



TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN *RUBBER TYRE GANTRY* (RTG) PADA PERUSAHAAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS MENGGUNAKAN METODE FMEA**

THARISA DIVA WAHYU RAHMADANY  
NRP. 1120040089

DOSEN PEMBIMBING:  
Ir. ARIE INDARTONO, M.MT.  
Ir. MEDI PRIHANDONO, M.MT.

PROGRAM STUDI D4 MANAJEMEN BISNIS  
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL  
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA  
SURABAYA  
2025





**PPNS** POLITEKNIK  
PERKAPALAN  
NEGERI SURABAYA

**TUGAS AKHIR (BM43350)**

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN *RUBBER TYRE GANTRY* (RTG) PADA PERUSAHAAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS MENGGUNAKAN METODE FMEA**

**THARISA DIVA WAHYU RAHMADANY**  
**NRP. 1120040089**

**DOSEN PEMBIMBING:**  
**Ir. ARIE INDARTONO, M.MT.**  
**Ir. MEDI PRIHANDONO, M.MT**

**PROGRAM STUDI D4 MANAJEMEN BISNIS**  
**JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL**  
**POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**  
**SURABAYA**  
**2025**

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN RUBBER TYRE GANTRY  
(RTG) PADA PERUSAHAAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS  
MENGUNAKAN METODE FMEA**

Disusun Oleh:  
**Tharisa Diva Wahyu Rahmadany**  
**1120040089**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan  
Program Studi D4 - Manajemen Bisnis  
Jurusan Teknik Bangunan Kapal  
**POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 14 Agustus 2025  
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

**Dosen Penguji**

1. Danis Maulana, S.T., MBA
2. Fitri Hardiyanti, S.T., M.T., M.Eng.
3. Yesica Novrita Devi, S.ST., M.MT
4. Ir. Medi Prihandono, M. MT

**NIDN**

(0014108904)  
(0019049001)  
(0004118902)  
( - )

**Tanda Tangan**

(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dosen Pembimbing**

1. Ir. Arie Indartono, M.MT.
2. Ir. Medi Prihandono, M. MT.

**NIDN**

(0015016609)  
( - )

**Tanda Tangan**

(.....)  
(.....)

**Menyetujui  
Ketua Jurusan,**

**Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIP. 198103242014041001**

**Mengetahui  
Koordinator Program Studi,**

**Danis Maulana, S.T., MBA.**  
**NIP. 198910142019031015**

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***



## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT**

No. : F.WD I. 021  
Date : 3 Nopember 2015  
Rev. : 01  
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Tharisa Diva Wahyu Rahmadany

NRP. : 1120040089

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal/ Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN *RUBBER TYRE*  
*GANTRY* (RTG) PADA PERUSAHAAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS  
MENGUNAKAN METODE FMEA**

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima **sanksi** sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 13 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



(Tharisa Diva Wahyu R.)  
NRP. 1120040089

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, ridho, dan hidayah-Nya serta kemudahan dan kelapangan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Studi Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Selama menyusun Tugas Akhir ini telah banyak hambatan yang penulis lewati dan tanpa bantuan banyak pihak tentu akan sulit untuk menyusun menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ayah, Ibu dan seluruh keluarga yang telah memberikan kasih sayang yang begitu berharga dan tak ternilai harganya serta dukungan, baik moril, materil dan spiritual selama masa-masa perjuangan dalam perkuliahan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, ST., MT. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Banguna Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).
4. Bapak Danis Maulana, S.T., MBA selaku koordinator program studi Manajemen Bisnis
5. Bapak Ir. Arie Indartono, M.MT. selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, kesabaran, dan pengertian kepada penulis.
6. Bapak Ir. Medi Prihandono, M.MT selaku pembimbing II atas kesediaan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, kesabaran, dan pengertian kepada penulis.
7. Pihak perusahaan yang telah bersedia membantu dalam proges pengerjaan penelitian serta memberikan saran dan meluangkan waktunya dalam penyusunan penelitian ini.
8. Bapak dan ibu Dosen Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah

banyak memberikan ilmunya selama masa studi.

9. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Ifan Wahyudi terimakasih telah mendengarkan keluhan penulis, memberikan dukungan, semangat, tenaga, pikiran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Putri Maharani, Yusril Ihza Mahendra telah meluangkan waktu dan tenaga dalam penulisan skripsi ini, memberikan dukungan, semangat, tenaga dalam penyelesaian Tugas Akhir.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu membantu dan memberi semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga dimungkinkan adanya kekeliruan dan kesalahan yang tidak disengaja, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna pengembangan dan penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis senantiasa berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Surabaya, 14 Agustus 2025

Tharisa Diva Wahyu R

# ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN *RUBBER TYRE GANTRY* (RTG) PADA PERUSAHAAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS MENGGUNAKAN METODE FMEA

THARISA DIVA WAHYU RAHMADANY

## ABSTRAK

Perusahaan Bongkar Muat Petikemas merupakan perusahaan jasa yang menyediakan layanan untuk bongkar muat petikemas. Penggunaan alat bongkar muat sangat penting dalam pelayanan jasa. *Rubber Tyre Gantry* (RTG) merupakan salah satu alat bongkar muat pada PT BMP. Pada PT BMP terdapat 22 alat RTG yang ditemukan kasus permasalahan yang dapat menghambat proses bongkar muat. Didalam alat RTG terdapat 12 komponen diantaranya ada *HOIST* (hstsy), *GANTRY* (gtrsyt), *TROLLEY* (trlsyt), *SPREADER* (spdsyt), *HEADBLOK* (spdhdblsyt), *TLS* (tlssyt), *ELECTRONIC CONTROL* (elccontsy), *LIGHTING* (lighsy), *CABIN OP* (cabopsyt), *AUXILIARY* (auxsvc), *POWER* (powsyt), *OB* (operation breakdown), *ACCIDENT* (ao), *ENGINE* (engsy). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kerusakan, untuk mengetahui nilai RPN dan memberikan strategi preventive maintenance. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni menggunakan RCM yang didalamnya terdapat perhitungan FMEA yang mencari hasil dari *Severity*, *Occurance*, *Detection* untuk mengetahui hasil perhitungan RPN. Hasil penelitian menunjukkan nilai RPN terendah 22.69% dari indikator risiko *corner post* dan nilai RPN tertinggi 185.63% dari indikator *dynamo stante mati*. Adapun strategi *preventive maintenance* untuk komponen *hoist* adalah potensi kegagalannya rem darurat kerekan bermasalah *preventive maintenance* yang dilakukan bersihkan actuator dari debu dan karat, untuk komponen *gantry* potensi kegagalannya gangguan inventer gantry *preventive maintenance* yang dilakukan adalah bersihkan inventer, untuk komponen *trolley* potensi kegagalannya kerusakan roda *trolley preventive* yang dilakukannya periksa roda *trolley* sesuai jadwal.

Kata Kunci : *Reability Centered Maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Preventive Maintenance*, Analisis Risiko.

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

# **MAINTENANCE ANALYSIS OF RUBBER TYRE GANTRY (RTG) AT CONTAINER LOADING AND UNLOADING COMPANY USING THE FMEA METHOD**

**THARISA DIVA WAHYU RAHMADANY**

## **ABSTRACT**

*The Container Stevedoring Company is a service provider specializing in container loading and unloading operations. The use of cargo handling equipment plays a crucial role in service delivery. The Rubber Tyre Gantry (RTG) crane is one of the key pieces of equipment at PT BMP. PT BMP operates 22 RTG units, within which several operational issues have been identified that may hinder the loading and unloading process. Each RTG consists of 12 components, namely HOIST (hstsy), GANTRY (gtrsyt), TROLLEY (trlsyt), SPREADER (spdsyt), HEADBLOCK (spdhdblkst), TLS (tlssyt), ELECTRONIC CONTROL (elccontsyt), LIGHTING (lighsyt), CABIN OP (cabopsyt), AUXILIARY (auxsvc), POWER (powsyt), OPERATION BREAKDOWN (OB), ACCIDENT (ao), and ENGINE (engsyt). The objectives of this study are to identify the factors causing equipment failures, determine the Risk Priority Number (RPN), and propose preventive maintenance strategies. The research method applied is Reliability Centered Maintenance (RCM), incorporating Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to calculate Severity, Occurrence, and Detection values in order to determine the RPN. The findings indicate that the lowest RPN value is 22.69%, corresponding to the corner post risk indicator, while the highest RPN value is 185.63%, associated with the indicator "dynamo stante mati." Preventive maintenance strategies include: for the hoist component, addressing the potential failure of a faulty emergency hoist brake by cleaning the actuator from dust and rust; for the gantry component, addressing inverter malfunctions by cleaning the inverter; and for the trolley component, addressing trolley wheel damage by inspecting the wheels according to the scheduled maintenance plan.*

**Kata Kunci :** *Reability Centered Maintenance (RCM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Preventive Maintenance, Analisis Risiko*

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## DAFTAR ISI

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                                                 | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                            | iii  |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....                                                      | v    |
| KATA PENGANTAR .....                                                               | vii  |
| ABSTRAK .....                                                                      | ix   |
| ABSTRACT .....                                                                     | xi   |
| DAFTAR ISI.....                                                                    | xiii |
| DAFTAR TABEL .....                                                                 | xv   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN.....                                                             | 1    |
| 1.1. Latar Belakang.....                                                           | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                                         | 4    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                                                       | 5    |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                                                      | 5    |
| 1.5. Batasan Masalah .....                                                         | 5    |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                                                       | 7    |
| 2.1 Landasan Teori .....                                                           | 7    |
| 2.1.1 Bongkar Muat .....                                                           | 7    |
| 2.1.2 RTG ( <i>Rubber Tyred Gantry</i> ).....                                      | 8    |
| 2.1.3 Perawatan .....                                                              | 9    |
| 2.1.4 Tujuan Pemeliharaan ( <i>Maintenance</i> ) .....                             | 10   |
| 2.1.5 RCM ( <i>Reliability Centered Maintenance</i> ).....                         | 11   |
| 2.1.6 Metode RCM ( <i>Reability Centered Maintenance</i> ).....                    | 12   |
| 2.1.7 Langkah–Langkah Metode RCM<br>( <i>Reability Centered Maintenance</i> )..... | 12   |
| 2.1.8 FMEA ( <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> ).....                        | 13   |
| 2.1.9 Matriks Risiko.....                                                          | 16   |
| 2.2 Penelitian Terdahulu .....                                                     | 18   |
| BAB 3 METODE PENELITIAN .....                                                      | 21   |
| 3.1 <i>Flowchart</i> (Diagram Alir) Penelitian .....                               | 21   |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....                                               | 22   |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3 Tahapan Penelitian.....                                                | 22        |
| 3.3.1 Langkah-Langkah Metode RCM.....                                      | 23        |
| 3.3.2 Langkah-Langkah Metode FMEA.....                                     | 24        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                     | <b>25</b> |
| 4.1 Faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG menggunakan metode FMEA..... | 25        |
| 4.2 Hasil Perhitungan Risk Priority Number (RPN) .....                     | 34        |
| 4.3 Strategi <i>Preventive Maintenance</i> .....                           | 52        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                     | <b>59</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                        | 59        |
| 5.2 Saran.....                                                             | 60        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                 | <b>61</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                      | <b>65</b> |
| <b>BIODATA PENULIS .....</b>                                               | <b>95</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. 1 Data Kerusakan Alat RTG Bulan Januari 2024 sampai Juni 2024 .....                                   | 3  |
| Tabel 1. 2 Tabel Komponene Alat RTG yang mengalami kerusakan pada Bulan<br>Januari 2024 sampai juni 2024 ..... | 4  |
| Tabel 2. 1 Peta Risiko .....                                                                                   | 17 |
| Tabel 2. 2 Rating <i>Severity</i> .....                                                                        | 15 |
| Tabel 2. 3 Rating <i>Occurance</i> .....                                                                       | 15 |
| Tabel 2. 4 Rating <i>Detection</i> .....                                                                       | 16 |
| Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu .....                                                                          | 18 |
| Tabel 4. 1 Analisis Risiko Tabel FMEA .....                                                                    | 27 |
| Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Nilai <i>Severity</i> .....                                                       | 34 |
| Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Nilai <i>Occurance</i> .....                                                      | 37 |
| Tabel 4. 4 Nilai <i>Detection</i> .....                                                                        | 40 |
| Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....                                           | 43 |
| Tabel 4. 6 Rangking 5 komponen dengan nilai RPN tertinggi .....                                                | 46 |
| Tabel 4. 7 Indikator per komponen Matriks Risiko .....                                                         | 47 |
| Tabel 4. 8 Hasil Pemetaan Risiko .....                                                                         | 50 |
| Tabel 4. 9 <i>Preventive Maintenance</i> .....                                                                 | 52 |
| Tabel 4. 10 <i>Preventive Maintenance</i> pada 5 komponen .....                                                | 56 |

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## DAFTAR GAMBAR

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... | 21 |
| Gambar 3. 2 Kerangka RCM.....            | 24 |
| Gambar 4.1 Matriks Risiko.....           | 50 |

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dunia industri ekspor dan impor kepelabuhan pasti membutuhkan alat operasional untuk menunjang kelancaran dalam pengangkutan petikemas yang dimana alat tersebut pastinya harus ada perawatan secara berkala agar tidak terjadi kerusakan. Mesin yang bekerja untuk memenuhi target produksi harus dilakukan perawatan. Ini bertujuan agar tidak terjadi kerusakan yang parah yang dapat mengakibatkan terhambatnya proses produksi. Masalah utama yang sering dihadapi adalah efektivitas mesin dan biaya. Dan juga berapa waktu yang dibutuhkan ketika melakukan perawatan mesin agar tidak terjadi penghambatan dalam melaksanakan pekerjaan.

Perusahaan Bongkar Muat Petikemas merupakan perusahaan jasa kepelabuhan yang menyediakan layanan jasa kepelabuhan untuk petikemas. PT BMP memegang peran penting dalam pendistribusian barang yang dilengkapi dengan fasilitas bongkar muat barang. Penggunaan alat angkat maupun bongkar muat memiliki peran penting dalam pelayanan jasa. Penggunaan alat ini bertujuan untuk meningkatkan kelancaran aktivitas bongkar muat barang. Kesiapan dan keandalan mesin mesinnya merupakan salah satu hal yang menunjang kegiatan pengoperasian alat.

*Rubber Tyre Gantry (RTG)* merupakan salah satu peralatan utama yang ada pada PT BMP. Dimana RTG berfungsi sebagai alat angkat (derek) untuk mengangkat dan menurunkan petikemas dari atau ke *trailer* maupun sebaliknya, yang ditempatkan di lapangan penumpukan (*container yard*). Terdapat beberapa komponen utama *Rubber Tyred Gantry* (Alat RTG) yaitu *columns, drive motors, rear dan front sill beam, power unit, trolley with hoist equipment, operator kabin, spreader*. (Akbar, M. R., & Eka, D. 2019). Akhbar, M. R., & Eka, D. 2019.

*Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah jenis *crane* yang ditempatkan di dermaga pada suatu terminal kontainer yang menangani kegiatan bongkar muat petikemas dari kapal ke dermaga atau dari dermaga ke kapal. *Rubber Tyre Gantry* tersusun dari bagian-bagian struktur, komponen mekanikal. Komponen elektrikal dan sistem pengendali. Alat RTG memiliki 4 (empat) gerakan utama, yaitu gerakan melintas sepanjang rel di dermaga disebut gerakan *gantry*, gerakan melintas sepanjang rel yang berada di girder *crane* dari sisi darat ke sisi laut atau sebaliknya untuk menjangkau petikemas disebut gerakan *trolley*, gerakan mengangkat dan menurunkan petikemas dengan peralatan tambahan *spreader* disebut gerakan *hoisting/ lowering*, gerakan menaikkan dan menurunkan girder saat *quayside container crane* akan beroperasi/ *stand by* disebut gerakan *boom*.

Pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas terdapat kurang lebih 22 alat RTG. Dalam penggunaan RTG ditemukan kasus permasalahan yang menimbulkan potensi kecelakaan kerja yang dapat menghambat aktivitas proses bongkar muat. Dalam hal ini terdapat alat RTG 49 – RTG 48 yang mempunyai permasalahan paling banyak terjadi pada alat RTG yaitu pada komponen ENGINE artinya mesin pada alat RTG, Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan analisis pemeliharaan alat RTG yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas proses operasi dan dapat menanggulangi terjadinya kerusakan pada alat RTG. Salah satu upaya pemeliharaan alat RTG yakni menggunakan metode *Reability Centered Maintenance* (RCM).

*Reability Centered Maintenance* (RCM) merupakan rangkaian proses yang digunakan untuk menentukan kegiatan apa saja yang harus dikerjakan dalam meminimalisir kegagalan peralatan untuk meningkatkan efisiensi mereduksi biaya peralatan dengan tetap mempertahankan nilai dan keandalan dari aset yang dimiliki suatu perusahaan. Berikut merupakan data dari 22 alat RTG dari RTG 38 sampai RTG 59, dengan jumlah trouble RTG yang berbeda- beda.

Tabel 1. 1 Data Kerusakan Alat RTG Bulan Januari 2024 sampai Juni 2024

| Unit         | Jumlah Kejadian Trouble |
|--------------|-------------------------|
| RTG38        | 74                      |
| RTG39        | 69                      |
| RTG40        | 76                      |
| RTG41        | 89                      |
| RTG42        | 103                     |
| RTG43        | 70                      |
| RTG44        | 67                      |
| RTG45        | 104                     |
| RTG46        | 58                      |
| RTG47        | 75                      |
| RTG48        | 105                     |
| RTG49        | 106                     |
| RTG50        | 85                      |
| RTG51        | 51                      |
| RTG52        | 46                      |
| RTG53        | 71                      |
| RTG54        | 39                      |
| RTG55        | 32                      |
| RTG56        | 74                      |
| RTG57        | 66                      |
| RTG58        | 50                      |
| RTG59        | 54                      |
| <b>Total</b> | <b>1564</b>             |

(Sumber : Perusahaan Bongkar Muat Petikemas, 2024)

Berdasarkan tabel diatas terdapat 22 RTG. Alat RTG yang paling banyak mengalami trouble yakni RTG 49. Selama bulan Januari 2024 sampai Juni 2024 RTG 49 mengalami kerusakan sebanyak 106 kerusakan. Diikuti oleh RTG selanjutnya yakni RTG 48 sebanyak 105.

Tabel 1. 2 Tabel Komponene Alat RTG yang mengalami kerusakan pada Bulan Januari 2024 sampai juni 2024

| Kode        | Komponen            |
|-------------|---------------------|
| HSTSYT      | HOIST               |
| GTRSYT      | GANTRY              |
| TRLSYT      | TROLLEY             |
| SPDSYT      | SPREADER            |
| SPDHDBLKSYT | HEADBLOK            |
| TLSSYT      | TLS                 |
| ELCCCONTSYT | ELECTRONIC CONTROL  |
| LIGHSYT     | LIGHTING            |
| CABOPSYT    | CABIN OP            |
| AUXSVC      | AUXILIARY           |
| POWSYT      | POWER               |
| OB          | OPERATION BREAKDOWN |
| AO          | ACCIDENT            |
| ENGSYT      | ENGINE              |

(Sumber : Perusahaan Bongkar Muat Petikemas, 2024)

Berdasarkan tabel 1.2 diatas terdapat 12 komponen dalam RTG, yakni komponen *HOIST* (Hstsyt), *GANTRY* (Gtrsyt), *TROLLEY* (Trlsyt), *SPREADER* (Spdsyt), *HEADBLOK* (Spdhdblkst), *TLS* (Tlssyt), *ELECTRONIC CONTROL* (Elcccontsyt), *LIGHTING* (Lighsyt), *CABIN OP* (Cabopsyt), *AUXILIARY* (Auxsvc), *POWER* (Powsyt), *OB* (Operation Breakdown), *ACCIDENT* (Ao), *ENGINE* (Engsyt).

