | 0.029417 |
| 11 | 0.169294 | 0.830706 | 49.2378  | 0.029502 |

Mengacu pada perhitungan di tabel 9, interval penggantian pencegahan yang meminimalkan downtime pada komponen Motor Hoist diperoleh dari nilai D(tp) terendah, yaitu pada hari ke-11 dengan downtime sebesar

Page | 9

0.029502. Dengan demikian, penggantian pencegahan untuk komponen Photoelectric Sensor dilakukan pada hari ke-11.

#### F. Perhitungan Reliability Sebelum dan Sesudah

Perhitungan reliabilitas **sebelum dan sesudah pelaksanaan preventive maintenance dapat dilihat pada tabel 10, 11 dan 12, dengan  $R(t)$  menunjukkan reliabilitas sebelum preventive maintenance dan  $R(t-nT)$  menunjukkan reliabilitas setelah preventive maintenance.** Hasil perhitungan reliabilitas untuk komponen Contactor, Photoelectric Sensor, dan Motor Hoist, baik sebelum maupun sesudah penggantian pencegahan masing-masing komponen, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10. Reliability Komponen Contacor

| t | $R(t)$   | n | T | t-nT | $R(t-nT)$ | $R(t-nT) - R(t)$ |
|---|----------|---|---|------|-----------|------------------|
| 1 | 0.956558 | 0 | 0 | 1    | 0.956558  | 0%               |
| 2 | 0.915004 | 0 | 0 | 2    | 0.915004  | 0%               |
| 3 | 0.875255 | 0 | 0 | 3    | 0.875255  | 0%               |
| 4 | 0.837232 | 0 | 0 | 4    | 0.837232  | 0%               |
| 5 | 0.800862 | 0 | 0 | 5    | 0.800862  | 0%               |
| 6 | 0.766071 | 0 | 0 | 6    | 0.766071  | 0%               |

|           |                 |            |           |                  |            |
|-----------|-----------------|------------|-----------|------------------|------------|
| <u>7</u>  | <u>0.732792</u> | <u>0 0</u> | <u>7</u>  | <u>0.732792</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>8</u>  | <u>0.700958</u> | <u>0 0</u> | <u>8</u>  | <u>0.700958</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>9</u>  | <u>0.670508</u> | <u>0 0</u> | <u>9</u>  | <u>0.670508</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>10</u> | <u>0.641380</u> | <u>0 0</u> | <u>10</u> | <u>0.641380</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>11</u> | <u>0.613517</u> | <u>1</u>   | <u>11</u> | <u>0.1000000</u> | <u>39%</u> |
| 12        | 0.586880        | 1 11       | 1         | 0.956561         | 37%        |
| 13        | 0.561386        | 1 11       | 2         | 0.915008         | 35%        |
| 14        | 0.537000        | 1 11       | 3         | 0.875261         | 34%        |
| 15        | 0.513673        | 1 11       | 4         | 0.837240         | 32%        |
| 16        | 0.491359        | 1 11       | 5         | 0.800870         | 31%        |
| 17        | 0.470015        | 1 11       | 6         | 0.766081         | 30%        |
| 18        | 0.449598        | 1 11       | 7         | 0.732803         | 28%        |
| 19        | 0.430067        | 1 11       | 8         | 0.700970         | 27%        |
| 20        | 0.411385        | 1 11       | 9         | 0.670520         | 26%        |
| 21        | 0.393515        | 1 11       | 10        | 0.641393         | 25%        |
| 22        | 0.376421        | 2 11       | 0         | 1.000000         | 62%        |

Berdasarkan tabel 10, nilai keandalan komponen pada Contactor sebelum dilakukan penggantian pencegahan dengan metode age replacement adalah sebesar 61,35%. Namun, setelah penerapan penggantian pencegahan, nilai keandalan komponen pada alat berat overhead crane meningkat hingga mencapai 100%, yang merupakan peningkatan sebesar 39% dari nilai awal.