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mengambil judul “**Analisis Pemeliharaan Dan Perawatan Alat Rubber Tyre Gantry (RTG) Pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas Menggunakan Metode FMEA**”

## 1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka perumusan masalah yang dikemukakan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG menggunakan metode FMEA ?
2. Bagaimana hasil perhitungan RPN pada faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG ?
3. Bagaimana strategi hasil *preventive maintenance* untuk fator-faktor penyebab kegagalan alat RTG yang memiliki RPN tertinggi ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan alat RTG menggunakan metode FMEA
2. Untuk mengetahui hasil perhitungan RPN pada faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG
3. Untuk mengetahui strategi hasil *preventive maintenance* pada faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG yang memiliki RPN tertinggi

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang didapat dari penelitian ini adalah, antara lain sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan  
Dapat menjadi referensi dan evaluasi terhadap perawatan dan pemeliharaan alat *Rubber Tyre Gantry* (RTG)
2. Bagi mahasiswa  
Dapat menjadi acuan sumber penelitian bagi orang lain

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah diperlukan agar pembahasan tidak meluas dan dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini terbatas pada data bulan Januari 2024 – Juni 2024
2. Objek penelitian ini dilakukan pada komponen alat RTG
3. Menggunakan metode RCM (*Reability Centered Maintenance*)
4. Menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

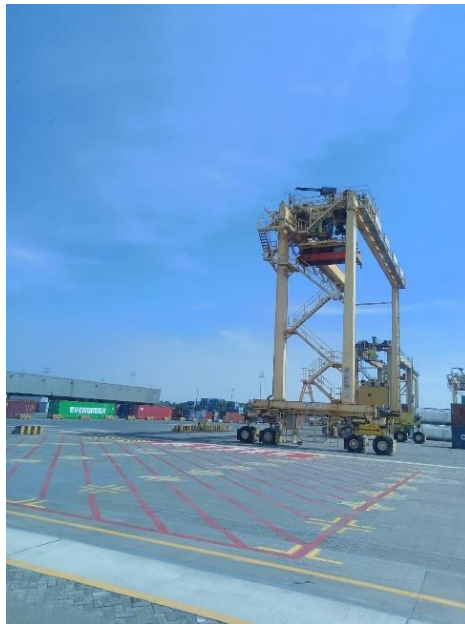
##### **2.1.1 Bongkar Muat**

Bongkar muat adalah suatu kegiatan bongkar muat barang dari kapal ke atas kapal yang meliputi kegiatan *stevedoring*, *cargodoring* dan *receiving/delivery*. Menurut Peraturan Pemerintah No. 17/1988 bongkar muat diartikan sebagai suatu kegiatan jasa yang bergerak memuat dan membongkar benda baik dari kapal ke dermaga maupun dari dermaga ke kapal (Khaldun et al., n.d. 2018)

Proses penanganan peti kemas merupakan suatu system transportasi peti kemas sejak barang tersebut ada di kapal sampai di tempat penampungan peti kemas. Proses penanganan peti kemas di luar perairan dapat menggunakan lebih dari satu jenis alat bantu. Alat-alat tersebut yakni *container-crane*, *tractor-trailer*, *straddle-carrier*, *side loader*, *rubber-tyred gantry-crane*, *top loader truck*, *forklift*, *reach stacker* dan lain-lain (Arungpadang & Hipan, 2015)

Proses penerimaan barang dengan menggunakan container petikemas memiliki keuntungan yang lebih dibandingkan dengan metode konvensional. Keuntungan tersebut diantaranya adalah proses bongkar muat yang lebih cepat. Proses bongkar muat yang cepat ini akan mengurangi biaya sandar kapal dipelabuhan. Proses bongkar muat yang cepat akan meningkatkan produktifitas sehingga pendapatan perusahaan akan naik. Proses bongkar muat memegang peranan yang penting dalam kelancaran pengiriman barang. Oleh karena itu proses bongkar muat harus dilakukan secara cepat, ekonomis dan aman. Hal ini dapat dicapai apabila didukung oleh peralatan atau permesinan bongkar muat yang memadai serta aman bagi operatornya. Prosedur kerja yang sudah dipahami juga akan mempengaruhi proses bongkar muat. Semakin baik dan jelas prosedur kerja yang ada akan mampu meningkatkan efektifitas kegiatan bongkar muat (lillah, Z. M. 2018).

### 2.1.2 RTG (*Rubber Tyred Gantry*)



Gambar 2.1 Alat Rubeer Tyre Ganty (RTG)

*Rubber Tyre Gantry (RTG)* adalah alat untuk mengangkat, membongkar dan memuat petikemas di lapangan penumpukan. RTG merupakan alat berat yang digunakan untuk bongkar muat container dan memindahkan *box container* dari *trailer* ke penampungan *container*. Bentuk RTG seperti portal atau pintu gerbang yang dapat berjalan pada jalur menggunakan bannya. Terdapat 8 ban RTG yang berjalan ke kiri dan ke kanan.

*Rubber Tyre Gantry (RTG)* Alat pengatur tumpukan petikemas yang juga digunakan untuk memindahkan tumpukan petikemas ke arah depan dan belakang. Pengambilan petikemas menggunakan alat ini antara lain mengambil petikemas pada tumpukan paling bawah dengan cara memindahkan petikemas yang ada di atasnya. Dimana RTG berfungsi sebagai alat angkat (*crane*) untuk mengangkat dan menurunkan petikemas. RTG ini hampir sama dengan alat berat *Container Crane (CC)* tetapi fungsi dan pergerakannya lebih dinamis. Untuk memindahkan petikemas dari satu tempat ke tempat yang lain, atau dari kapal (*sea side*) ke darat (*land side*) dibutuhkan sebuah mesin pengangkat yang memiliki

mobilitas yang baik dan aman. Salah satu mesin pengangkat yang memiliki mobilitas yang baik dan banyak digunakan pada pelabuhan adalah *Rubber Tyre Gantry* (RTG). Sebuah gantry crane memiliki tiga gerakan utama dalam mengangkut dan memindahkan barang, yaitu *hoist*, *trolly*, dan *gantry*. *Hoist* merupakan gerakan menaik/menurunkan suatu barang. *Trolly* merupakan gerakan memindahkan barang dari kiri ke kanan atau sebaliknya dan *gantry* merupakan roda karet agar RTG dapat bergerak leluasa maju, mundur, kiri ataupun kanan.

### 2.1.3 Perawatan

Pemeliharaan (*Maintenance*) mengacu pada status penggunaan mesin dan bebas kerusakan. Pemeliharaan dapat mengurangi waktu henti yang disebabkan oleh kerusakan atau perbaikan. Perawatan dapat memastikan fungsionalitas unit saat beroperasi. (Mulia, 2017). Perawatan berteknologi tinggi dan fasilitas industri sedang digunakan, dan sebagai hasilnya, tugas pemeliharaan menjadi semakin diperlukan, yang menunjukkan kerugian perusahaan (Irwansyah & Khairunisya, n.d. 2018). Pemeliharaan (*Maintenance*) adalah suatu aktivitas yang bertujuan untuk memelihara dan menjaga fasilitas atau peralatan pabrik, mengadakan perbaikan dan penggantian yang diperlukan supaya kegiatan operasi produksi dapat memuaskan sesuai dengan apa yang telah direncanakan (Dini Mentari, 2017).

Pemeliharaan atau perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dan sesuai direncanakan dan adanya analisis faktor-faktor kegagalan dalam analisis produksi (Banjarnahor, 2021). Kategori pemeliharaan terdiri dari 2 dasar yaitu: *emergency maintenance* adalah pemeliharaan yang harus dilakukan segera, dan *preventive maintenance* adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan jadwal yang telah direncanakan. (Purnamasari, 2015).

#### 2.1.4 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Menurut Yamit (2005) tujuan utama dari kegiatan pemeliharaan adalah sebagai berikut :

1. Memungkinkan tercapainya kualitas produk melalui pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimumkan umur ekonomis peralatan.
3. Meminimumkan frekuensi kerusakan atau gangguan terhadap proses operasi.
4. Memaksimumkan kapasitas produksi peralatan yang ada.
5. Menjaga keamanan peralatan.

Sedangkan menurut Assauri (2004) tujuan utama dari pemeliharaan adalah sebagai berikut :

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik-baik mungkin dengan total biaya yang terendah.

### 2.1.5 RCM (*Reliability Centered Maintenance*)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebuah metode untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan dan RCM berfungsi untuk mengatasi penyebab dominan dari kegagalan dan analisis pengambilan keputusan dan maintenance yang berfokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi (Rasyid & Aprilia, 2020). Model *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat menganalisis factor kegagalan dan fungsi yang digunakan dalam suatu perusahaan (Sajaradi & Sinulingga, 2019). Analisis dengan model. Hal ini berdampak buruk kedepannya. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan dengan menerapkan sebuah model yang dapat menganalisis setiap kerusakan dan model tersebut dapat menekan biaya perawatan sehingga semua kinerja perusahaan akan meningkat secara optimal (Kusuma et.al., 2021). Bagian penting dari keberhasilan perusahaan didukung oleh upaya pemeliharaan. Mayoritas perusahaan mesin melakukan dua pemeriksaan pemeliharaan berkala setiap tahun. Adanya kirna dari perbaikan mesin sangat berpengaruh pada maintenance produktivitas perusahaan (Irwansyah, et.al.,2020). Adanya analisis dalam perancangan kebijakan perawatan mesin dilakukan secara berkala untuk melihat setiap detail mesin dalam kerusakan. Kemudian adanya analisis Metode *Reability and Risk Centered Maintenance* dapat meminimalkan resiko terjadinya kerusakan (Mahendra & Alhilman, 2021). Jurnal Sistem Informasi ISSN Analisa kegiatan model realibility centeres maintenance (RCM) dalam maintenance mesin vertical sterilizer. Universitas Malikussaleh Lhokseumawe.

Dari sudut pandang teknis, ada dua unsur dalam manajemen asset fisik yaitu asset tersebut harus dipelihara dan pada waktu tertentu mungkin perlu modifikasi. Setiap asset fisik digunakan karena seseorang ingin asset tersebut melakukan sesuatu. (Asisco,

2012) Dengan kata lain mereka mengharapkan asset tersebut memenuhi suatu fungsi, sehingga bila dihubungkan ketika kita memelihara sebuah asset keadaan kita ingin pertahankan adalah suatu yang membuat asset tersebut terus melakukan apa yang pengguna ingin lakukan. (Kuntadi, 2013) Sesuai definisi *Maintenance* yaitu memastikan setiap asset fisik terus melakukan apa yang pengguna ingin lakukan apa yang diinginkan pengguna tergantung dimana dan bagaimana asset tersebut digunakan dalam kontek operasionalnya. (Pamungkas. 2016) Hal tersebut mengarah pada definisi (Kurniawan, 2014).

#### **2.1.6 Metode RCM (*Reability Centered Maintenance*)**

Tujuan metode RCM diantaranya adalah

1. untuk menentukan program pemeliharaan yang optimal dengan menurunkan risiko dan dampak yang ditimbulkan untuk kegagalan.
2. untuk upaya pemeliharaan yang optimal dengan cara memuaskan perhatian pada fungsi kritis peralatan dalam sistem dan menghindari upaya tindakan pemeliharaan yang tidak perlu atau tidak lagi efektif.
3. meningkatkan tugas pemeliharaan yang mengacu pada riwayat kegagalan atau perbaikan.

#### **2.1.7 Langkah–Langkah Metode RCM (*Reability Centered Maintenance*)**

1. pemeliharaan sistem dan pengumpulan informasi pada tahapan tersebut akan dilakukan pemilihan terhadap sistem yang ada agar sistem yang ditinjau tidak terlalu luas.
2. penjelasan sistem dimaksudkan untuk menjaga overlap antara satu dengan lainnya.
3. Sistem penjelasan dan fungsi diagram blok. Sistem penelitian diuraikan secara rinci kemudian dijelaskan dalam blok diagram fungsi Pada tahap ini juga akan dikembangkan struktur rincian kerja sistem dari suatu sistem penelitian.

4. Analisis FMEA. Tahap awal penyusunan analisis FMEA hanya melengkapi peralatan matriks dan kegagalan fungsi. Matriks ini dibuat dengan menggabungkan daftar SWBS dengan informasi kegagalan fungsi. Dalam FMEA akan dilakukan perhitungan nilai nomor prioritas risiko (RPN) berdasarkan nilai keparahan, kejadian, dan deteksi.

#### 2.1.8 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut (Keskin, Gursoy, Ma, dan Nussinov, 2008). FMEA adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas. Ini adalah metode yang mengevaluasi kemungkinan kegagalan dalam proses, desain, sistem atau layanan. Menurut *The International Marine Contractor Association* (IMCA, 2002) metode FMEA digunakan untuk pemberian bobot atas peluang terjadinya kegagalan dalam sistem, proses, serta produk maupun servis untuk menentukan tingkat keseriusan efek yang ditimbulkan. Manfaat FMEA adalah *Pertama*. Hemat biaya, Karena sistematis maka penyelesaian tertuju pada potensial *cause* / penyebab yang potensial sebuah kegagalan. Kedua hemat waktu, karena lebih tepat pada sasaran.

Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai *Filure modes and effect analysis*, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi *failure modes and effect analysis* (FMEA) adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan.

Terdapat langkah dasar dalam proses *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu sebagai berikut (Aisyah, 2017)

- a) Tinjauan proses
- b) *Brainstroming* risiko potensial
- c) Membuat daftar risiko, penyebab dan efek

- d) Menentukan tingkat *severity*, yaitu suatu penilaian tingkat keparahan dari keseriusan efek yang ditimbulkan dari mode
- e) kegagalan (*failure mode*) menghitung seberapa besar dampak/ intensitas kejadian mempengaruhi proses selanjutnya.
- f) Menentukan tingkat *occurance*, yaitu suatu penilaian mengenai peluang (*probabilitas*) frekuensi penyebab mekanisme kegagalan yang akan terjadi, sehingga dapat menghasilkan bentuk atau mode kegagalan yang memberikan akibat selama masa pengguna produk.
- g) Menentukan tingkat *detection*, yaitu pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.
- h) Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) yaitu hasil perkalian *Severity* (*s*), *ocurance* (*o*), dan *Detection* (*d*):  
Rumus Nilai Saverity, nilai  
*Ocurance*, nilai *Detection* :  $RPN = (S) \times (O) \times (D)$

a. Untuk nilai severity

$$S = \frac{Sefek1+Sefek2+Sefek3+...Sefek}{4} \quad (2.1)$$

b. Untuk nilai *Occurance* :

$$O = \frac{Sefek1+Sefek2+Sefek3+...Sefek}{4} \quad (2.2)$$

c. Untuk nilai *Detection* :

$$D = \frac{Sefek1+Sefek2+Sefek3+...Sefek}{4} \quad (2.3)$$

Berikut adalah menentukan nilai tingkat *severity*, tingkat *occurance*, tingkat *detection*, tingkat RPN (*Risk Priority Number*) :

#### 1) Nilai (*Severity*)

Nilai *Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa risiko yaitu menghitung seberapa besar

dampak dan intensitas kejadian akan mempengaruhi hasil suatu sistem tertentu. (Gaspers, 2002).

Tabel 2. 1 Rating *Severity*

| Ranking | Kriteria                                                                                                        |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Negible severity/ tidak berdampak pada kinerja sistem                                                           |
| 2       | Mild severity/ Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan                                                    |
| 3       |                                                                                                                 |
| 4       | Moderate severity/ Terdapat dampak penurunan fungsi sistem, namun masih dalam batas toleransi.                  |
| 5       |                                                                                                                 |
| 6       |                                                                                                                 |
| 7       | High severity/ kerusakan komponen diluar toleransi dan memerlukan biaya perbaikan yang tinggi.                  |
| 8       |                                                                                                                 |
| 9       | Potential safety problems/ Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan pengaruh terhadap keselamatan pengguna. |
| 10      |                                                                                                                 |

(Sumber : Adaptasi dari Gasperz, 2002)

## 2) Nilai (*Occurance*)

Nilai *Occurance* adalah nilai keseringan suatu masalah yang terjadi karena *potential cause*. Nilai yang menjabarkan *occurance* dapat dilihat pada tabel *occurance* dibawah ini.

Tabel 2. 2 Rating *Occurance*

| Degree     | Berdasarkan Pada Frekuensi Kejadian | Rating |
|------------|-------------------------------------|--------|
| Remote     | 0,01 per 8760 Jam                   | 1      |
| Low        | 0,1 per 8760 Jam                    | 2      |
|            | 0,5 per 8760 Jam                    | 3      |
| Moderate   | 1 per 8760 Jam                      | 4      |
|            | 2 per 8760 Jam                      | 5      |
|            | 5 per 8760 Jam                      | 6      |
| Hight      | 10 per 8760 Jam                     | 7      |
|            | 20 per 8760 Jam                     | 8      |
| Very Hight | 50 per 8760 Jam                     | 9      |
|            | 100 per 8760 Jam                    | 10     |

(Sumber : Adaptasi dari Gasperz, 2002)

## 3) Nilai deteksi (*Detection*)

Detection adalah alat kontrol yang digunakan untuk mendeteksi *potential cause*. Identifikasi metode-metode yang diterapkan untuk mencegah atau mendeteksi penyebab dari mode kegagalan.

Tabel 2. 3 Rating *Detection*

| Rating | Kriteria                                                                                                       | Berdasarkan Pada Frekuensi Kejadian |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1      | Metode pencegahan rendahnya efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul                        | 0,01 per 8760 Jam                   |
| 2      | Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah                                                                     | 0,1 per 8760 Jam                    |
| 3      |                                                                                                                | 0,5 per 8760 Jam                    |
| 4      | Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab ini terjadi.     | 1 per 8760 Jam                      |
| 5      |                                                                                                                | 2 per 8760 Jam                      |
| 6      |                                                                                                                | 5 per 8760 Jam                      |
| 7      | Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali   | 10 per 8760 Jam                     |
| 8      |                                                                                                                | 20 per 8760 Jam                     |
| 9      | Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali. | 50 per 8760 Jam                     |
| 10     |                                                                                                                | 100 per 8769 Jam                    |

(Sumber : Adaptasi dari Gasperz, 2002) *Risk Priority Number* (RPN)

*Risk Priority Number* (RPN) adalah untuk menganalisis ranking berdasarkan kegagalan suatu komponen untuk mempertimbangkan tindakan mengurangi kekritisan dan membuat proses lebih baik (Revitasari dkk, 2015). Rumus RPN sebagai berikut :

$$RPN = Severity (S) \times Occurance (O) \times Detection (D)$$

Berdasarkan risiko yang telah terdaftar dan diketahui nilai RPN masing-masing, maka dapat ditentukan nilai risiko kritis. Risiko tersebut yang akan dianalisis lebih lanjut sebagai langkah awal dari tindakan penanganan risiko untuk mempertahankan kinerja mesin/peralatan. (Sukanta).

### 2.1.9 Matriks Risiko

Menurut kumar dan devi (2018), untuk membuat matriks dapat digunakan dua klasifikasi utama yaitu Occurance kemungkinan terjadi, Severity dampak dari risiko tersebut.

Tabel 2. 4 Peta Risiko

| OCCURANCE |                |               |     |               |     |               |
|-----------|----------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|
| SEVERITY  | Matriks Resiko |               |     |               |     |               |
|           |                | 1             | 2 3 | 4 5 6         | 7 8 | 9 10          |
|           | 10<br>9        |               |     |               |     | <b>Tinggi</b> |
|           | 8<br>7         |               |     |               |     |               |
|           | 6<br>5<br>4    |               |     | <b>Medium</b> |     |               |
|           | 3<br>2         | <b>Rendah</b> |     |               |     |               |
|           | 1              |               |     |               |     |               |

Berdasarkan tabel 2.1 terdapat beberapa strategi penanganan risiko yang dapat diterapkan pada masing-masing wilayah sebagai berikut :

1. Warna hijau, memiliki arti risiko rendah. Kondisi ini perusahaan dapat menerapkan pengelolaan risiko yang fleksibel dalam jangka panjang.
2. Warna kuning, memiliki arti risiko medium atau kadang-kadang terjadi. Risiko ini dapat dilakukan pemantauan secara berkala.
3. Warna merah, memiliki risiko tinggi untuk risiko ini harus segera melakukan penanganan secara cepat.