Tabel 11. Reliability Komponen Photoelectric Sensor

| <u>t</u> | <u>R(t)</u>     | <u>n</u>   | <u>T</u> | <u>t-nT</u>     | <u>R(t-nT)</u> | <u>R(t-nT) - R(t)</u> |
|----------|-----------------|------------|----------|-----------------|----------------|-----------------------|
| <u>1</u> | <u>0.953990</u> | <u>0 0</u> | <u>1</u> | <u>0.953990</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>2</u> | <u>0.910097</u> | <u>0 0</u> | <u>2</u> | <u>0.910097</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>3</u> | <u>0.868223</u> | <u>0 0</u> | <u>3</u> | <u>0.868223</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>4</u> | <u>0.828276</u> | <u>0 0</u> | <u>4</u> | <u>0.828276</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>5</u> | <u>0.790167</u> | <u>0 0</u> | <u>5</u> | <u>0.790167</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>6</u> | <u>0.753811</u> | <u>0 0</u> | <u>6</u> | <u>0.753811</u> | <u>0%</u>      |                       |
| <u>7</u> | <u>0.719128</u> | <u>0 0</u> | <u>7</u> | <u>0.719128</u> | <u>0%</u>      |                       |

10 | Page

|           |                 |            |           |                  |            |
|-----------|-----------------|------------|-----------|------------------|------------|
| <u>8</u>  | <u>0.686041</u> | <u>0 0</u> | <u>8</u>  | <u>0.686041</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>9</u>  | <u>0.654476</u> | <u>0 0</u> | <u>9</u>  | <u>0.654476</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>10</u> | <u>0.624364</u> | <u>0 0</u> | <u>10</u> | <u>0.624364</u>  | <u>0%</u>  |
| <u>11</u> | <u>0.595637</u> | <u>1</u>   | <u>11</u> | <u>0.1000000</u> | <u>40%</u> |
| 12        | 0.568231        | 1 11       | 1         | 0.953990         | 39%        |
| 13        | 0.542087        | 1 11       | 2         | 0.910097         | 37%        |
| 14        | 0.517146        | 1 11       | 3         | 0.868223         | 35%        |
| 15        | 0.493352        | 1 11       | 4         | 0.828276         | 33%        |
| 16        | 0.470652        | 1 11       | 5         | 0.790167         | 32%        |
| 17        | 0.448998        | 1 11       | 6         | 0.753811         | 30%        |
| 18        | 0.428339        | 1 11       | 7         | 0.719128         | 29%        |
| 19        | 0.408631        | 1 11       | 8         | 0.686041         | 28%        |
| 20        | 0.389830        | 1 11       | 9         | 0.654476         | 26%        |
| 21        | 0.371894        | 1 11       | 10        | 0.624364         | 25%        |
| 22        | 0.354783        | 2 11       | 0         | 1.000000         | 65%        |

Berdasarkan tabel 11, nilai keandalan komponen pada Photoelectric Sensor sebelum dilakukan penggantian pencegahan dengan metode age replacement adalah sebesar 59,56%. Namun, setelah penerapan penggantian pencegahan, nilai keandalan komponen pada alat berat overhead crane meningkat hingga mencapai 100%, yang merupakan peningkatan sebesar 40% dari nilai awal.