Menurut Fisk (1997) dalam jurnal (Lalombang, 2011) risiko merupakan variasi dalam hal-hal yang mungkin terjadi secara alami didalam suatu situasi. (Fadun, 2013) mengatakan bahwa risiko umumnya terkait dengan ketidakpastian, sebagai peristiwa mungkin atau tidak terjadi. Risiko biasanya dikatakan memperhambat pencapaian tujuan (park & kim, 2011).

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

| No | Nama                                            | Judul Penelitian                                                                                                             | Jenis Penelitian | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pembeda Perbedaan penelitian saya                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Rahmatulloh1 ,<br>Suharto1 , Riana<br>Septiani1 | Analisis reability<br>centered maintenance<br>(RCM) pada alat<br>bongkar muat rubber<br>trye gatry crane<br>(RTGC) di PT XXX | kuantitatif      | 1. Nilai MTTF 482, Nilai MTTR 0,3<br>2. Nilai Komponen kritis bagian Gantry<br>bagian pinlock<br>3. Interval waktu pinlock sebesar<br>548,780 jam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1. Penelitian saya tidak menggunakan<br>Mean Time To Failure dan Mean<br>Time To Repaire.<br>2. Penelitian saya tidak menghitung<br>interval waktu                                                                     |
| 2. | Chastita Hutami<br>Kuswardhani, 2022            | Analysis Tingkat<br>Kerusakan Rubber<br>Tyred Gantry (Alat<br>RTG) di Terminal<br>Miral Surabaya                             | Kuantitatif      | 1. Dapat dilihat bahwa kesepuluh elemen<br>alat <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG)<br>mempunyai nilai RPN tertinggi pada<br>alat sperpart gantry ( <i>wheel turning<br/>motors</i> ) dalam melakukan aktifitasnya<br>sebagai pengangkutan petikemas,<br>dilihat dari fungsinya yang sangat<br>penting pada operasionalnya di PT.<br>Terminal Mirah Surabaya dan alat-alat<br>lainnya mempunyai nilai resiko yang<br>sangat tinggi meskipun dibawah nilai<br>RPN pada alat <i>sperpart gantry wheel<br/>turning motors</i><br>2. Pada metode FMEA didapatkan<br>tingkat kerusakan RTG 3 pada total<br>RPN tertinngi 4718. Pada analisa yang<br>dilakukan total <i>Preventive<br/>maintenance Hours Rubber Tyred<br/>Gantry</i> (RTG) diperlukan pada<br>kegiatan pemeliharaan alat RTG 3<br>mencapai 6,383 dan waktu terendah | 1. penelitian saya tidak meneliti<br>hubungan antara jam perbaikan dan<br>tingkat operasional alat RTG<br>2. penelitian saya tidak menghitung<br><i>Avaibility</i><br>3. penelitian saya tidak menghitung laba<br>rugi |

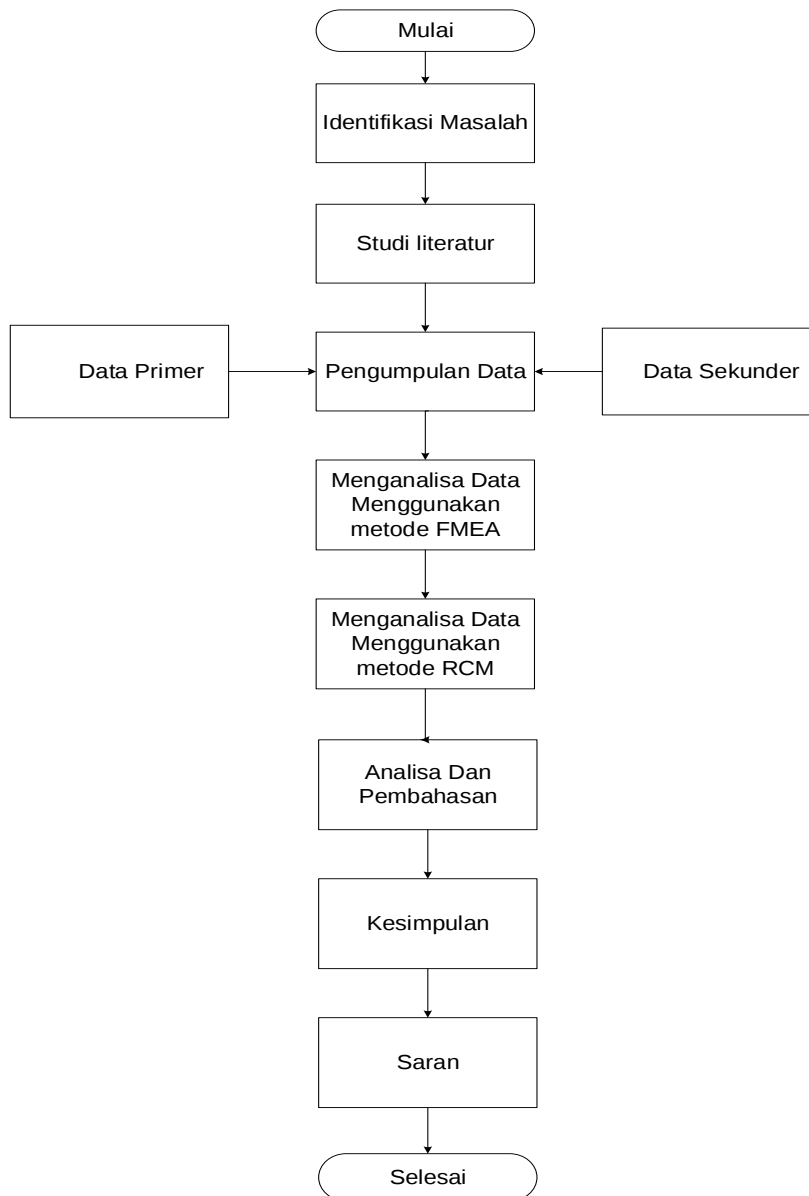
| No | Nama Penelitian                                            | Judul Penelitian                                                                                                        | Jenis Penelitian | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Pembeda Perbedaan Penelitian Saya                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                            |                                                                                                                         |                  | <p>3. pada RTG 1 menacapai 2.00. setelah itu melalui pemeliharaan prediktif dalam bentuk <i>equipment &amp; technology matrix</i> pada alat RTG dengan penyesuaian jadwal pemeliharaannya, maka diperoleh tingkat efesiensi pada biaya maintenance dan menekan <i>breakdown</i> pada alat RTG. Komponen yang sering rusak dapat menyebabkan sistem <i>engine</i>, <i>alternator</i> dan <i>spreader</i>.</p> <p>4. Pada analisis ekonomi menunjukan nilai laba rugi diatas pada PT. Terminal Mirah Surabaya dengan mendapatkan profit Rp 125.204.200.00.</p> |                                                                                                                                                                                            |
| 3. | Anugerah I, Pasu. Tahun 2019                               | Analisis biaya perawatan Gantry Crane di Terminal Petikemas Makasar                                                     | Kuantitatif      | Dari hasil analisis didapatkan biaya perawatan untuk klasifikasi A seharga Rp 6.263.767, klasifikasi B seharga Rp 11.828.297 dan klasifikasi C seharga Rp 23.470.093                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>1. penelitian saya tidak menggunakan metode <i>repair maintenance policy</i> dan <i>preventive maintenance policy</i>.</p> <p>2. Penelitian saya tidak menghitung jumlah breakdown.</p> |
| 4. | Ilham Pramudya Raharja, Ida Bagus Suardika, Heksa Galuh W. | Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode RCM (Reability Centered Maintenance) di CV Jaya Perkasa Teknik | Kuantitatif      | Dari hasil analisis metode RCM ditentukan pemilihan tindakan perawatan terhadap komponen kritis mesin bubut, yaitu komponen <i>Electical System</i> , <i>V-belt</i> , <i>Gear</i> dan <i>Bearing</i> dengan tindakan perawatan TD ( <i>Time Direct</i> ). Interval waktu pergantian optimum komponen <i>V-Belt</i> 23 hari, <i>lectrical System</i> sebesar 29 hari, <i>Bearing</i> 28 hari dan <i>Gear</i> 31 hari.                                                                                                                                         | <p>1. Penelitian saya tidak menentukan total minimum down time</p>                                                                                                                         |

| No | Nama Penelitian                                             | Judul Penelitian                                                                                                 | Jenis Penelitian | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pembeda Perbedaan Penelitian Saya                                                                                                            |
|----|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Ari Setiawan, Y.M.<br>Kinley Aritonang,<br>Cecilia Iskandar | Penerapan Metode Reability Centred Maintenance (RCM) untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain | Kualitatif       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mesin kritis pada bagian <i>Dyeing</i> dan <i>Finishing</i> PT IS adalah mesin <i>Stenter Finish</i> dengan permasalahan pada mesin <i>Stenter Finish</i> PT IS seringkali disebabkan karena jadwal perawatan yang kurang tepat.</li> <li>2. Penyebab downtime mesin (komponen-komponen kritis pada mesin) yaitu motor listrik penggerak rantai yang disebabkan umur motor listrik.</li> <li>3. Dari hasil analisa terhadap permasalahan downtime machine ini disarankan agar perusahaan menerapkan condition based maintenance pada motor listrik rantai mesin dan menyiapkan cadangan motor listrik. Dalam melaksanakan perawatan mesin stenter finish disusun checklist perawatan mesin.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objek penelitian saya menggunakan alat RTG</li> <li>2. Lokasi penelitian saya di PT BMP</li> </ol> |

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Flowchart (Diagram Alir) Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan Diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan Bongkar Muat Petikemas yang terletak di Perak, Surabaya.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Pada gambar 3.1., adapun tahapan penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti sebagai berikut :

#### 1. Mulai

Pada tahap ini dilakukan pengamatan pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas pada Departemen Peralatan Terminal pada divisi RTG. Pengamatan dilakukan untuk mendapat data secara rinci mengenai potensi risiko.

#### 2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini menjelaskan masalah yang terjadi pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas. Mengunjungi tempat penelitian untuk dilakukannya wawancara.

#### 3. Studi Literatur

Mencari landasan teori dan mengkaji data dari berbagai jurnal penelitian, skripsi penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.

#### 4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu pengumpulan data primer dan sekunder. Untuk data primer, diperoleh dari wawancara dan kuisioner untuk menemukan potensi risiko pada Departemen Peralatan Terminal pada divisi RTG pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas. Sampel dari penelitian ini menggunakan *expert* sebanyak empat orang, dimana para *expert* merupakan VP RTG, Superitendent RTG, Planner Maintenance, dan Superitendent RTG. Untuk pengumpulan data sekunder, diperoleh dari data kerusakan pada alat RTG bulan Januari 2025 sampai Juni 2025.

Tabel 3. 1 Data Expert

| No | Expert            | Jumlah Expert |
|----|-------------------|---------------|
| 1. | VP RTG            | 1             |
| 2. | Superitendent RTG | 1             |

|    |                     |   |
|----|---------------------|---|
| 3. | Superintendent RTG  | 1 |
| 4. | Planner Maintenance | 1 |

#### 5. Pengolahan Data

Pada tahap ini menggunakan metode FMEA untuk menentukan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*. Setelah itu dihitung nilai RPN nya. Kemudian indikator resiko tersebut yang memiliki nilai RPN tertinggi akan dilakukannya strategi perawatan pada komponen tersebut menggunakan metode RCM.

### 3.3.1 Langkah-Langkah Metode RCM

#### 1. Pengumpulan Informasi

Pada pengumpulan informasi ini, penelitian ini yang akan dianalisis yaitu alat RTG. Alat RTG merupakan alat yang digunakan untuk mengangkut, membongkar dan memuat petikemas pada lapangan penumpukan.

#### 2. Pendefinisian Batasan Sistem

Pada pendefinisian batasan sistem ini akan dilakukan wawancara dan observasi pada komponen alat RTG yang sering mengalami kerusakan yaitu :

ENGST, GTRST, SPDSY, HSTSY, TRLSY, ELCCONTSY, CABOPSY, LIGHST, CANCEL, TLSSY, AO, SPDHDBLKSY

#### 3. Diagram Sistem dan Diagram Blok Fungsi

Pada tahap ini ada tiga informasi yang harus dikembangkan, yaitu deskripsi sistem, blok diagram fungsi dan *system work breakdown structure* (SWBS).

#### 4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

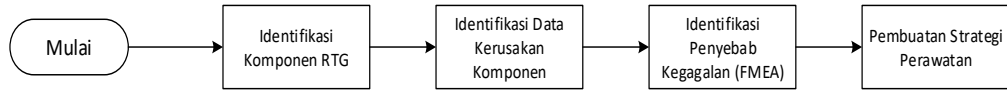
Tahap ini untuk menganalisis kegagalan fungsi pada alat RTG.

#### 5. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis kegagalan pada alat RTG dan menganalisis pengaruh pada sistem tersebut, pada nilai RPN menunjukkan nilai yang beresiko tinggi. Setelah itu peneliti akan mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan pada setiap mode

kerusakan tertentu.

Kerangka RCM :



Gambar 3. 2 Kerangka RCM

### 3.3.2 Langkah-Langkah Metode FMEA

1. Membuat tabel identifikasi fungsi sistem
2. Identifikasi mode kegagalan
3. Identifikasi penyebab kegagalan
4. Identifikasi dampak dari kegagalan
5. Pemberian Langkah penyelesaian
6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian ini, akan ditarik kesimpulan secara keseluruhan dari penelitian. Memberikan saran penanganan berdasarkan hasil penelitian, sehingga diharapkan potensi risiko dan perawatan pada Perusahaan Bongkar Muat Petikemas dapat meminimalisir dan bermanfaat bagi perusahaan.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil dari pengumpulan data dan penelitian yang telah dilakukan di perusahaan bongkar muat petikemas. Penelitian ini meliputi penyusunan FMEA untuk komponen alat *Rubber Tyre Gantry* (RTG). Responden dalam penelitian ini adalah 4 orang expert dari perusahaan bongkar muat petikemas. Empat orang tersebut ialah Vice President, Superintendent I, Superintendent II dan Planner Maintenance. Para responden diberikan kuesioner untuk memberikan skor 1 – 10 pada setiap indikator resiko di masing-masing kolom *Severity*, *Occurance* dan *Detection*. Skor masing-masing *Severity*, *Occurance* dan *Detection* nantinya akan dikalikan dan dibagi sesuai dengan jumlah responden agar menghasilkan nilai RPN. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan komponen mana yang paling memiliki nilai resiko tertinggi. Komponen dengan nilai RPN tertinggi menunjukkan resiko prioritas yang harus segera ditangani karena gabungan dari dampak besar, sering terjadi dan sulit terdeteksi.

#### **4.1 Faktor-faktor penyebab kegagalan alat RTG menggunakan metode FMEA**

Untuk melakukan analisis dalam faktor risiko pada *Rubber Tyre Gantry* (RTG) dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk melakukan analisis dengan tersebut menggunakan kuisisioner yang pengisiannya dilakukan secara *brainstorming*. Pada pengisian kuisisioner ini terdapat 4 expert responden merupakan orang-orang yang berkaitan pada alat RTG.

Pada kuisisioner untuk metode FMEA terdapat 3 kolom yaitu *severity*, *occurance* dan *detection* yang harus diisi oleh responden berupa angka 1-10 dengan ketentuan kriteria tertentu untuk kolom *severity*, *occurance* dan *detection*. Kemudian dilakukan rata-rata. Berikut hasil rekapitulasi kuisisioner pada tabel berikut

Pada proses analisis tabel FMEA adalah untuk menganalisis kemungkinan risiko dan penyebab risiko. Berdasarkan tabel 4.1 kerusakan pada komponen mesin diolah dengan tabel FMEA untuk menganalisis potensi effect dan penanganan yang akan diambil. Berdasarkan lampiran2 ,berikut merupakan hasil olahan analisis tabel

## FMEA pada tabel 4.1

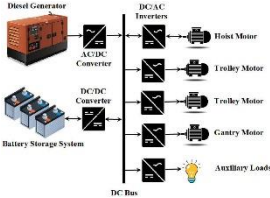
Tabel 4. 1 Analisis Risiko Tabel FMEA

| Komponen Mesin | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                                           | Potensi Kegagalan                                                                                          | Potensi Effect (Dampak)                                                                        | Penanganan                                                                |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Hoist          |   | Mengangkat dan menurunkan container                              | Kerekan tidak dapat bergerak                                                                               | Operasional bongkar muat terhenti                                                              | Periksa motor hoist, gearbox dan wire rope, bersihkan gearbox             |
|                |                                                                                    |                                                                  | Rem darurat kerekan bermasalah                                                                             | Berhentinya pengoperasian alat                                                                 | Periksa aktuator rem                                                      |
|                |                                                                                    |                                                                  | Kegagalan rem                                                                                              | Kerusakan besar pada crane jika hoist bergerak tanpa kontrol                                   | Aktifkan emergency sop segera, amankan beban dengan sling atau alat bantu |
|                |                                                                                    |                                                                  | Kerusakan part (encoder bermasalah, motor bermasalah, gearbox bermasalah, drive inverter hoist bermasalah) | Trouble hoist, Kegagalan mekanik elektrik                                                      |                                                                           |
| Gantry         |  | Memindahkan posisi RTG pada tiap blok penampungan dari container | Gangguan inverter gantry                                                                                   | Gantry tidak dapat bergerak                                                                    | Periksa inverter                                                          |
|                |                                                                                    |                                                                  | Masalah gantry tidak dapat bergerak                                                                        | Mobilitas RTG hilang (tidak bisa berpindah jalur kerja)                                        | Cek motor gantry (arus dan ketegangan)                                    |
|                |                                                                                    |                                                                  | Koil brake                                                                                                 | Rem tidak bisa lepas (hoist atau gantry tidak bisa bergerak)                                   | Periksa wiring ke brake                                                   |
|                |                                                                                    |                                                                  | Kerusakan part (motor bermasalah, encoder bermasalah, ban gembos, ban bocor)                               | Hoist atau gantry tidak bekerja, potensi benturan, RTG tidak bisa bergerak, resiko tergelincir | Ukur arus dan tegangan, reset, ganti ban, pompa ulang                     |

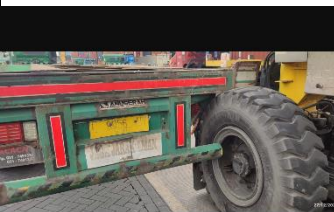
| Komponen Mesin | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                                                  | Potensi Kegagalan              | Potensi Effect (Dampak)                           | Penanganan                           |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Trolley        |   | Menggerakkan spreader (pengantung container) secara horizontal          | Trolley motor rusak            | Terganggunya pengambilan dan penempatan container | Periksa arus dan ketegangan motor    |
|                |                                                                                    |                                                                         | Rantai trolley rusak           | Trolley macet atau terlepas dari rel              | Ganti rantai jika aus melebihi batas |
|                |                                                                                    |                                                                         | Keausan gearbox                | Gangguan tenaga trolley                           | Periksa oli gearbox                  |
|                |                                                                                    |                                                                         | Kerusakan roda trolley         | Roda trolley tidak stabil                         | Periksa roda                         |
|                |                                                                                    |                                                                         | Encoder bermasalah             | Tabrakan spreader dengan container                | Periksa kabel                        |
|                |                                                                                    |                                                                         | Drive/inventer bermasalah      | RTG berehenti beroperasi                          | periksa error code inventer          |
| Spreader       |  | Menempelkan dan mengunci container yang akan dipindahkan ke tempat lain | Lampu sorot penyebar mati      | Area kerja spreader mati                          | Periksa sistem kontrol penerangan    |
|                |                                                                                    |                                                                         | Pin twislock bermasalah/ retas | Gagal mengunci container                          | Ganti pin twislock                   |
|                |                                                                                    |                                                                         | Indikator rusak                | Kesalahan pengoperasian                           | Atur ulang sistem                    |
|                |                                                                                    |                                                                         | Pump spreader                  | Sistem hidrolik tidak berfungsi                   | Periksa pompa hidrolik               |
|                |                                                                                    |                                                                         | Tidak bisa telescopic          | Tertunda bongkar muat container                   | Periksa komponen rusak               |
|                |                                                                                    |                                                                         | Motor bermasalah               | Spreader tidak dapat bergerak                     | Periksa tegangan dan arus motor      |

| Komponen Mesin       | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                               | Potensi Kegagalan                                   | Potensi Effect (Dampak)                       | Penanganan                     |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|
| Headblock            |   | Penghubung hoist dan spreader, menstabilkan spreader | Penyebar hige pin headblock rusak                   | Container goyang                              | Hentikan operasi alat RTG      |
|                      |                                                                                    |                                                      | Kegagalan bearing                                   | Penurunan kerja headblock                     | Periksa bearing                |
|                      |                                                                                    |                                                      | Keausan pada sheave                                 | Resiko putus tali kerekan                     | Ganti sheave jika aus          |
|                      |                                                                                    |                                                      | Kerusakan twislock                                  | Gagal mengunci container                      | Periksa dang anti pin twislock |
| Tls (Trim List Skew) |  | Menjaga keseimbangan crane                           | Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | Container miring saat diangkat dan diturunkan | Periksa motor penggerak trim   |
|                      |                                                                                    |                                                      | Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | Terjadi miring pada spreader                  | Periksa wiring                 |
|                      |                                                                                    |                                                      | Sensor tidak akurat                                 | Trim spreader tidak seimbang                  | Ganti sensor                   |
|                      |                                                                                    |                                                      | Wirerope rantas                                     | Spreader bisa putus                           | Ganti wirerope sesau standart  |

| Komponen Mesin     | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                                                                                         | Potensi Kegagalan                | Potensi Effect (Dampak)                                                      | Penanganan                          |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Electronic control |   | Mengendalikan dan memonitoring pergerakan crane agar bekerja secara aman                                       | Kontrol kesalahan pengisian daya | Charging system tidak optimal                                                | Periksa konektor pengisian tegangan |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Kerekan tidak dapat bergerak     | Aktivitas container berhenti                                                 | Periksa output drive hoist          |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Masalah drive sering mati        | Alat RTG tidak stabil                                                        | Periksa error code                  |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Plc/drive off                    | Sistem kontrol RTG tidak aktif                                               | Periksa daya suplai ke PLC          |
| Lighting           |  | Penerangan area kerja pada bagian bawah crane agar operator dapat melihat container, truk dibawah dengan jelas | Lampu sorot mati                 | Operator sulit melihat kontainer, spreader, dan truk dibawah saat malam hari | Ganti lampu sorot yang rusak        |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Lampu sorot LED mati             | Area hoist tidak terlihat jelas saat jam kerja malam hari                    | Ganti lampu                         |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Lampu jalur truk mati            | Navigasi jalur truk tidak terlihat                                           | Ganti lampu                         |
|                    |                                                                                    |                                                                                                                | Lampu walkway mati               | Area teknisi tidak terlihat                                                  | Ganti lampu yang rusak              |

| Komponen Mesin | Gambar Komponen Mesin                                                             | Fungsi                                        | Potensi Kegagalan                | Potensi Effect (Dampak)                                | Penanganan                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Cabin OP       |  | Ruangan untuk operator mengendalikan alat RTG | Masalah sistem GPS               | Alat RTG tidak terdeteksi oleh system yard             | Reset dang anti perangkat                 |
|                |                                                                                   |                                               | Masalah toa tidak berfungsi      | Operator tidak dapat berkomunikasi dengan ground staff | Ganti perangkat rusak                     |
|                |                                                                                   |                                               | Sistem toa bermasalah            | Operator tidak dapat berkomunikasi                     | Ganti speaker jika rusak                  |
|                |                                                                                   |                                               | Joystick bermasalah              | Sisitem hoist, trolley, gantry tidak respon            | Ganti sensor potensiometer                |
| Auxiliary      |  | Sebagai pendingin, pelumasan otomatis         | Alarm tidak berbunyi             | Kerusakan mekanik                                      | Periksa arus, tegangan                    |
|                |                                                                                   |                                               | Speaker mati                     | Komunikasi tidak terdengar                             | Periksa kabel speaker/ power supply       |
|                |                                                                                   |                                               | Microphone tidak tidak berfungsi | Potensi miskomunikasi                                  | Periksa konektor                          |
|                |                                                                                   |                                               | Ac mati                          | Suhu kabin tinggi                                      | Periksa kompresor, fuse                   |
|                |                                                                                   |                                               | Cctv mati                        | Area blind spot tidak terlihat                         | Periksa koneksi kamera/ ganti kamera jika |

| Komponen Mesin           | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                                       | Potensi Kegagalan        | Potensi Effect (Dampak)                                                                   | Penanganan                                                             |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Power                    |   | Penyedia daya utama agar komponen crane dapat beroperasi     | Kerusakan inventer       | Sistem berhenti                                                                           | Periksa kipas, kapasitor                                               |
|                          |                                                                                    |                                                              | Kegagalan generator      | Alat RTG tidak mendapatkan daya                                                           | Periksa oli, filter, bahan bakar                                       |
|                          |                                                                                    |                                                              | Gangguan pasokan listrik | Sistem control PLC off                                                                    | Backup power                                                           |
|                          |                                                                                    |                                                              | Kerusakan crs            | Pasokan daya dari kabel bermasalah                                                        | Periksa drum crs, slip ring, tegangan kabel                            |
|                          |                                                                                    |                                                              | Kerusakan kabel plug     | Listrik mengalami longgar                                                                 | Ganti kabel plug jika terbakar                                         |
|                          |                                                                                    |                                                              | Main engine/pln          | Alat RTG berhenti                                                                         | Periksa sistem stater, bahan bakar, filter                             |
| OB (Operation Breakdown) |  | Gangguan operasional terhentinya proses operasional alat RTG | Corner post              | Spreader tidak dapat mengunci container dengan aman, resiko container jatuh saat diangkat | Inspeksi visual corner post, ganti corner post yang rusak, reatak, aus |
|                          |                                                                                    |                                                              | Overload                 | Rusak pada wirerope, hoist                                                                | Reset sistem, periksa sensor loadcell                                  |
|                          |                                                                                    |                                                              | Kerusakan pada mesin     | Alat RTG tidak dapat berfungsi                                                            | Periksa sistem bahan bakar, pendingin, kelistrikan                     |

| Komponen Mesin | Gambar Komponen Mesin                                                              | Fungsi                                             | Potensi Kegagalan                            | Potensi Effect (Dampak)                         | Penanganan                                         |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Accident       |   | Identifikasi risiko keselamatan                    | Kecelakaan saat pengoperasian                | Kerusakan alat container                        | Lakukan investigasi                                |
|                |                                                                                    |                                                    | Kondisi lingkungan yang tidak aman           | Angina kencang, terpeleset, petir               | Pantau cuaca dan berhenti operasi                  |
|                |                                                                                    |                                                    | Kegagalan teknis                             | sistem mati                                     | Perbaiki teknisi                                   |
| Engine         |  | Sumber tenaga utama untuk menjalankan sistem crane | Mesin bermasalah dibawah frekuensi           | Operasional berhenti                            | periksa tegangan output, proteksi suhu             |
|                |                                                                                    |                                                    | Mesin sering mati+avr/perlindungan generator | Kerja alat RTG lambat                           | Kalibrasi sistem kontrol mesin                     |
|                |                                                                                    |                                                    | Overheating                                  | Tidak ada listrik pada sistem kontrol dan motor | Periksa regulator, periksa sistem                  |
|                |                                                                                    |                                                    | Kebocoran engine                             | Kerusakan mesin                                 | Hentikan mesin, cek radiator oli dan air pendingin |
|                |                                                                                    |                                                    | Dinamo stante mati                           | Mesin macet                                     | Ganti seal, gasket                                 |
|                |                                                                                    |                                                    | Cavit start                                  | Mesin tidak dapat dinyalakan                    | Periksa aki                                        |

Sumber : Data Wawancara, 2

#### 4.2 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan RPN dari masing-masing komponen RTG. Hasil perhitungan *Severity*, *Occurance* dan *Detection* dapat dilihat pada lampiran 1. Perhitungan RPN didapatkan dari perkalian nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* pada tiap-tiap indikator penyebab resiko.

##### 1. Perhitungan Nilai *Severity*

Berdasarkan Lampiran 1, berikut merupakan nilai rata-rata *Severity* setiap indikator komponen para *expert judgement* yang diolah pada tabel 4.2 :

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Nilai *Severity*

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                                    | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|--------------------|----------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak                    | 4             | 2               | 4               | 5             | 3.75                    | 6.5                    |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah                  | 9             | 8               | 5               | 10            | 8                       |                        |
|    |                    | c. Kegagalan rem                                   | 9             | 8               | 9               | 10            | 9                       |                        |
|    |                    | d. Kerusakan part (encoder, motor, gearbox, drive) | 4             | 3               | 4               | 10            | 5.25                    |                        |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                        | 7             | 3               | 5               | 7             | 5.5                     | 5.06                   |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok             | 2             | 4               | 5               | 7             | 4.5                     |                        |
|    |                    | c. Koil Brake                                      | 7             | 4               | 4               | 9             | 6                       |                        |
|    |                    | d. Kerusakan part lainnya                          | 3             | 4               | 3               | 7             | 4.25                    |                        |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                             | 5             | 2               | 5               | 8             | 5                       | 5.31                   |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                            | 5             | 5               | 5               | 8             | 5.75                    |                        |
|    |                    | c. Keausan gearbox                                 | 5             | 3               | 6               | 8             | 5.5                     |                        |
|    |                    | d. Keausan roda trolley encoder, drive             | 4             | 3               | 4               | 9             | 5                       |                        |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 4  | Spreader                   | a. Lampu sorot penyebar mati                           | 3             | 4               | 4               | 5             | 4                       | 4.06                   |
|    |                            | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               | 3             | 3               | 4               | 5             | 3.75                    |                        |
|    |                            | c. Proximity spreader bermasalah                       | 3             | 3               | 4               | 5             | 3.75                    |                        |
|    |                            | d. Pump spreader                                       | 4             | 4               | 4               | 7             | 4.75                    |                        |
| 5  | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | 8             | 4               | 4               | 10            | 6.5                     | 6.13                   |
|    |                            | b. Kegagalan bearing                                   | 8             | 3               | 4               | 8             | 5.75                    |                        |
|    |                            | c. Keausan pada sheave                                 | 5             | 3               | 4               | 10            | 5.5                     |                        |
|    |                            | d. Kerusakan twislock                                  | 8             | 1               | 8               | 10            | 6.75                    |                        |
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 4             | 8               | 5               | 9             | 6.5                     | 5                      |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 4             | 3               | 5               | 7             | 4.75                    |                        |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 3             | 1               | 5               | 6             | 3.75                    |                        |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 4             | 4               | 5               | 8             | 5.25                    | 4.56                   |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 4             | 4               | 5               | 7             | 5                       |                        |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 7             | 4               | 5               | 8             | 6                       |                        |
|    |                            | d. Plc/ drive off                                      | 2             | 2               | 2               | 2             | 2                       |                        |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 3             | 4               | 5               | 8             | 5                       | 4.75                   |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 3             | 4               | 5               | 8             | 5                       |                        |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 3             | 4               | 5               | 5             | 4.25                    |                        |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 4             | 8               | 5               | 8             | 6.25                    | 4.88                   |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 2             | 8               | 5               | 5             | 5                       |                        |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 2             | 2               | 5               | 5             | 3.5                     |                        |
|    |                            | d. doystick                                            | 4             | 3               | 4               | 8             | 4.75                    |                        |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 6             | 3               | 5               | 8             | 5.5                     | 5.08                   |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 6             | 3               | 5               | 6             | 5                       |                        |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 6             | 2               | 5               | 6             | 4.75                    |                        |

| No | Kerusakan Komponen       | Penyebab Risiko                                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 11 | Power                    | a. Kerusakan inventer                                                  | 7             | 2               | 5               | 8             | 5.5                     | 5.38                   |
|    |                          | b. Kegagalan generator                                                 | 8             | 2               | 5               | 8             | 5.75                    |                        |
|    |                          | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 8             | 1               | 5               | 8             | 5.5                     |                        |
|    |                          | d. Kerusakan crs                                                       | 5             | 1               | 5               | 8             | 4.75                    |                        |
| 12 | OB (Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2             | 1               | 5               | 3             | 2.75                    | 5.5                    |
|    |                          | b. Overload                                                            | 9             | 5               | 5               | 10            | 7.25                    |                        |
|    |                          | c. Kerusakan pada mesin                                                | 8             | 5               | 5               | 8             | 6.5                     |                        |
| 13 | Accident                 | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 9             | 6               | 10              | 10            | 8.75                    | 8.67                   |
|    |                          | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 9             | 6               | 10              | 10            | 8.75                    |                        |
|    |                          | c. Kegagalan teknis                                                    | 9             | 6               | 9               | 10            | 8.5                     |                        |
| 14 | Engine                   | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 3             | 3               | 5               | 5             | 4                       | 5.1                    |
|    |                          | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 3             | 3               | 5               | 8             | 4.75                    |                        |
|    |                          | c. Overheating                                                         | 4             | 3               | 5               | 8             | 5                       |                        |
|    |                          | d. kebocoran                                                           | 4             | 4               | 4               | 8             | 5                       |                        |
|    |                          | e. dynamo stante mati                                                  | 8             | 3               | 8               | 8             | 6.75                    |                        |

Sumber : Data Kuisioner, 2025

Berdasarkan Tabel 4.2, berikut merupakan contoh perhitungan nilai rata-rata *Severity* dari indikator risiko Hoist kerekan tidak dapat bergerak :

$$\begin{aligned}
 \text{Rata- Rata Severity} &= \frac{\text{Sefek1}+\text{Sefek2}+\text{Sefek3}+..\text{Sefek}}{4} \\
 &= \frac{(4+2+4+5)}{4} = \frac{15}{4} = 3,75
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.2 yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah kegagalan rem dengan nilai 9. Jika nilai *Severity* semakin tinggi maka tingkat risiko pada perusahaan akan semakin berisiko. Nilai rata- rata *Severity* digunakan dalam menghitung RPN untuk menentukan prioritas risiko.

## 2. Perhitungan Nilai *Occurance*

*Occurance* (tingkat kejadian) setiap indikator risiko dari kuisioner para *expert judgement* yang diolah pada Tabel 4.3 :

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Nilai *Occurance*

| <b>OCCURANCE</b> |                           |                                                   |                      |                        |                        |                      |                                |                               |
|------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <b>No</b>        | <b>Kerusakan Komponen</b> | <b>Penyebab Risiko</b>                            | <b>Expert 1 (VP)</b> | <b>Expert 2 (SI 1)</b> | <b>Expert 3 (SI 2)</b> | <b>Expert 4 (PM)</b> | <b>Rata-rata per indikator</b> | <b>Rata-rata per komponen</b> |
| 1                | Hoist                     | a. Kerekan tidak dapat bergerak                   | 7                    | 7                      | 4                      | 8                    | 6.5                            | 4.81                          |
|                  |                           | b. Rem darurat kerekan bermasalah                 | 3                    | 1                      | 4                      | 8                    | 4                              |                               |
|                  |                           | c. Kegagalan rem                                  | 2                    | 2                      | 1                      | 8                    | 3.25                           |                               |
|                  |                           | d. Kerusakan part (eacoder, motor, gearbox, drive | 5                    | 5                      | 5                      | 7                    | 5.5                            |                               |
| 2                | Gantry                    | a. Gangguan inventer gantry                       | 6                    | 5                      | 3                      | 9                    | 5.75                           | 5.87                          |
|                  |                           | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok            | 8                    | 5                      | 3                      | 9                    | 6.25                           |                               |
|                  |                           | c. Koil Brake                                     | 7                    | 2                      | 3                      | 9                    | 5.25                           |                               |
|                  |                           | d. Kerusakan part lainnya                         | 5                    | 5                      | 5                      | 10                   | 6.25                           |                               |
| 3                | Trolley                   | a. Trolley motor rusak                            | 6                    | 3                      | 3                      | 6                    | 4.5                            | 4.25                          |
|                  |                           | b. Rantai trolley rusak                           | 7                    | 3                      | 3                      | 6                    | 4.75                           |                               |
|                  |                           | c. Keausan gearbox                                | 2                    | 5                      | 3                      | 5                    | 3.75                           |                               |
|                  |                           | d. Keausan roda trolley encoder, drive            | 3                    | 5                      | 3                      | 5                    | 4                              |                               |
| 4                | Spreader                  | a. Lampu sorot penyebar mati                      | 2                    | 7                      | 4                      | 10                   | 5.75                           | 4.93                          |
|                  |                           | b. Masalah lampu sorot petir sering mati          | 2                    | 1                      | 4                      | 10                   | 4.25                           |                               |
|                  |                           | c. Proximity spreader bermasalah                  | 1                    | 4                      | 4                      | 10                   | 4.75                           |                               |
|                  |                           | d. Pump spreader                                  | 3                    | 5                      | 3                      | 9                    | 5                              |                               |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 5  | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | 2             | 4               | 3               | 4             | 3.25                    | 3.37                   |
|    |                            | b. Kegagalan bearing                                   | 5             | 3               | 3               | 4             | 3.75                    |                        |
|    |                            | c. Keausan pada sheave                                 | 3             | 3               | 3               | 7             | 4                       |                        |
|    |                            | d. Kerusakan twislock                                  | 1             | 4               | 1               | 4             | 2.5                     |                        |
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 7             | 4               | 4               | 4             | 4.75                    | 4.5                    |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 5             | 4               | 4               | 4             | 4.25                    |                        |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 5             | 4               | 4               | 4             | 4.25                    |                        |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 2             | 4               | 4               | 9             | 4.75                    |                        |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 4             | 5               | 4               | 9             | 5.5                     |                        |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 4             | 6               | 4               | 9             | 5.75                    |                        |
|    |                            | d. Plc/ drive off                                      | 6             | 6               | 6               | 6             | 6                       |                        |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 5             | 4               | 4               | 8             | 5.25                    | 5.62                   |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 5             | 4               | 4               | 8             | 5.25                    |                        |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 4             | 4               | 4               | 8             | 5                       |                        |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 3             | 3               | 4               | 8             | 4.5                     | 4.81                   |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 1             | 5               | 4               | 8             | 4.5                     |                        |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 2             | 4               | 4               | 8             | 4.5                     | 4.25                   |
|    |                            | d. doystick                                            | 3             | 3               | 3               | 8             | 4.25                    |                        |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 2             | 2               | 4               | 7             | 3.75                    | 4.18                   |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 2             | 4               | 4               | 7             | 4.25                    |                        |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 2             | 4               | 4               | 7             | 4.25                    | 4.25                   |
| 11 | Power                      | a. Kerusakan inventer                                  | 6             | 2               | 4               | 5             | 4.25                    |                        |
|    |                            | b. Kegagalan generator                                 | 7             | 4               | 4               | 5             | 5                       |                        |
|    |                            | c. Gangguan pasokan listrik                            | 3             | 2               | 4               | 5             | 3.5                     |                        |
|    |                            | d. Kerusakan crs                                       | 3             | 2               | 3               | 4             | 3                       |                        |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2             | 4               | 4               | 1             | 2.75                    | 2.83                   |
|    |                             | b. Overload                                                            | 2             | 2               | 4               | 1             | 2.25                    |                        |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 7             | 2               | 4               | 1             | 3.5                     |                        |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 1             | 2               | 1               | 6             | 2.5                     |                        |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 1             | 1               | 1               | 6             | 2.25                    |                        |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 1             | 1               | 1               | 6             | 2.25                    |                        |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 4             | 5               | 4               | 10            | 5.75                    | 3.18                   |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 3             | 5               | 4               | 10            | 5.5                     |                        |
|    |                             | c. Overheating                                                         | 6             | 4               | 4               | 10            | 6                       |                        |
|    |                             | d. kebocoran                                                           | 4             | 4               | 4               | 8             | 5                       |                        |
|    |                             | e. dynamo stante mati                                                  | 6             | 5               | 6               | 5             | 5.5                     |                        |

Sumber : Data Kuisioner, 2025

Berdasarkan Tabel 4.3, berikut merupakan contoh perhitungan nilai rata-rata *Severity* dari indikator risiko Hoist kerekan tidak dapat bergerak :

$$\begin{aligned}
 \text{Rata- Rata Occurance} &= \frac{\text{Sefek1} + \text{Sefek2} + \text{Sefek3} + \dots \text{Sefek}}{4} \\
 &= \frac{(7+7+4+8)}{4} = \frac{26}{4} = 6,5
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.3 yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah kerusakan part lainnta dengan nilai 6,25. Jika nilai *occurance* semakin tinggi maka tingkat kejadian risiko akan semakin berisiko. Nilai rata- rata *occurance* digunakan dalam menghitung RPN untuk menentukan prioritas risiko.