Tabel 12. Reliability Komponen Motor Hoist

| <u>t</u>  | <u>R(t)</u>     | <u>n</u> | <u>T</u>  | <u>t-nT</u> | <u>R(t-nT)</u>  | <u>R(t-nT) - R(t)</u> | <u>1</u> | <u>0.850896</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>1</u> | <u>0.850896</u> | <u>0%</u> |
|-----------|-----------------|----------|-----------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|-----------------|-----------|
| <u>2</u>  | <u>0.724024</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>2</u>    | <u>0.724024</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>3</u>  | <u>0.616070</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>3</u>    | <u>0.616070</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>4</u>  | <u>0.524211</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>4</u>    | <u>0.524211</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>5</u>  | <u>0.446049</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>5</u>    | <u>0.446049</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>6</u>  | <u>0.379542</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>6</u>    | <u>0.379542</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>7</u>  | <u>0.322951</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>7</u>    | <u>0.322951</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>8</u>  | <u>0.274797</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>8</u>    | <u>0.274797</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>9</u>  | <u>0.233824</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>9</u>    | <u>0.233824</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>10</u> | <u>0.198960</u> | <u>0</u> | <u>0</u>  | <u>10</u>   | <u>0.198960</u> | <u>0%</u>             |          |                 |          |          |          |                 |           |
| <u>11</u> | <u>0.169294</u> | <u>1</u> | <u>11</u> | <u>0</u>    | <u>1.000000</u> | <u>83%</u>            |          |                 |          |          |          |                 |           |
| 12        | 0.144052        | 1        | 11        | 1           | 0.850896        | 71%                   |          |                 |          |          |          |                 |           |
| 13        | 0.122573        | 1        | 11        | 2           | 0.724024        | 60%                   |          |                 |          |          |          |                 |           |
| 14        | 0.104297        | 1        | 11        | 3           | 0.616070        | 51%                   |          |                 |          |          |          |                 |           |
| 15        | 0.088746        | 1        | 11        | 4           | 0.524211        | 44%                   |          |                 |          |          |          |                 |           |
| 16        | 0.075514        | 1        | 11        | 5           | 0.446049        | 37%                   |          |                 |          |          |          |                 |           |

17 0.064254 1 11 6 0.379542 32%  
 18 0.054674 1 11 7 0.322951 27%  
 19 0.046522 1 11 8 0.274797 23%  
 20 0.039585 1 11 9 0.233824 19%  
 21 0.033683 1 11 10 0.198960 17%  
 22 0.028661 2 11 0 1.000000 97%

Berdasarkan tabel 12, nilai keandalan komponen pada Motor Hoist sebelum dilakukan penggantian pencegahan dengan metode age replacement adalah sebesar 16,92%. Namun, setelah penerapan penggantian

Page | 11

pencegahan, nilai keandalan komponen pada alat berat overhead crane meningkat hingga mencapai 100%, yang merupakan peningkatan sebesar 83% dari nilai awal.

#### G. Perhitungan Availability

Tahap terakhir adalah menghitung nilai availability. nilai availability total didapatkan dari perkalian availability penggantian pencegahan dan availability pemeriksaan. **Berdasarkan hasil perhitungan interval waktu dapat diketahui tingkat ketersediaan (availability) dari komponen kritis** tiap komponen. Hasil perhitungan nilai availability total dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 13. Perhitungan Availability Total

Komponen

Availability apabila dilakukan

penggantian pencegahan

availability apabila

dilakukan pemeriksaan

availability

total

Contactor 0.376421 0.9765625 0.367598633

Photoelectric Sensor 0.354783 0.9765625 0.346467773

Motor hoist 0.028661 0.7729659 0.022153976

Availability total mencerminkan tingkat ketersediaan akhir suatu sistem atau perangkat setelah dilakukan perbaikan atau treatment, dengan mempertimbangkan baik kondisi awal maupun efektivitas tindakan perbaikan yang diterapkan. Nilai ini menunjukkan sejauh mana perbaikan mampu meningkatkan kinerja sistem, namun tetap dipengaruhi oleh faktor lain seperti operasional, pemeliharaan, serta kondisi lingkungan yang mungkin belum sepenuhnya diperhitungkan dalam treatment tersebut. Dengan demikian, availability total memberikan gambaran yang lebih realistis mengenai keandalan sistem secara keseluruhan setelah mengalami proses perbaikan.