### 3. Perhitungan Nilai *Detection*

Berdasarkan lampiran , berikut merupakan nilai rata-rata *detection* (tingkat terdeteksi) setiap indikator risiko dari kuisioner para *expert judgement* yang diolah pada tabel 4.4 :

Tabel 4. 4 Nilai *Detection*

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                                   | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|--------------------|---------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak                   | 3             | 3               | 4               | 8             | 4.5                     | 4.5                    |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah                 | 4             | 2               | 4               | 8             | 4.5                     |                        |
|    |                    | c. Kegagalan rem                                  | 3             | 2               | 4               | 8             | 4.25                    |                        |
|    |                    | d. Kerusakan part (encoder, motor, gearbox, drive | 4             | 4               | 4               | 7             | 4.75                    |                        |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                       | 6             | 4               | 3               | 9             | 5.5                     | 5.1875                 |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok            | 5             | 3               | 3               | 9             | 5                       |                        |
|    |                    | c. Koil Brake                                     | 5             | 2               | 3               | 9             | 4.75                    |                        |
|    |                    | d. Kerusakan part lainnya                         | 4             | 4               | 4               | 10            | 5.5                     |                        |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                            | 6             | 4               | 4               | 6             | 5                       | 4.375                  |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                           | 7             | 3               | 4               | 6             | 5                       |                        |
|    |                    | c. Keausan gearbox                                | 2             | 3               | 4               | 5             | 3.5                     |                        |
|    |                    | d. Keausan roda trolley encoder, drive            | 4             | 3               | 4               | 5             | 4                       |                        |
| 4  | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati                      | 2             | 2               | 4               | 10            | 4.5                     | 4.375                  |
|    |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati          | 2             | 1               | 4               | 10            | 4.25                    |                        |
|    |                    | c. Proximity spreader bermasalah                  | 1             | 3               | 4               | 10            | 4.5                     |                        |
|    |                    | d. Pump spreader                                  | 3             | 2               | 3               | 9             | 4.25                    |                        |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 5  | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | 2             | 3               | 4               | 4             | 3.25                    | 3.5                    |
|    |                            | b. Kegagalan bearing                                   | 5             | 3               | 4               | 4             | 4                       |                        |
|    |                            | c. Keausan pada sheave                                 | 3             | 3               | 4               | 7             | 4.25                    |                        |
|    |                            | d. Kerusakan twislock                                  | 1             | 4               | 1               | 4             | 2.5                     |                        |
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 4             | 3               | 4               | 4             | 3.75                    | 4                      |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 5             | 4               | 4               | 4             | 4.25                    |                        |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 4             | 4               | 4               | 4             | 4                       |                        |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 3             | 5               | 4               | 9             | 5.25                    | 5.12                   |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 3             | 5               | 4               | 9             | 5.25                    |                        |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 2             | 5               | 4               | 9             | 5                       |                        |
|    |                            | d. Plc/ drive off                                      | 5             | 5               | 5               | 5             | 5                       |                        |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 3             | 2               | 4               | 8             | 4.25                    | 4.416                  |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 4             | 2               | 4               | 8             | 4.5                     |                        |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 3             | 3               | 4               | 8             | 4.5                     |                        |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 3             | 3               | 4               | 8             | 4.5                     | 4.37                   |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 1             | 4               | 4               | 8             | 4.25                    |                        |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 2             | 4               | 4               | 8             | 4.5                     |                        |
|    |                            | d. doystick                                            | 3             | 3               | 3               | 8             | 4.25                    |                        |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 2             | 2               | 4               | 7             | 3.75                    | 4.16                   |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 2             | 4               | 4               | 7             | 4.25                    |                        |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 3             | 4               | 4               | 7             | 4.5                     |                        |

| No | Kerusakan Komponen       | Penyebab Risiko                                                        | Expert 1 (VP) | Expert 2 (SI 1) | Expert 3 (SI 2) | Expert 4 (PM) | Rata-rata per indikator | Rata-rata per komponen |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 11 | Power                    | a. Kerusakan inventer                                                  | 4             | 2               | 4               | 5             | 3.75                    | 3.81                   |
|    |                          | b. Kegagalan generator                                                 | 7             | 4               | 4               | 5             | 5                       |                        |
|    |                          | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 3             | 2               | 4               | 5             | 3.5                     |                        |
|    |                          | d. Kerusakan crs                                                       | 3             | 2               | 3               | 4             | 3                       |                        |
| 12 | OB (Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2             | 5               | 4               | 1             | 3                       | 2.916                  |
|    |                          | b. Overload                                                            | 2             | 2               | 4               | 1             | 2.25                    |                        |
|    |                          | c. Kerusakan pada mesin                                                | 4             | 5               | 4               | 1             | 3.5                     |                        |
| 13 | Accident                 | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 3             | 3               | 2               | 6             | 3.5                     | 3.33                   |
|    |                          | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 3             | 2               | 2               | 6             | 3.25                    |                        |
|    |                          | c. Kegagalan teknis                                                    | 3             | 2               | 2               | 6             | 3.25                    |                        |
| 14 | Engine                   | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 5             | 4               | 4               | 10            | 5.75                    | 5.35                   |
|    |                          | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 6             | 4               | 4               | 10            | 6                       |                        |
|    |                          | c. Overheating                                                         | 5             | 4               | 4               | 10            | 5.75                    |                        |
|    |                          | d. kebocoran                                                           | 3             | 3               | 3               | 8             | 4.25                    |                        |
|    |                          | e. dynamo stante mati                                                  | 6             | 4               | 6               | 4             | 5                       |                        |

Sumber : Data Kuisisioner, 2025

Berdasarkan Tabel 4.4, berikut merupakan contoh perhitungan nilai rata-rata *Severity* dari indikator risiko Hoist kerekan tidak dapat bergerak :

$$\begin{aligned}
 \text{Rata- Rata Occurance} &= \frac{\text{Sefek1} + \text{Sefek2} + \text{Sefek3} + \dots + \text{Sefek}}{4} \\
 &= \frac{(3+3+4+8)}{4} = \frac{26}{4} = 4,5
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.4 yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah mesin bermasalah dibawah frekuensi dengan nilai 5,75. Jika nilai *Detection* semakin tinggi maka tingkat kejadian risiko akan semakin berisiko. Nilai rata-rata *Detection* digunakan dalam menghitung RPN untuk menentukan prioritas risiko.

#### 4. Hasil Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Berdasarkan lampiran 2, berikut merupakan nilai RPN setiap indikator risiko dari kuisioner para *expert judgement* yang diolah pada tabel 4.5 :

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

| Hasil Perhitungan RPN |                    |                                                   |           |           |           |        |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| No                    | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                                   | Rata-rata |           |           | RPN    |
|                       |                    |                                                   | Severity  | Occurance | Detection |        |
| 1                     | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak                   | 3.75      | 6.5       | 4.5       | 109.69 |
|                       |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah                 | 8         | 4         | 4.5       | 144.00 |
|                       |                    | c. Kegagalan rem                                  | 9         | 3.25      | 4.25      | 124.31 |
|                       |                    | d. Kerusakan part (eacoder, motor, gearbox, drive | 5.25      | 5.5       | 4.75      | 137.16 |
| 2                     | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                       | 5.5       | 5.75      | 5.5       | 173.94 |
|                       |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok            | 4.5       | 6.25      | 5         | 140.63 |
|                       |                    | c. Koil Brake                                     | 6         | 5.25      | 4.75      | 149.63 |
|                       |                    | d. Kerusakan part lainnya                         | 4.25      | 6.25      | 5.5       | 146.09 |
| 3                     | Trolley            | a. Trolley motor rusak                            | 5         | 4.5       | 5         | 112.50 |
|                       |                    | b. Rantai trolley rusak                           | 5.75      | 4.75      | 5         | 136.56 |
|                       |                    | c. Keausan gearbox                                | 5.5       | 3.75      | 3.5       | 72.19  |
|                       |                    | d. Keausan roda trolley encoder, drive            | 5         | 4         | 4         | 80.00  |
| 4                     | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati                      | 4         | 5.75      | 4.5       | 103.50 |
|                       |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati          | 3.75      | 4.25      | 4.25      | 67.73  |
|                       |                    | c. Proximity spreader bermasalah                  | 3.75      | 4.75      | 4.5       | 80.16  |

| Hasil Perhitungan RPN |                            |                                                        |           |           |           |        |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| No                    | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Rata-rata |           |           | RPN    |
|                       |                            |                                                        | Severity  | Occurance | Detection |        |
|                       |                            | d. Pump spreader                                       | 4.75      | 5         | 4.25      | 100.94 |
| 5                     | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | 6.5       | 3.25      | 3.25      | 68.66  |
|                       |                            | b. Kegagalan bearing                                   | 5.75      | 3.75      | 4         | 86.25  |
|                       |                            | c. Keausan pada sheave                                 | 5.5       | 4         | 4.25      | 93.50  |
|                       |                            | d. Kerusakan twislock                                  | 6.75      | 2.5       | 2.5       | 42.19  |
| 6                     | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 6.5       | 4.75      | 3.75      | 115.78 |
|                       |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 4.75      | 4.25      | 4.25      | 85.80  |
|                       |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 3.75      | 4.25      | 4         | 63.75  |
| 7                     | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 5.25      | 4.75      | 5.25      | 130.92 |
|                       |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 5         | 5.5       | 5.25      | 144.38 |
|                       |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 6         | 5.75      | 5         | 172.50 |
|                       |                            | d. Plc/ drive off                                      | 2         | 6         | 5         | 60.00  |
| 8                     | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 5         | 5.25      | 4.25      | 111.56 |
|                       |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 5         | 5.25      | 4.5       | 118.13 |
|                       |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 4.25      | 5         | 4.5       | 95.63  |
| 9                     | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 6.25      | 4.5       | 4.5       | 126.56 |
|                       |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 5         | 4.5       | 4.25      | 95.63  |
|                       |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 3.5       | 4.5       | 4.5       | 70.88  |
|                       |                            | d. doystick                                            | 4.75      | 4.25      | 4.25      | 85.80  |
| 10                    | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 5.5       | 3.75      | 3.75      | 77.34  |
|                       |                            | b. Speaker mati                                        | 5         | 4.25      | 4.25      | 90.31  |
|                       |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 4.75      | 4.25      | 4.5       | 90.84  |
| 11                    | Power                      | a. Kerusakan inventer                                  | 5.5       | 4.25      | 3.75      | 87.66  |
|                       |                            | b. Kegagalan generator                                 | 5.75      | 5         | 5         | 143.75 |
|                       |                            | c. Gangguan pasokan listrik                            | 5.5       | 3.5       | 3.5       | 67.38  |

| Hasil Perhitungan RPN |                             |                                                                        |                 |                  |                  |        |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| No                    | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Rata-rata       |                  |                  | RPN    |
|                       |                             |                                                                        | <i>Severity</i> | <i>Occurance</i> | <i>Detection</i> |        |
|                       |                             | d. Kerusakan crs                                                       | 4.75            | 3                | 3                | 42.75  |
| 12                    | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2.75            | 2.75             | 3                | 22.69  |
|                       |                             | b. Overload                                                            | 7.25            | 2.25             | 2.25             | 36.70  |
|                       |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 6.5             | 3.5              | 3.5              | 79.63  |
| 13                    | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 8.75            | 2.5              | 3.5              | 76.56  |
|                       |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 8.75            | 2.25             | 3.25             | 63.98  |
|                       |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 8.5             | 2.25             | 3.25             | 62.16  |
| 14                    | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 4               | 5.75             | 5.75             | 132.25 |
|                       |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 4.75            | 5.5              | 6                | 156.75 |
|                       |                             | c. Overheating                                                         | 5               | 6                | 5.75             | 172.50 |
|                       |                             | d. kebocoran                                                           | 5               | 5                | 4.25             | 106.25 |
|                       |                             | e. dynamo stante mati                                                  | 6.75            | 5.5              | 5                | 185.63 |

Sumber: Data Olahan, 2025

Berdasarkan Tabel 4.5, berikut contoh perhitungan nilai RPN dari indikator

risiko setiap komponen untuk mendapatkan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* dibuatkan tabel *Severity*, *Occurance* dan *Detection* secara terpisah dari hasil jawaban kuesioner yang telah diisi oleh empat expert. Setiap indikator penyebab resiko yang telah diisi oleh expert akan dijumlahkan kemudian dibagi 4 dari total expert. Contohnya, pada komponen Hoist pada indikator penyebab resiko “Kerekan tidak dapat bergerak” Expert 1 memberi nilai 4,

Pada komponen Hoist terdapatempat indikattor penyebab resiko salah satunya ialah Kerekan tidak dapat bergerak dengan nilai *Severity* 3.75, *Occurance* 6.5 dan *Detection* 4.5 maka nilai RPN nya yakni 109.69. angka tersebut diperoleh dari 3.75 dikali 6.5 dikali 4.5. Begitu seterusnya hingga komponen Engine. Berdasarkan Tabel 4.3 contoh perhitungan nilai RPN dari masing-masing indikator risiko yang didapatkan dari rumus persamaan 2.1 :

$$1. \text{ Corner post} = 2.75 \times 2.75 \times 3 = 22.69$$

$$2. \text{ Dynamo stante mati} = 6.75 \times 5.5 \times 5 = 185.63$$

Adapun RPN yang memiliki nilai tertinggi adalah indikator risiko Dynamo stante mati dengan nilai RPN 185.63

Tabel 4. 6 Rangking 5 komponen dengan nilai RPN tertinggi

| Kerusakan Komponen | Rata-rata       |                  |                  | RPN per indikator |
|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                    | <i>Severity</i> | <i>Occurance</i> | <i>Detection</i> |                   |
| Hoist              | 8               | 4                | 4.5              | 144.00            |
| Gantry             | 5.5             | 5.75             | 5.5              | 173.94            |
| Trolley            | 5.75            | 4.75             | 5                | 136.56            |
| Spreader           | 4               | 5.75             | 4.5              | 103.50            |
| Headblock          | 5.5             | 4                | 4.25             | 93.50             |
| Tls                | 6.5             | 4.75             | 3.75             | 115.78            |
| Electronic Control | 6               | 5.75             | 5                | 172.50            |
| Lighting           | 5               | 5.25             | 4.5              | 118.13            |
| Cabin Op           | 6.25            | 4.5              | 4.5              | 126.56            |
| Auxiliary          | 4.75            | 4.25             | 4.5              | 90.84             |
| Power              | 5.75            | 5                | 5                | 143.75            |
| Ob                 | 6.5             | 3.5              | 3.5              | 79.63             |
| Accident           | 8.75            | 2.5              | 3.5              | 76.56             |
| Engine             | 6.75            | 5.5              | 5                | 185.63            |

Pada tabel 4.6 memiliki nilai RPN tertinggi pada masing- masing indikator perkomponen.

1. Komponen Hoist pada indikator rem darurat kerekan bermasalah mempunyai nilai RPN tertinggi 144.00
2. Komponen Gantry pada indikator gangguan inventer mempunyai nilai RPN tertinggi 173.94
3. Komponen Trolley pada indikator rantai trolley rusak mempunyai nilai RPN tertinggi 136.56
4. Komponen Spreader pada indikator lampu sorot penyebar mati bermasalah mempunyai nilai RPN tertinggi 103.50

5. Komponen Headblock pada indikator keausan pada sheave mempunyai nilai RPN tertinggi 93.50
6. Komponen Tls (Truck Lifting Syestem) pada indikator masalah kerekan trim tidak seimbang mempunyai nilai RPN tertinggi 115.78
7. Komponen Electronic Control pada indikator masalah drive sering mati mempunyai nilai RPN tertinggi 172.50
8. Komponen Lighting pada indikator lampu sorot led mati mempunyai nilai RPN tertinggi 118.13
9. Komponen Cabin OP pada indikator masalah sistem gps mempunyai nilai RPN tertinggi 126.56
10. Komponen Auxiliary pada indikator microphone tidak berfungsi mempunyai nilai RPN tertinggi 90.84
11. Komponen Power pada indikator kegagalan generator mempunyai nilai RPN tertinggi 143.75
12. Komponen OB (Operation Breakdown) pada indikator kerusakan pada mesin mempunyai nilai RPN tertinggi 79.63
13. Komponen Engine pada indikator dynamo stante mati mempunyai nilai RPN tertinggi 185.63

Hasil pemeringkatan nilai RPN tertinggi diatas dapat digunakan untuk menentukan strategi *Preventive Maintenance*. Keempat belas komponen tersebut merupakan komponen yang mempunyai resiko sangat prioritas untuk segera ditangani karena jika terjadi kegagalan maka komponen tersebut memiliki dampak besar, kegagalan sering terjadi dan sulit terdeteksi.

### **Matriks Risiko**

Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi risiko dengan tujuan pemeringkatan sub per indikator per komponen. Berikut pemeringkatan sub risiko pada tabel 4.7 mulai dari tertinggi hingga terendah.

Tabel 4. 7 Indikator per komponen Matriks Risiko

| Kode | Penyebab Risiko             | RPN    | Ranking |
|------|-----------------------------|--------|---------|
| 14E  | e. dynamo stante mati       | 185.63 | 1       |
| 2A   | a. Gangguan inventer gantry | 173.94 | 2       |

| Kode | Penyebab Risiko                                                        | RPN    | Ranking |
|------|------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| 7C   | c. Masalah drive sering mati                                           | 172.50 | 3       |
| 14C  | c. Overheating                                                         | 172.50 | 3       |
| 14B  | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 156.75 | 5       |
| 2C   | c. Koil Brake                                                          | 149.63 | 6       |
| 2D   | d. Kerusakan part lainnya                                              | 146.09 | 7       |
| 7B   | b. Kerekan tidak dapat bergerak                                        | 144.38 | 8       |
| 1B   | b. Rem darurat kerekan bermasalah                                      | 144.00 | 9       |
| 11B  | b. Kegagalan generator                                                 | 143.75 | 10      |
| 2B   | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok                                 | 140.63 | 11      |
| 1D   | d. Kerusakan part (encoder, motor, gearbox, drive                      | 137.16 | 12      |
| 3B   | b. Rantai trolley rusak                                                | 136.56 | 13      |
| 14A  | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 132.25 | 14      |
| 7A   | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                                    | 130.92 | 15      |
| 9A   | a. Masalah sistem GPS                                                  | 126.56 | 16      |
| 1C   | c. Kegagalan rem                                                       | 124.31 | 17      |
| 8B   | b. Lampu sorot LED mati                                                | 118.13 | 18      |
| 6A   | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                                 | 115.78 | 19      |
| 3A   | a. Trolley motor rusak                                                 | 112.50 | 20      |
| 8A   | a. Lampu sorot mati                                                    | 111.56 | 21      |
| 1A   | a. Kerekan tidak dapat bergerak                                        | 109.69 | 22      |
| 14D  | d. kebocoran                                                           | 106.25 | 23      |
| 4A   | a. Lampu sorot penyebar mati                                           | 103.50 | 24      |
| 4D   | d. Pump spreader                                                       | 100.94 | 25      |
| 8C   | c. Lampu jalur truk mati                                               | 95.63  | 26      |
| 9B   | b. Masalah toa tidak berfungsi                                         | 95.63  | 26      |
| 5C   | c. Keausan pada sheave                                                 | 93.50  | 28      |
| 10C  | c. Microphone tidak berfungsi                                          | 90.84  | 29      |
| 10B  | b. Speaker mati                                                        | 90.31  | 30      |
| 11A  | a. Kerusakan inventer                                                  | 87.66  | 31      |
| 5B   | b. Kegagalan bearing                                                   | 86.25  | 32      |
| 6B   | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring                 | 85.80  | 33      |
| 9D   | d. joystick                                                            | 85.80  | 33      |
| 4C   | c. Proximity spreader bermasalah                                       | 80.16  | 35      |

| Kode | Penyebab Risiko                          | RPN   | Ranking |
|------|------------------------------------------|-------|---------|
| 3D   | d. Keausan roda trolley encoder, drive   | 80.00 | 36      |
| 12C  | c. Kerusakan pada mesin                  | 79.63 | 37      |
| 10A  | a. Alarm tidak berbunyi                  | 77.34 | 38      |
| 13A  | a. Kecelakaan saat pengoperasian         | 76.56 | 39      |
| 3C   | c. Keausan gearbox                       | 72.19 | 40      |
| 9C   | c. Sistem toa bermasalah                 | 70.88 | 41      |
| 5A   | a. Penyebar hige pin headblock rusak     | 68.66 | 42      |
| 4B   | b. Masalah lampu sorot petir sering mati | 67.73 | 43      |
| 11C  | c. Gangguan pasokan listrik              | 67.38 | 44      |
| 13B  | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman    | 63.98 | 45      |
| 6C   | c. Sensor tidak akurat                   | 63.75 | 46      |
| 13C  | c. Kegagalan teknis                      | 62.16 | 47      |
| 7D   | d. Plc/ drive off                        | 60.00 | 48      |
| 11D  | d. Kerusakan crs                         | 42.75 | 49      |
| 5D   | d. Kerusakan twislock                    | 42.19 | 50      |
| 12B  | b. Overload                              | 36.70 | 51      |
| 12A  | a. Corner post                           | 22.69 | 52      |

Sumber : Pengolahan Data, 2025

Tabel diatas merupakan hasil pemeringkatan dari seluruh sub indikator risiko per komponen berdasarkan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil ini akan diolah dengan pemetaan risiko dengan mencari sub indikator risiko dari komponen.

| OCCURANCE |                |   |                                    |                                                                                                                                     |     |      |
|-----------|----------------|---|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| SEVERITY  | Matriks Risiko |   |                                    |                                                                                                                                     |     |      |
|           |                | 1 | 2 3                                | 4 5 6                                                                                                                               | 7 8 | 9 10 |
|           | 109            |   | 1C                                 |                                                                                                                                     |     |      |
|           | 87             |   | 13A, 12B, 13B, 13C                 | 1B                                                                                                                                  |     |      |
|           | 654            |   | 10A, 5A, 3C, 5B, 5D, 11C, 11D, 12C | 9A, 9B, 9D, 7A, 7B, 7C, 14A, 2A, 8A, 8D, 8C, 11A, 4A, 6A, 3A, 1D, 2B, 2C, 2D, 3B, 3D, 4D, 5C, 6B, 10B, 10C, 11B, 14B, 14C, 14D, 14E |     |      |
|           | 32             |   | 12A                                | 1A, 4B, 4C, 6C, 7D, 9C                                                                                                              |     |      |
|           | 1              |   |                                    |                                                                                                                                     |     |      |

Gambar 4.1 Matriks Risiko

Berdasarkan gambar 4.1 terdapat 2 sub risiko indikator per komponen yang berada pada area high risk (warna merah) adalah sebagai berikut :

1. Kegagalan rem (1C)
2. Rem darurat kerekan bermasalah (1B)

Dua sub risiko indikator per komponen menjadi risiko prioritas yang akan ditindaklanjuti dan dilakukan strategi agar masalah tersebut tidak terulang kembali. Berikut rincian hasil pemetaan risiko dari seluruh sub risiko indikator per komponen pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Hasil Pemetaan Risiko

| Kode | Penyebab Risiko                       | Severity | Occurance | Kategori Risiko |
|------|---------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| 13A  | a. Kecelakaan saat pengoperasian      | 8.75     | 2.50      |                 |
| 10A  | a. Alarm tidak berbunyi               | 5.50     | 3.75      |                 |
| 9A   | a. Masalah sistem GPS                 | 6.25     | 4.50      |                 |
| 7A   | a. Kontrol kesalahan pengisian daya   | 5.25     | 4.75      |                 |
| 14A  | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi | 4.00     | 5.75      |                 |
| 2A   | a. Gangguan inventer gantry           | 5.50     | 5.75      |                 |
| 5A   | a. Penyebar hige pin headblock rusak  | 6.50     | 3.25      |                 |
| 1A   | a. Kerekan tidak dapat bergerak       | 3.75     | 6.50      |                 |
| 8A   | a. Lampu sorot mati                   | 5.00     | 5.25      |                 |

| Kode | Penyebab Risiko                                        | Severity | Occurance | Kategori Risiko |
|------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| 12A  | a. Corner post                                         | 2.75     | 2.75      |                 |
| 11A  | a. Kerusakan inventer                                  | 5.50     | 4.25      |                 |
| 4A   | a. Lampu sorot penyebar mati                           | 4.00     | 5.75      |                 |
| 6A   | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 6.50     | 4.75      |                 |
| 3A   | a. Trolley motor rusak                                 | 5.00     | 4.50      |                 |
| 1B   | b. Rem darurat kerekan bermasalah                      | 8.00     | 4.00      |                 |
| 1C   | c. Kegagalan rem                                       | 9.00     | 3.25      |                 |
| 1D   | d. Kerusakan part (eacoder, motor, gearbox, drive      | 5.25     | 5.50      |                 |
| 2B   | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok                 | 4.50     | 6.25      |                 |
| 2C   | c. Koil Brake                                          | 6.00     | 5.25      |                 |
| 2D   | d. Kerusakan part lainnya                              | 4.25     | 6.25      |                 |
| 3B   | b. Rantai trolley rusak                                | 5.75     | 4.75      |                 |
| 3C   | c. Keausan gearbox                                     | 5.50     | 3.75      |                 |
| 3D   | d. Keausan roda trolley encoder, drive                 | 5.00     | 4.00      |                 |
| 4B   | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               | 3.75     | 4.25      |                 |
| 4C   | c. Proximity spreader bermasalah                       | 3.75     | 4.75      |                 |
| 4D   | d. Pump spreader                                       | 4.75     | 5.00      |                 |
| 5B   | b. Kegagalan bearing                                   | 5.75     | 3.75      |                 |
| 5C   | c. Keausan pada sheave                                 | 5.50     | 4.00      |                 |
| 5D   | d. Kerusakan twislock                                  | 6.75     | 2.50      |                 |
| 6B   | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 4.75     | 4.25      |                 |
| 6C   | c. Sensor tidak akurat                                 | 3.75     | 4.25      |                 |
| 7B   | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 5.00     | 5.50      |                 |
| 7C   | c. Masalah drive sering mati                           | 6.00     | 5.75      |                 |
| 7D   | d. Plc/ drive off                                      | 2.00     | 6.00      |                 |
| 8B   | b. Lampu sorot LED mati                                | 5.00     | 5.25      |                 |
| 8C   | c. Lampu jalur truk mati                               | 4.25     | 5.00      |                 |
| 9B   | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 5.00     | 4.50      |                 |
| 9C   | c. Sistem toa bermasalah                               | 3.50     | 4.50      |                 |
| 9D   | d. doystick                                            | 4.75     | 4.25      |                 |
| 10B  | b. Speaker mati                                        | 5.00     | 4.25      |                 |

| Kode | Penyebab Risiko                                                        | Severity | Occurance | Kategori Risiko |
|------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| 10C  | c. Microphone tidak berfungsi                                          | 4.75     | 4.25      |                 |
| 11B  | b. Kegagalan generator                                                 | 5.75     | 5.00      |                 |
| 11C  | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 5.50     | 3.50      |                 |
| 11D  | d. Kerusakan crs                                                       | 4.75     | 3.00      |                 |
| 12B  | b. Overload                                                            | 7.25     | 2.25      |                 |
| 12C  | c. Kerusakan pada mesin                                                | 6.50     | 3.50      |                 |
| 13B  | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 8.75     | 2.25      |                 |
| 13C  | c. Kegagalan teknis                                                    | 8.50     | 2.25      |                 |
| 14B  | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 4.75     | 5.50      |                 |
| 14C  | c. Overheating                                                         | 5.00     | 6.00      |                 |
| 14D  | d. kebocoran                                                           | 5.00     | 5.00      |                 |
| 14E  | e. dynamo stante mati                                                  | 6.75     | 5.5       |                 |

### 4.3 Strategi *Preventive Maintenance*

Tabel 4. 9 Preventive Maintenance

| No | Komponen | Potensi kegagalan                                                                               | <i>Preventive Maintenance (pemeliharaan)</i>                          |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. | Hoist    | Kerekan tidak dapat bergerak                                                                    | Pemeriksaan gearbox dan wire rope sesuai jadwal                       |
|    |          | Rem darurat kerekan bermasalah                                                                  | Bersihkan actuator dari debu dan karat                                |
|    |          | Kegagalan rem                                                                                   | Uji fungsi brake setiap shift, lakukan pemeriksaan pada linkage brake |
|    |          | Kerusakan part (encoder bermasalah, motor bermasalah, gearbox bermasalah, drive inverter hoist) | Pemantauan rutin, motor serta gearbox servicing                       |
| 2. | Gantry   | Gangguan inverter gantry                                                                        | Bersihkan inverter                                                    |
|    |          | Masalah gantry tidak dapat bergerak                                                             | Periksa gantry sebelum digunakan                                      |
|    |          | Koil brake                                                                                      | Periksa kondisi pegas rem dan aktuator                                |
|    |          | Kerusakan part (motor                                                                           | Periksa arus dan                                                      |

| No | Komponen | Potensi kegagalan                                            | <i>Preventive Maintenance</i><br>(pemeliharaan)                                        |
|----|----------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|    |          | bermasalah, encoder<br>bermasalah, ban<br>gembos, ban bocor) | suhu, periksa<br>koneksi kabel,<br>periksa tekanan<br>harian, rotasi<br>secara berkala |
| 3. | Trolley  | Trolley motor rusak                                          | Lakukan<br>pemeriksaan<br>secara berkala                                               |
|    |          | Rantai trolley rusak                                         | Pemeriksaan pada<br>ketegangan rantai<br>secara berkala<br>atau mingguan               |
|    |          | Keausan gearbox                                              | Ganti oli sesuai<br>jadwal                                                             |
|    |          | Kerusakan roda<br>trolley                                    | Periksa roda<br>sesuai jadwal                                                          |
|    |          | Encoder bermasalah                                           | Pemeriksaan<br>encoder dari<br>kotoran debu                                            |
|    |          | Drive/inventer<br>bermasalah                                 | Pemeriksaan<br>inventer sesuai<br>jadwal                                               |

| No | Komponen           | Potensi kegagalan                                   | <i>Preventive Maintenance</i><br>(pemeliharaan) |
|----|--------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 4. | Spreader           | Lampu sorot penyebar mati                           | Periksa kondisi lampu sesuai jadwal             |
|    |                    | Pin twislock bermasalah/ retas                      | Perikisa pin twislock secara rutin              |
|    |                    | Indikator rusak                                     | Periksa kondisi indikator                       |
|    |                    | Pump spreader                                       | Pemeriksaan sistem hidrolik                     |
|    |                    | Tidak bisa telescopic                               | Periksa sensor secara berkala                   |
|    |                    | Motor bermasalah                                    | Periksa arus dan suhu motor seacara berkala     |
| 5. | Headblock          | Penyebar hige pin headblock rusak                   | Periksa kekencangan hige pin seacara berkala    |
|    |                    | Kegagalan bearing                                   | Periksa bearing saat mesin beroperasi           |
|    |                    | Keausan pada sheave                                 | Inpeksi wire rope secara berkala                |
|    |                    | Kerusakan twislock                                  | Pemeriksaan pin dan housing twislock            |
| 6. | TLS                | Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | Cek encoder keseimbangan                        |
|    |                    | Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | Lakukan pengecekan dengan PLC                   |
|    |                    | Sensor tidak akurat                                 | Cek akurasi                                     |
|    |                    | Wirerope rantas                                     | Cek dan inspeksi groove sheave                  |
| 7. | Electronic Control | Kontrol kesalahan pengisian daya                    | Periksa tegangan pengisian charger              |
|    |                    | Kerekan tidak dapat bergerak                        | Periksa konektor, tegangan                      |
|    |                    | Masalah drive sering mati                           | Periksa secara berkala                          |
|    |                    | Plc/drive off                                       | Periksa program PLC secara berkala              |

| No  | Komponen  | Potensi kegagalan           | <i>Preventive Maintenance</i><br>(pemeliharaan)             |
|-----|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 8.  | Lighting  | Lampu sorot mati            | Lakukan pemeriksaan secara berkala                          |
|     |           | Lampu sorot LED mati        | Periksa fungsi sebelum digunakan                            |
|     |           | Lampu jalur truk mati       | Periksa secara berkala                                      |
|     |           | Lampu walkway mati          | Cek lampu bracket                                           |
| 9.  | Cabin Op  | Masalah sistem GPS          | Periksa uji sinyal GPS                                      |
|     |           | Masalah toa tidak berfungsi | Periksa sistem sebelum digunakan                            |
|     |           | Sistem toa bermasalah       | Periksa fungsi toa akan digunakan                           |
|     |           | Joystick bermasalah         | Periksa fungsi joystick                                     |
| 10. | Auxiliary | Alarm tidak berbunyi        | Cek monitor log drive secara berkala                        |
|     |           | Speaker mati                | Periksa suara setiap hari                                   |
|     |           | Microphone tidak berfungsi  | Periksa suara sebelum digunakan                             |
|     |           | Ac mati                     | Bersihkan filter dan saluran ac secara berkala              |
|     |           | Cctv mati                   | Bersihkan lensa kamera                                      |
| 11. | Power     | Kerusakan inventer          | Bersihkan inventer, cek arus secara berkala                 |
|     |           | Kegagalan generator         | Lakukan service genset                                      |
|     |           | Gangguan pasokan listrik    | Periksa koneksi secara berkala, jaga kestabilan sumber daya |
|     |           | Kerusakan crs               | Pemeriksaan kabel secara rutin                              |
|     |           | Kerusakan kabel plug        | Gunakan plug tahan cuaca dan getaran                        |
|     |           | Main engine/pln             | Service rutin, pantau indikator                             |

| No  | Komponen                  | Potensi Kegagalan                            | Preventive Maintenance (Pemeliharaan)                        |
|-----|---------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 12. | OB (Operation Breakdown ) | Corner post                                  | Periksa kondisi saat akan dipakai                            |
|     |                           | Overload                                     | Kalibrasi sensor secara berkala                              |
|     |                           | Kerusakan pada mesin                         | Lakukan schedule engine service                              |
| 13. | Accident                  | Kecelakaan saat pengoperasian                | Pemeliharaan sistem kontrol keselamatan, sensor, alarm       |
|     |                           | Kondisi lingkungan yang tidak aman           | Instalasi pelindung cuaca, detector angin                    |
|     |                           | Kegagalan teknis                             | Uji sistem keselamatan secara rutin (break, twislock, alarm) |
| 14. | Engine                    | Mesin bermasalah dibawah frekuensi           | Cek sistem pendingin dan kelistrikan                         |
|     |                           | Mesin sering mati+avr/perlindungan generator | Periksa kontrol sistem                                       |
|     |                           | Overheating                                  | Periksa fungsi safety cut-off dan indikator                  |
|     |                           | Kebocoran engine                             | Monitoring suhu mesin real time                              |
|     |                           | Dinamo stante mati                           | Gunakan seal dan paking berkualitas                          |
|     |                           | Cavit start                                  | Periksa tegangan stater dan ampere aki, bersihkan konektor   |

Tabel 4.8 menunjukkan Preventive Maintenance yang dilakukan untuk kegiatan pemeliharaan pada kerusakan masing-masing komponen RTG.

Tabel 4. 10 Preventive Maintenance pada 5 komponen

| Komponen | Potensi kegagaln                                                             | Preventive Maintenance (pemeliharaan)                                                       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gantry   | Gangguan inventer gantry                                                     | Bersihkan inventer                                                                          |
|          | Masalah gantry tidak dapat bergerak                                          | Periksa gantry sebelum digunakan                                                            |
|          | Koil brake                                                                   | Periksa kondisi pegas rem dan aktuator                                                      |
|          | Kerusakan part (motor bermasalah, encoder bermasalah, ban gembos, ban bocor) | Periksa arus dan suhu, periksa koneksi kabel, periksa tekanan harian, rotasi secara berkala |

| Komponen           | Potensi kegagalan                                                                                          | Preventive Maintenance (pemeliharaan)                                 |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Engine             | Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                                                         | Cek sistem pendingin dan kelistrikan                                  |
|                    | Mesin sering mati+avr/perlindungan generator                                                               | Periksa kontrol sistem                                                |
|                    | Overheating                                                                                                | Periksa fungsi safety cut-off dan indikator                           |
|                    | Kebocoran engine                                                                                           | Monitoring suhu mesin real time                                       |
|                    | Dinamo stante mati                                                                                         | Gunakan seal dan paking berkualitas                                   |
|                    | Cavit start                                                                                                | Periksa tegangan stater dan ampere aki, bersihkan konektor            |
| Hoist              | Kerekan tidak dapat bergerak                                                                               | Pemeriksaan gearbox dan wire rope sesuai jadwal                       |
|                    | Rem darurat kerekan bermasalah                                                                             | Bersihkan actuator dari debu dan karat                                |
|                    | Kegagalan rem                                                                                              | Uji fungsi brake setiap shift, lakukan pemeriksaan pada linkage brake |
|                    | Kerusakan part (encoder bermasalah, motor bermasalah, gearbox bermasalah, drive inverter hoist bermasalah) | Pemantauan rutin, motor serta gearbox servicing                       |
| Electronic Control | Kontrol kesalahan pengisian daya                                                                           | Periksa tegangan pengisian charger                                    |
|                    | Kerekan tidak dapat bergerak                                                                               | Periksa konektor, tegangan                                            |
|                    | Masalah drive sering mati                                                                                  | Periksa secara berkala                                                |
|                    | Plc/drive off                                                                                              | Periksa program PLC secara berkala                                    |
| Lighting           | Lampu sorot mati                                                                                           | Lakukan pemeriksaan secara berkala                                    |
|                    | Lampu sorot LED mati                                                                                       | Periksa fungsi sebelum digunakan                                      |
|                    | Lampu jalur truk mati                                                                                      | Periksa secara berkala                                                |
|                    | Lampu walkway mati                                                                                         | Cek lampu bracket                                                     |

Tabel 4.9 menunjukkan kegiatan *Preventive Maintenance* pada lima komponen dengan resiko tertinggi. Komponen Gantry untuk potensi kegagalan gangguan inventer gantry kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan ialah membersihkan inventer, potensi kegagalan koil brake *preventive maintenance* yang dilakukan ialah memeriksa kondisi pegas rem dan actuator. Sedangkan kerusakan part *preventive maintenancenya* adalah memeriksa arus, suhu, koneksi kabel, tekanan harian dan rotasi secara berkala.

Komponen Engine untuk potensi kegagalan mesin bermasalah dibawah frekuensi *preventive maintenancenya* ialah mengecek sistem pendingin dan kelistrikan, potensi kegagalan *overheating* kegiatan *preventive maintenance* nya adalah memeriksa fungsi safety cut-off dan indikator, potensi kegagalan dynamo stante mati maka *preventive maintenancenya* ialah menggunakan seal dan paking berkualitas.