#### H. Analisa Data

Nilai availability total yang dihitung dari perkalian antara availability dalam kondisi eksisting dan kondisi treatment menggambarkan sejauh mana tingkat ketersediaan suatu sistem atau perangkat setelah adanya perbaikan atau penanganan dibandingkan dengan kondisi awal. Dari tabel 13 diatas Availability eksisting = 0.3764, yang berarti dalam kondisi eksisting, sistem atau perangkat tersebut tersedia atau berfungsi sebesar 37.64% dari waktu yang seharusnya. Availability treatment = 0.9756, yang menunjukkan bahwa setelah dilakukan perbaikan atau treatment, tingkat ketersediaan sistem meningkat menjadi 97.56% dari waktu yang seharusnya. Ketika nilai availability total dihitung dengan mengalikan keduanya. Availability Total =  $0.3764 \times 0.9756 = 0.3672$ , atau 36.72%. Makna dari availability total nilai ini mengindikasikan bahwa, meskipun dilakukan perbaikan (treatment), ada faktor lain yang mempengaruhi sistem, sehingga secara keseluruhan, ketersediaan sistem masih 36.72%. Dengan kata lain, availability total menggambarkan hasil akhir yang lebih realistis, yang mempertimbangkan kedua kondisi (eksisting dan treatment). Hal ini bisa terjadi karena ada aspek-aspek lain selain treatment yang mempengaruhi ketersediaan sistem secara keseluruhan, seperti faktor operasional, pemeliharaan, atau kondisi lingkungan lainnya yang belum diperhitungkan dalam treatment tersebut.

#### VII. SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini terdapat tiga komponen kritis pada alat berat Overhead crane yang diidentifikasi melalui analisis diagram Pareto, yaitu Contactor, Photoelectric Sensor, dan Motor Hoist. Perhitungan interval pemeliharaan menunjukkan bahwa nilai MTTR (Mean Time to Repair) masing-masing komponen adalah 3.65667 jam untuk Contactor, 4.15333 jam untuk Photoelectric Sensor, dan 1.1546 jam hari untuk Motor Hoist.

Hasil analisis dengan metode RCM II mengungkapkan bahwa berbagai jenis kerusakan pada setiap komponen memerlukan tindakan perawatan dan penggantian. Untuk Contactor, kerusakan seperti kumparan terbakar, kegagalan mengalirkan atau memutus listrik, kabel longgar, kontak yang macet, serta kontak yang aus memerlukan inspeksi, pemulihan, atau penggantian agar alat tetap berfungsi dengan baik. Pada Motor Hoist, masalah seperti getaran kasar pada bearing, ketidakstabilan poros penggerak, getaran pada roda gigi, serta kumparan yang terbakar membutuhkan perawatan dan penggantian untuk menjaga performa. Sementara itu, kerusakan pada Photoelectric Sensor, seperti sensor yang kotor, pembacaan data tidak akurat akibat akumulasi cairan atau minyak, modul penerima yang rusak, gangguan sinyal karena koneksi kabel yang tidak stabil, serta pergeseran posisi sensor, perlu diatasi dengan perbaikan atau penggantian untuk memastikan kinerjanya optimal. Sebagai rekomendasi, penerapan metode RCM dan age replacement dalam perawatan preventif menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai reliability (keandalan) komponen. Reliability komponen Contactor meningkat sebesar 39%, dari 61,35% menjadi 100%. Untuk Photoelectric Sensor, reliability naik

sebesar 40%, dari 59,56% menjadi 100%. Sementara itu, Motor Hoist menunjukkan peningkatan reliability sebesar 83%, dari 16,92% menjadi 100%. Dengan demikian, disarankan untuk menerapkan metode ini pada tiap komponen kritis dengan interval penggantian setiap 11 hari.

12 | Page

**UCAPAN TERIMA KASIH** Puji dan syukur kepada Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan artikel penelitian ini dengan baik. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Iswanto, ST., M.MT., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
2. Indah Apriliana Sari W., ST., MT., selaku Ketua **Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**

3. Indah Apriliana Sari W., ST., MT., selaku Dosen Pembimbing pada Penelitian Artikel Skripsi yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan tugas artikel skripsi.

4. Pimpinan dan Staf PT.XYZ yang telah memberikan izin dan bimbingannya dalam melakukan penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pembaca dan menjadi masukan serta motivasi untuk lembaga pendidikan serta penelitian selanjutnya.

REFERENSI