Komponen Hoist untuk potensi kegagalan kerekan tidak dapat bergerak maka *preventive maintenancenya* ialah memeriksa gearbox dan wire rope sesuai jadwal. Potensi kegagalan rem darurat kerekan bermasalah maka *preventive maintenancenya* dengan membersihkan actuator dari debu dan karat.

Komponen Electronic Control untuk potensi kegagalan Pic/drive off maka *preventive maintenancenya* dnegan memeriksa program PLC secara berkala, potensi kegagalan kontrol kesalahan pengisian daya maka *preventive maintenancenya* dengan memeriksa tegangan pengisian charger.

Komponen Lighting untuk potensi kegagalan lampu sorot mati *preventive maintenancenya* ialah melakukan pemeriksaan secara berkala, potensi kegagalan lampu sorot LED mati maka *preventive maintenancenya* ialah memeriksa fungsi sebelum digunakan.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis pemeliharaan dan perawatan rubber tyre gantry (RTG) pada perusahaan bongkar muat petikemas menggunakan metode rcm maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Faktor-faktor penyebab kegagalan pada lima komponen RTG dengan nilai RPN tertinggi yakni Hoist diantaranya yakni kerekan tidak dapat bergerak, Rem darurat kerekan bermasalah, kegagalan rem dan kerusakan part. Kegagalan pada komponen Gantry diantaranya gangguan inverter gantry, koil brake, kerusakan part. Kegagalan pada komponen electronic control diantaranya kontrol kesalahan pengisian daya, kerekan tidak dapat bergerak, masalah drive sering mati, plc/drive off. Kegagalan pada komponen lighting diantaranya lampu sorot mati, lampu sorot led mati, lampu jalur truk mati, lampu walkway mati. Kegagalan pada komponen engine diantaranya mesin bermasalah dibawah frekuensi dan kebocoran engine.
2. Hasil perhitungan *Severity*, *Occurance* dan *Detection* diperoleh hasil nilai *Severity* tertinggi adalah pada komponen Accident yakni sebesar 8.667. sedangkan nilai *Severity* terendah adalah pada komponen Spreader yakni sebesar 4.0625. Nilai *Occurance* tertinggi adalah pada komponen Gantry yakni sebesar 5.875 dan nilai *occurance* terendah adalah pada komponen OB (Operation Breakdown) yakni sebesar 2.833. Nilai *Detection* tertinggi adalah pada komponen Engine yakni sebesar 5.35 dan nilai *detection* terendah adalah pada komponen OB (Operation Breakdown) yakni sebesar 2.91. Kemudian hasil perhitungan RPN dengan mengalikan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu pada komponen Gantry yakni sebesar 152.57 diikuti komponen Engine yakni sebesar 150.68 dan komponen Hoist sebesar 128.79. Nilai RPN terendah pada komponen OB yakni sebesar 46.34. nilai RPN tertinggi menunjukkan resiko prioritas untuk segera ditangani karena gabungan dari resiko kegagalan terbesar dan kegagalan yang sering terjadi serta kegagalan yang

sulit terdeteksi.

3. Untuk strategi *preventive maintenance* pada komponen dengan nilai RPN tertinggi secara berurutan adalah komponen Gantry, Engine dan Hoist. Maka strategi yang akan dilakukan pada masing-masing komponen adalah Gantry dengan potensi kegagalan gangguan inventer strategi yang digunakan adalah bersihkan inventer, potensi kegagalan koil brake strategi yang digunakan yakni periksa kondisi pegas rem dan actuator. Komponen Engine dengan potensi kegagalan mesin bermasalah dibawah frekuensi strategi yang digunakan cek sistem pendingin dan kelistrikan, potensi kegagalan kebocoran engine strategi yang dilakukan monitoring suhu mesin real time. Komponen Hoist dengan potensi kegagalan rem darurat kerekan bermasalah strategi yang digunakan bersihkan aktuatordari debu dan karat, potensi kegagalan kerekan tidak dapat bergerak strategi yang dilakukan pemeriksaan gearbox dan wire rope sesuai jadwal. Untuk hasil matriks risiko terdapat 2 sub risiko indikator yaitu kegagalan rem dan rem darurat kerekan bermasalah perkomponen yang mempunyai nilai risiko yang tinggi dan butuh ditindaklanjuti.

## 5.2 Saran

Untuk kegiatan perawatan terhadap alat RTG sebaiknya dilakukan secara rutin sesuai dengan rencana perawatan agar alat bekerja secara optimal dan dapat mencegah terjadinya off system karena jam kerja alat yang sangat padat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. 2017. *Menejemen Nyeri Pada Lansia Pendekatan Non-Farmakologi*, **Jurnal Keperawatan Muhammadiyah**, 2 (1).
- Hari Sandi, (2020) Hari Sandi, R. (2020). perencanaan interval
- Irwansyah, D., & Khairunisyah, A. (n.d.). *Analisis Kegiatan Model Reliability Centered Maintenance (Rcm) Dalam Maintenance Mesin Vertical Sterilizer Pada Stasiun Perebusan*.
- Keskin Gursoy, A., Ma B., dan Nussinov R. (2008). ***Principles of Protein-protein interactions***: what are the Preferred ways for proteins to interact? Chemical reviews, 108(4), 1225-1244,
- kripsi Analisis Risiko Operasional Alat Rubber Tyred Gantry (RTG) Baterai Dengan Metode FMEA Dan FTA Pada Perusahaan Penyedia Jasa Layanan Bongkar Muat Di Surabaya *Manajemen Indutri dan Teknologi* (Vol. 1, Nomor 1).
- Pasu, A. I. 2019. Analisis Biaya Perawatan Gantry Crane di termial petikemas makasar. skripsi departemen teknik perkapalan, fakultas teknik universitas hasanudin makasar
- Perawatan mesin hd 102 dengan metode realibility centered maintenance (rcm ) ii di pt. Xyz. In *Juminten : Jurnal*
- Ponidi & P, (2020) Hari Sandi, R. (2020). Perencanaan interval perawatan mesin hd 102 dengan metode realibility centered maintenance (rcm ) ii di pt. Xyz. In *Juminten : Jurnal*
- Ponidi, P., & P, B. (2020). Analisis Maintenance Quayside Container Crane Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis ( Fmea). *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 65–74. <https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5268>
- Revitasari, C., Novareza, O., & Darmawan, Z. (2015). *Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Mesin-Mesin Di Stasiun Gilingan (Studi Kasus PG. Lestari Kertosono)*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 3(3), p485-494.
- Rizki Akhbar Politeknik Bumi Akpelni Semarang & Darmana Politeknik Bumi Akpelni Semarang, (2019).
- Sajaradj, Z., Huda, L. N., & Sinulingga, S. (2019). The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design

Maintenance System in Manufacturing (Journal Review). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1).  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012058>

Skripsi Analisis Tingkat Kerusakan *Rubber Tyre Gantry* (Alat RTG) Di Terminal Mirah Surabaya

*Study Penangan Kerusakan Komponen Yang Terjadi Pada RTG di Terminal Peti Kemas Koja Jakarta. Jurnal Saintek Maritim*, Politeknik Bumi Akpelni Semarang. 19 (2),

Sukanta, Sukanta, Dene Herwanto, and Yopi Yulian. (2018) “*Analisis Kegagalan Sistem Pada Perawatan Mesin Evaporator Menggunakan Metode Fmea Dan Fta.*” Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat. Vol.2

# Lampiran 1

## Dokumen Wawancara

### Expert 1

Nama : Anis Setya Yurana  
 Jabatan : VP RTO  
 Lama Bekerja : 8 tahun .

Surabaya, 26 -05- 2025

  
 (ANIS SETYA Y...)

#### Petunjuk Pengisian Wawancara

1. Bapak/Ibu Responden dimohon untuk memberikan penilaian (✓) Setuju jika pernyataan tersebut sesuai dan memberikan penilaian (✓) Tidak jika pernyataan tersebut tidak sesuai dan memberikan alasan.

#### Pertanyaan Wawancara

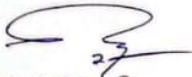
| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                             | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju                                                   |
|----|--------------------|---------------------------------------------|--------|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak             | ✓      |       | Ini adalah akibat, perlu dijelaskan lebih detail terkait penyebabnya. |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah           | ✓      |       |                                                                       |
|    |                    | c. Kegagalan rem                            | ✓      |       |                                                                       |
|    |                    | d. Kerusakan part (rod motor, start, drive) | ✓      |       |                                                                       |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                 | ✓      |       | tidak dapat bergerak.                                                 |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok      | ✗      | ✓     |                                                                       |
|    |                    | c. Koil Brake                               | ✓      |       |                                                                       |
|    |                    | d. Kerusakan part lainnya.                  | ✓      |       |                                                                       |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------|-------|---------------------|
| 3  | Trolley                    | a. Trolley motor rusak                                 | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Rantai trolley rusak                                | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Keausan gearbox                                     | ✓      |       |                     |
|    |                            | d. Keausan roda trolley<br>synchron, drive             | ✓      |       |                     |
| 4  | Spreader                   | a. Lampu sorot penyebar mati                           | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Indikator rusak                                     | ✓      |       |                     |
|    |                            | d. Pump spreader<br>part 3 fan Chiatang                | ✓      |       |                     |
| 5  | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Kegagalan bearing dan<br>rope shore                 | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Keausan pada sheave                                 | ✓      |       |                     |
|    |                            | d. Keausan turibodi                                    | ✓      |       |                     |
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | ✓      |       |                     |
|    |                            | d.                                                     |        |       |                     |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | ✓      |       |                     |
|    |                            | d. PLC Andrive off                                     | ✓      |       |                     |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | ✓      |       |                     |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | ✓      |       |                     |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | ✓      |       |                     |
|    |                            | d.                                                     |        |       |                     |

## Expert 2

Nama : ZEFFRY BAGUS PRAMESTHA  
 Jabatan : SUPERINTENDENT RTG  
 Lama Bekerja : 10 th.

Surabaya, 2025

  
 (ZEFFRY BAGUS P.)

### Petunjuk Pengisian Wawancara

1. Bapak/Ibu Responden dimohon untuk memberikan penilaian (✓) **Setuju** jika pernyataan tersebut sesuai dan memberikan penilaian (✓) **Tidak** jika pernyataan tersebut tidak sesuai dan memberikan alasan.

### Pertanyaan Wawancara

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju                 |
|----|--------------------|----------------------------------------|--------|-------|-------------------------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak        | ✓      |       |                                     |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah      | ✓      |       |                                     |
|    |                    | c. Kegagalan rem                       | ✓      |       |                                     |
|    |                    | d. Encoder bermasalah                  | ✓      |       |                                     |
|    |                    | e. Motor bermasalah                    | ✓      |       |                                     |
| 2  | Gantry             | f. Gearbox bermasalah                  | ✓      |       |                                     |
|    |                    | g. Drive / inverter Hoist bermasalah   | ✓      |       |                                     |
|    |                    | a. Gangguan inventer gantry            | ✓      |       |                                     |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok |        | ✓     | Masalah Gantry tidak dapat bergerak |
|    |                    | c. Koil Brake                          | ✓      |       |                                     |
|    |                    | d. Motor bermasalah                    | ✓      |       |                                     |
|    |                    | Encoder bermasalah                     | ✓      |       |                                     |
|    |                    | Rem gantry                             | ✓      |       |                                     |

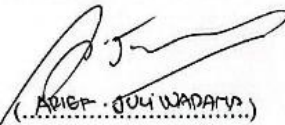
| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju             |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------|-------|---------------------------------|
| 3  | Trolley                    | a. Trolley motor rusak                                 | ✓      |       |                                 |
|    |                            | b. Rantai trolley rusak                                | ✓      |       |                                 |
|    |                            | c. Keausan gearbox                                     | ✓      |       |                                 |
|    |                            | d. Keausan Roda trolley                                | ✓      |       |                                 |
| 4  | Spreader                   | e. Encoder bermasalah                                  | ✓      |       |                                 |
|    |                            | f. Drive / Inverter bermasalah                         | ✓      |       |                                 |
|    |                            | a. Lampu sorot penyebar mati                           | ✓      |       |                                 |
|    |                            | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               |        | ✓     | Pin twistlock bermasalah / Rata |
|    |                            | c. Proximity spreader bermasalah                       | ✓      |       |                                 |
|    |                            | d. Indikator rusak                                     | ✓      |       |                                 |
|    |                            | e. Pully spreader bermasalah                           | ✓      |       |                                 |
| 5  | Headblock                  | f. tidak bisa telescopic                               | ✓      |       |                                 |
|    |                            | g. Klor bermasalah                                     | ✓      |       |                                 |
|    |                            | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | ✓      |       |                                 |
|    |                            | b. Kegagalan bearing Ropsheave                         | ✓      |       |                                 |
|    |                            | c. Keausan pada sheave                                 | ✓      |       |                                 |
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | d. Sensor headblock bermasalah                         | ✓      |       |                                 |
|    |                            | e. Keretakan twistlock pin headblock                   | ✓      |       |                                 |
|    |                            | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | ✓      |       |                                 |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | ✓      |       |                                 |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | ✓      |       |                                 |
| 7  | Electronic Control         | d.                                                     |        |       |                                 |
|    |                            | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | ✓      |       |                                 |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | ✓      |       |                                 |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | ✓      |       |                                 |
| 8  | Lighting                   | d. PLC fault                                           | ✓      |       |                                 |
|    |                            | a. Lampu sorot mati                                    |        | ✓     | Lampu sorot top beam mati       |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                |        | ✓     | Lampu sorot trolley mati        |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | ✓      |       |                                 |
|    |                            | d. Lampu walkway mati                                  | ✓      |       |                                 |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju   |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|-------|-----------------------|
| 9  | Cabin OP                    | a. Masalah sistem GPS                                                  | ✓      |       |                       |
|    |                             | b. Masalah toa tidak berfungsi                                         | ✓      |       |                       |
|    |                             | c. Sistem toa bermasalah                                               |        | ✓     | Kursi Cabin Op. rusak |
|    |                             | d. Controller / joystick bermasalah                                    | ✓      |       |                       |
| 10 | Auxiliary                   | a. Alarm tidak berbunyi                                                | ✓      |       |                       |
|    |                             | b. Speaker mati                                                        | ✓      |       |                       |
|    |                             | c. Microphone tidak berfungsi                                          | ✓      |       |                       |
|    |                             | d. AC mati                                                             | ✓      |       |                       |
| 11 | Power                       | e. CCTV mati                                                           | ✓      |       |                       |
|    |                             | a. Kerusakan inventer                                                  |        | ✓     | Kerusakan Trafo.      |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | ✓      | ✓     |                       |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | ✓      |       |                       |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | d. Kerusakan kabel plug                                                | ✓      |       |                       |
|    |                             | a. Corner post                                                         |        | ✓     | Kudala non tekur      |
|    |                             | b. Overload                                                            | ✓      |       |                       |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                |        | ✓     | Bad weather           |
| 13 | Accident                    | d.                                                                     |        |       |                       |
|    |                             | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | ✓      |       |                       |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | ✓      |       |                       |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | ✓      |       |                       |
| 14 | Engine                      | d.                                                                     |        |       |                       |
|    |                             | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi (Low Power)                      | ✓      |       |                       |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | ✓      |       |                       |
|    |                             | c. Overheating                                                         | ✓      |       |                       |
|    |                             | d. Engine ada kebocoran                                                | ✓      |       |                       |
|    |                             | e. Can't Start                                                         | ✓      |       |                       |

### Expert 3

Nama : ARIEF JULI WADAH  
 Jabatan : SUPERINTENDEN  
 Lama Bekerja : 1 TAHUN (EKSISTING POSISI)

Surabaya, 26 - 05 - 2025

  
 (ARIEF JULI WADAH)

#### Petunjuk Pengisian Wawancara

1. Bapak/Ibu Responden dimohon untuk memberikan penilaian (✓) Setuju jika pernyataan tersebut sesuai dan memberikan penilaian (✓) Tidak jika pernyataan tersebut tidak sesuai dan memberikan alasan.

#### **Pertanyaan Wawancara**

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju                                                  |
|----|--------------------|----------------------------------------|--------|-------|----------------------------------------------------------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak        | ✓      |       |                                                                      |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah      | ✓      |       |                                                                      |
|    |                    | c. Kegagalan rem                       | ✓      |       |                                                                      |
|    |                    | d.                                     |        |       |                                                                      |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry            | ✓      |       |                                                                      |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok |        | ✓     | Posisi Gantry boggy tidak dapat berbelok (steering by operator hand) |
|    |                    | c. Koil Brake                          | ✓      |       |                                                                      |
|    |                    | d.                                     |        |       |                                                                      |

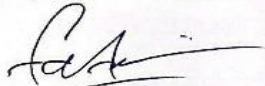


| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------------------|
| 9  | Cabin OP                    | a. Masalah sistem GPS                                                  | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Masalah toa tidak berfungsi                                         | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Sistem toa bermasalah                                               | ✓      |       |                     |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                     |
| 10 | Auxiliary                   | a. Alarm tidak berbunyi                                                | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Speaker mati                                                        | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Microphone tidak berfungsi                                          | ✓      |       |                     |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                     |
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | ✓      |       |                     |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                     |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Overload                                                            | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | ✓      | ✗     | Tidak hanya         |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                     |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | ✓      |       |                     |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                     |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | ✓      |       |                     |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | ✓      |       |                     |
|    |                             | c. Overheating                                                         | ✓      |       |                     |
|    |                             | d. Low oil level<br>Low water level                                    | ✓      |       |                     |

## Expert 4

Nama : MOCHAMMAD FATCHURROCHMAN  
 Jabatan : PLANNER MAINTENANCE  
 Lama Bekerja : 7 TAHUN

Surabaya, 21 - 5 - 2025

  
 (M. FATCHURROCHMAN)

### Petunjuk Pengisian Wawancara

1. Bapak/Ibu Responden dimohon untuk memberikan penilaian (✓) **Setuju** jika pernyataan tersebut sesuai dan memberikan penilaian (✓) **Tidak** jika pernyataan tersebut tidak sesuai dan memberikan alasan.

### Pertanyaan Wawancara

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju |
|----|--------------------|----------------------------------------|--------|-------|---------------------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak        | ✓      |       |                     |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah      | ✓      |       |                     |
|    |                    | c. Kegagalan rem                       | ✓      |       |                     |
|    |                    | d. WIRE ROPE PATAH                     | ✓      |       |                     |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry            | ✓      |       |                     |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok | ✓      |       |                     |
|    |                    | c. Koil Brake                          | ✓      |       |                     |
|    |                    | d. BAK BOCOR / KERS                    | ✓      |       |                     |

| No | Kerusakan Komponen                                   | Penyebab Risiko                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju |
|----|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|-------|---------------------|
| 3  | Trolley                                              | a. Trolley motor rusak                                 | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Rantai trolley rusak                                | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Keausan gearbox                                     | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d. RAIL ABNORMAL                                       | ✓      |       |                     |
| 4  | Spreader                                             | a. Lampu sorot penyebar mati                           | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Indikator rusak                                     | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d. OIL HYDRAULIC LOW                                   | ✓      |       |                     |
| 5  | Headblock                                            | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Kegagalan bearing                                   | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Keausan pada sheave                                 | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d. TWIST LOCK PETAK                                    | ✓      |       |                     |
| 6  | Tls (Truck Lifting System)<br>ACM / TRIM LIST SYSTEM | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Sensor tidak akurat                                 | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d. WIDE ROPE RANTAS                                    | ✓      |       |                     |
| 7  | Electronic Control                                   | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Masalah drive sering mati                           | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d.                                                     |        |       |                     |
| 8  | Lighting                                             | a. Lampu sorot mati                                    | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | b. Lampu sorot LED mati                                | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | c. Lampu jalur truk mati                               | ✓      |       |                     |
|    |                                                      | d.                                                     |        |       |                     |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Setuju | Tidak | Alasan tidak setuju      |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------------------|
| 9  | Cabin OP                    | a. Masalah sistem <del>GPS</del> /VMT                                  | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Masalah toa tidak berfungsi                                         | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Sistem toa bermasalah                                               | ✓      |       |                          |
|    |                             | d. <del>PANEL OPERATOR</del>                                           | ✓      |       |                          |
| 10 | Auxiliary                   | a. Alarm tidak berbunyi                                                | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Speaker mati                                                        | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Microphone tidak berfungsi                                          | ✓      |       |                          |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                          |
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | ✓      |       |                          |
|    |                             | d. <del>MAIN ENGINE</del> /PLH                                         | ✓      |       |                          |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Overload                                                            | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                |        | ✓     | OB KERUSAKAN DILWAH ALAT |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                          |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | ✓      |       |                          |
|    |                             | d.                                                                     |        |       |                          |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | ✓      |       |                          |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | ✓      |       |                          |
|    |                             | c. Overheating                                                         | ✓      |       |                          |
|    |                             | d. <del>ACAP</del> PULCH                                               | ✓      |       |                          |

Lampiran 2  
Dokumen kuisioner  
Expert 1

From Kuisioner

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                              | Severity | Occurance | Detection |
|----|--------------------|----------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak              | 4        | 7         | 3         |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah            | 9        | 63        | 4         |
|    |                    | c. Kegagalan rem                             | 9        | 2         | 3         |
|    |                    | d. Kerosakan part loadtr motor gearbox drive | 4        | 5         | 4         |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                  | 7        | 6         | 6         |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok       | 2        | 8         | 5         |
|    |                    | c. Koil Brake                                | 7        | 7         | 5         |
|    |                    | d. Kerosakan part loadtr                     | 3        | 5         | 4         |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                       | 5        | 6         | 6         |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                      | 5        | 7         | 7         |
|    |                    | c. Keausan gearbox                           | 5        | 2         | 2         |
|    |                    | d. Kerosakan roda trolley motor drive        | 4        | 3         | 9         |
| 4  | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati                 | 3        | 2         | 2         |
|    |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati     | 3        | 2         | 2         |
|    |                    | c. Indikator rusak                           | 3        | 1         | 1         |
|    |                    | d. Rump Spreader                             | 9        | 3         | 3         |
| 5  | Headblock          | a. Penyebar hige pin headblock rusak         | 8        | 2         | 2         |
|    |                    | b. Kegagalan bearing dan vbe shape           | 8        | 5         | 5         |
|    |                    | c. Keausan pada sheave                       | 5        | 3         | 3         |
|    |                    | d. Kerosakan twist lock                      | 8        | 1         | 1         |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 6  | TIs (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 4        | 7         | 4         |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 4        | 5         | 5         |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 3        | 5         | 4         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 4        | 2         | 3         |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 4        | 4         | 3         |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 7        | 4         | 2         |
|    |                            | d. <i>PLC / driv off</i>                               | 2        | 6         | 5         |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 3        | 5         | 3         |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 3        | 5         | 4         |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 3        | 4         | 3         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 4        | 3         | 3         |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 2        | 1         | 1         |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 2        | 2         | 2         |
|    |                            | d. <i>Joystick</i>                                     | 4        | 3         | 3         |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 6        | 2         | 2         |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 6        | 2         | 2         |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 6        | 2         | 3         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | 7        | 6         | 4         |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | 8        | 7         | 7         |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 8        | 3         | 3         |
|    |                             | d. <i>kurangnya CRS</i>                                                | 5        | 3         | 3         |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2        | 2         | 2         |
|    |                             | b. Overload                                                            | 9        | 2         | 2         |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 8        | 7         | 4         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 9        | 1         | 3         |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 9        | 1         | 3         |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 9        | 1         | 3         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 3        | 4         | 5         |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 3        | 3         | 6         |
|    |                             | c. Overheating                                                         | 4        | 6         | 5         |
|    |                             | d. <i>kelebihan</i>                                                    | 4        | 4         | 3         |
|    |                             | e. <i>pinamo lunte mati</i>                                            | 8        | 6         | 6         |

## Expert 2

### From Kuisisioner

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                          | Severity | Occurance | Detection |
|----|--------------------|------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak          | 2        | 7         | 3         |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah        | 8        | 1         | 2         |
|    |                    | c. Kegagalan rem                         | 8        | 2         | 2         |
|    |                    | d. Encoder bermasalah                    | 3        | 5         | 4         |
|    |                    | e. motor bermasalah                      | 3        | 3         | 3         |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry              | 4        | 5         | 4         |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok   | 2        | 5         | 3         |
|    |                    | c. Koil Brake                            | 5        | 2         | 2         |
|    |                    | d. motor bermasalah                      | 3        | 5         | 4         |
|    |                    | e. encoder bermasalah                    | 3        | 4         | 4         |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                   | 3        | 3         | 4         |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                  | 3        | 3         | 3         |
|    |                    | c. Keausan gearbox                       | 4        | 5         | 3         |
|    |                    | d. keausan roda trolley                  | 4        | 5         | 3         |
|    |                    | e. encoder bermasalah                    | 3        | 2         | 2         |
| 4  | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati             | 1        | 7         | 2         |
|    |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati | 8        | 1         | 1         |
|    |                    | c. Proximity Spreader bermasalah         | 3        | 4         | 3         |
|    |                    | d. Indikator rusak                       | 1        | 5         | 2         |
|    |                    | e. Pump Spreader bermasalah              | 4        | 3         | 3         |
| 5  | Headblock          | a. Penyebar hige pin headblock rusak     | 2        | 4         | 3         |
|    |                    | b. Kegagalan bearing rot/shaft           | 4        | 3         | 3         |
|    |                    | c. Keausan pada sheave                   | 4        | 3         | 3         |
|    |                    | d. Sensor headblock bermasalah           | 4        | 4         | 4         |
|    |                    | e. kerekan twiskel                       | 8        | 1         | 1         |
|    |                    | f. pin headblock                         | 8        | 1         | 1         |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 2        | 4         | 3         |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 3        | 4         | 4         |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 3        | 4         | 4         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 3        | 4         | 5         |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 2        | 5         | 5         |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 2        | 6         | 5         |
|    |                            | d. f/c fault                                           | 2        | 6         | 5         |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 1        | 4         | 2         |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 1        | 4         | 2         |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 1        | 4         | 3         |
|    |                            | d. lampu walkway mati                                  | 1        | 3         | 3         |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 4        | 3         | 3         |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 2        | 5         | 4         |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 2        | 4         | 4         |
|    |                            | d. controller / joystick bermasalah                    | 4        | 3         | 3         |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 6        | 2         | 2         |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 3        | 4         | 4         |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 3        | 4         | 4         |
|    |                            | d. Ac mati<br>e. ctu mati                              | 6<br>6   | 2<br>2    | 2<br>2    |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | 4        | 2         | 2         |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | 5        | 4         | 4         |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 4        | 2         | 2         |
|    |                             | d. kerusakan kabel plug                                                | 5        | 2         | 2         |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2        | 4         | 5         |
|    |                             | b. Overload                                                            | 5        | 2         | 2         |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 5        | 2         | 5         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 6        | 2         | 3         |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 6        | 1         | 2         |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 6        | 1         | 2         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 3        | 5         | 4         |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 3        | 5         | 4         |
|    |                             | c. Overheating                                                         | 3        | 4         | 4         |
|    |                             | d. Engine ada kebocoran                                                | 4        | 4         | 3         |
|    |                             | e. Cavit Start                                                         | 3        | 5         | 4         |

### Expert 3

#### From Kuisisioner

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                          | Severity | Occurance | Detection |
|----|--------------------|------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak          | 4        | 4         | 4         |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah        | 5        | 4         | 4         |
|    |                    | c. Kegagalan rem                         | 4        | 1         | 4         |
|    |                    | d.                                       |          |           |           |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry              | 5        | 3         | 3         |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok   | 5        | 3         | 3         |
|    |                    | c. Koil Brake                            | 4        | 2         | 3         |
|    |                    | d.                                       |          |           |           |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                   | 5        | 3         | 4         |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                  | 5        | 3         | 4         |
|    |                    | c. Keausan gearbox                       | 6        | 3         | 4         |
|    |                    | d.                                       |          |           |           |
| 4  | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati             | 4        | 4         | 4         |
|    |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati | 4        | 4         | 4         |
|    |                    | c. Indikator rusak                       | 4        | 1         | 4         |
|    |                    | d.                                       |          |           |           |
| 5  | Headblock          | a. Penyebar hige pin headblock rusak     | 4        | 3         | 4         |
|    |                    | b. Kegagalan bearing                     | 4        | 3         | 4         |
|    |                    | c. Keausan pada sheave                   | 4        | 3         | 4         |
|    |                    | d.                                       |          |           |           |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           | 9         |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem GPS                                  | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 5        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 5        | 1         | 1.        |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | b. Overload                                                            | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 5        | 1         | 1.        |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 10.      | 1         | 2         |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 10.      | 1         | 2         |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 5        | 1         | 2         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 5        | 1         | 1         |
|    |                             | c. Overheating                                                         | 5        | 1         | 1.        |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |

# Expert 4

## From Kuisisioner

| No | Kerusakan Komponen | Penyebab Risiko                                   | Severity | Occurance | Detection |
|----|--------------------|---------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1  | Hoist              | a. Kerekan tidak dapat bergerak                   | 5        | 8         | 8         |
|    |                    | b. Rem darurat kerekan bermasalah                 | 10       | 8         | 8         |
|    |                    | c. Kegagalan rem                                  | 10       | 8         | 8         |
|    |                    | d. <del>PANEL KONTROL</del> <del>WATER PUMP</del> | 10       | 7         | 7         |
| 2  | Gantry             | a. Gangguan inventer gantry                       | 7        | 9         | 9         |
|    |                    | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok            | 7        | 9         | 9         |
|    |                    | c. Koil Brake                                     | 9        | 9         | 9         |
|    |                    | d. <del>PAK BOP</del>                             | 7        | 10        | 10        |
| 3  | Trolley            | a. Trolley motor rusak                            | 8        | 6         | 6         |
|    |                    | b. Rantai trolley rusak                           | 8        | 6         | 6         |
|    |                    | c. Keausan gearbox                                | 8        | 5         | 5         |
|    |                    | d. <del>PAK ABNORMAL</del>                        | 9        | 5         | 5         |
| 4  | Spreader           | a. Lampu sorot penyebar mati                      | 5        | 10        | 10        |
|    |                    | b. Masalah lampu sorot petir sering mati          | 5        | 10        | 10        |
|    |                    | c. Indikator rusak                                | 5        | 10        | 10        |
|    |                    | d. <del>OIL HYDRAULIC</del>                       | 7        | 9         | 9         |
| 5  | Headblock          | a. Penyebar hige pin headblock rusak              | 10       | 4         | 4         |
|    |                    | b. Kegagalan bearing                              | 8        | 4         | 4         |
|    |                    | c. Keausan pada sheave                            | 10       | 7         | 7         |
|    |                    | d. <del>TWIST LOCK RETAK</del>                    | 10       | 4         | 4         |

| No | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 6  | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 9        | 4         | 4         |
|    |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 7        | 4         | 4         |
|    |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 6        | 4         | 4         |
|    |                            | d. <del>WIRE ROPE PARTIAL</del>                        | 10       | 7         | 7         |
| 7  | Electronic Control         | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                    | 8        | 9         | 9         |
|    |                            | b. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 7        | 9         | 9         |
|    |                            | c. Masalah drive sering mati                           | 8        | 9         | 9         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 8  | Lighting                   | a. Lampu sorot mati                                    | 8        | 8         | 8         |
|    |                            | b. Lampu sorot LED mati                                | 8        | 8         | 8         |
|    |                            | c. Lampu jalur truk mati                               | 5        | 8         | 8         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |
| 9  | Cabin OP                   | a. Masalah sistem <del>GPS</del> <del>VMT</del>        | 8        | 8         | 8         |
|    |                            | b. Masalah toa tidak berfungsi                         | 5        | 8         | 8         |
|    |                            | c. Sistem toa bermasalah                               | 5        | 8         | 8         |
|    |                            | d. <del>PANEL OPERATOR</del>                           | 8        | 8         | 8         |
| 10 | Auxiliary                  | a. Alarm tidak berbunyi                                | 8        | 7         | 7         |
|    |                            | b. Speaker mati                                        | 6        | 7         | 7         |
|    |                            | c. Microphone tidak berfungsi                          | 6        | 7         | 7         |
|    |                            | d.                                                     |          |           |           |

| No | Kerusakan Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Severity | Occurance | Detection |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 11 | Power                       | a. Kerusakan inventer                                                  | 8        | 5         | 5         |
|    |                             | b. Kegagalan generator                                                 | 8        | 5         | 5         |
|    |                             | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 8        | 5         | 5         |
|    |                             | d. MAIN ENGINE/RUN                                                     | 8        | 4         | 4         |
| 12 | OB<br>(Operation Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2        | 0         | 0         |
|    |                             | b. Overload                                                            | 10       | 0         | 0         |
|    |                             | c. Kerusakan pada mesin                                                | 8        | 0         | 0         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 13 | Accident                    | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 10       | 6         | 6         |
|    |                             | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 10       | 6         | 6         |
|    |                             | c. Kegagalan teknis                                                    | 10       | 6         | 6         |
|    |                             | d.                                                                     |          |           |           |
| 14 | Engine                      | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 5        | 10        | 10        |
|    |                             | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 8        | 10        | 10        |
|    |                             | c. Overheating                                                         | 8        | 10        | 10        |
|    |                             | d. ASAP PUTIH                                                          | 8        | 8         | 8         |

Lampiran 3  
Data perhitungan RPN

| Hasil Perhitungan RPN |                            |                                                        |           |           |           |                   |                  |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------------|
| No                    | Kerusakan Komponen         | Penyebab Risiko                                        | Rata-rata |           |           | RPN per indikator | RPN per komponen |
|                       |                            |                                                        | Severity  | Occurance | Detection |                   |                  |
| 1                     | Hoist                      | a. Kerekan tidak dapat bergerak                        | 3.75      | 6.5       | 4.5       | 109.69            | 128.79           |
|                       |                            | b. Rem darurat kerekan bermasalah                      | 8         | 4         | 4.5       | 144.00            |                  |
|                       |                            | c. Kegagalan rem                                       | 9         | 3.25      | 4.25      | 124.31            |                  |
|                       |                            | d. Kerusakan part (eacoder, motor, gearbox, drive      | 5.25      | 5.5       | 4.75      | 137.16            |                  |
| 2                     | Gantry                     | a. Gangguan inventer gantry                            | 5.5       | 5.75      | 5.5       | 173.94            | 152.57           |
|                       |                            | b. Masalah gantry tidak dapat berbelok                 | 4.5       | 6.25      | 5         | 140.63            |                  |
|                       |                            | c. Koil Brake                                          | 6         | 5.25      | 4.75      | 149.63            |                  |
|                       |                            | d. Kerusakan part lainnya                              | 4.25      | 6.25      | 5.5       | 146.09            |                  |
| 3                     | Trolley                    | a. Trolley motor rusak                                 | 5         | 4.5       | 5         | 112.50            | 100.31           |
|                       |                            | b. Rantai trolley rusak                                | 5.75      | 4.75      | 5         | 136.56            |                  |
|                       |                            | c. Keausan gearbox                                     | 5.5       | 3.75      | 3.5       | 72.19             |                  |
|                       |                            | d. Keausan roda trolley encoder, drive                 | 5         | 4         | 4         | 80.00             |                  |
| 4                     | Spreader                   | a. Lampu sorot penyebar mati                           | 4         | 5.75      | 4.5       | 103.50            | 88.08            |
|                       |                            | b. Masalah lampu sorot petir sering mati               | 3.75      | 4.25      | 4.25      | 67.73             |                  |
|                       |                            | c. Proximity spreader bermasalah                       | 3.75      | 4.75      | 4.5       | 80.16             |                  |
|                       |                            | d. Pump spreader                                       | 4.75      | 5         | 4.25      | 100.94            |                  |
| 5                     | Headblock                  | a. Penyebar hige pin headblock rusak                   | 6.5       | 3.25      | 3.25      | 68.66             | 72.65            |
|                       |                            | b. Kegagalan bearing                                   | 5.75      | 3.75      | 4         | 86.25             |                  |
|                       |                            | c. Keausan pada sheave                                 | 5.5       | 4         | 4.25      | 93.50             |                  |
|                       |                            | d. Kerusakan twislock                                  | 6.75      | 2.5       | 2.5       | 42.19             |                  |
| 6                     | Tls (Truck Lifting System) | a. Masalah kerekan trim tidak seimbang                 | 6.5       | 4.75      | 3.75      | 115.78            | 88.44            |
|                       |                            | b. Masalah penyebar kesalahan umpan balik motor miring | 4.75      | 4.25      | 4.25      | 85.80             |                  |
|                       |                            | c. Sensor tidak akurat                                 | 3.75      | 4.25      | 4         | 63.75             |                  |

| No | Kerusakan<br>Komponen          | Penyebab Risiko                                                        | Rata- Rata |           |           | Rata-rata per<br>indikator | Rata-rata per<br>komponen |
|----|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|----------------------------|---------------------------|
|    |                                |                                                                        | Severity   | Occurance | Detection |                            |                           |
| 7  | Electronic<br>Control          | a. Kontrol kesalahan pengisian daya                                    | 5.25       | 4.75      | 5.25      | 130.92                     | 126.95                    |
|    |                                | b. Kerekan tidak dapat bergerak                                        | 5          | 5.5       | 5.25      | 144.38                     |                           |
|    |                                | c. Masalah drive sering mati                                           | 6          | 5.75      | 5         | 172.50                     |                           |
|    |                                | d. Plc/ drive off                                                      | 2          | 6         | 5         | 60.00                      |                           |
| 8  | Lighting                       | a. Lampu sorot mati                                                    | 5          | 5.25      | 4.25      | 111.56                     | 108.44                    |
|    |                                | b. Lampu sorot LED mati                                                | 5          | 5.25      | 4.5       | 118.13                     |                           |
|    |                                | c. Lampu jalur truk mati                                               | 4.25       | 5         | 4.5       | 95.63                      |                           |
| 9  | Cabin OP                       | a. Masalah sistem GPS                                                  | 6.25       | 4.5       | 4.5       | 126.56                     | 94.71                     |
|    |                                | b. Masalah toa tidak berfungsi                                         | 5          | 4.5       | 4.25      | 95.63                      |                           |
|    |                                | c. Sistem toa bermasalah                                               | 3.5        | 4.5       | 4.5       | 70.88                      |                           |
|    |                                | d. doystick                                                            | 4.75       | 4.25      | 4.25      | 85.80                      |                           |
| 10 | Auxiliary                      | a. Alarm tidak berbunyi                                                | 5.5        | 3.75      | 3.75      | 77.34                      | 86.17                     |
|    |                                | b. Speaker mati                                                        | 5          | 4.25      | 4.25      | 90.31                      |                           |
|    |                                | c. Micronhone tidak berfungsi                                          | 4.75       | 4.25      | 4.5       | 90.84                      |                           |
| 11 | Power                          | a. Kert                                                                |            |           |           |                            | 85.38                     |
|    |                                | b. Kegagalan generator                                                 | 5.75       | 5         | 5         | 143.75                     |                           |
|    |                                | c. Gangguan pasokan listrik                                            | 5.5        | 3.5       | 3.5       | 67.38                      |                           |
|    |                                | d. Kerusakan crs                                                       | 4.75       | 3         | 3         | 42.75                      |                           |
| 12 | OB<br>(Operation<br>Breakdown) | a. Corner post                                                         | 2.75       | 2.75      | 3         | 22.69                      | 46.34                     |
|    |                                | b. Overload                                                            | 7.25       | 2.25      | 2.25      | 36.70                      |                           |
|    |                                | c. Kerusakan pada mesin                                                | 6.5        | 3.5       | 3.5       | 79.63                      |                           |
| 13 | Accident                       | a. Kecelakaan saat pengoperasian                                       | 8.75       | 2.5       | 3.5       | 76.56                      | 67.57                     |
|    |                                | b. Kondisi lingkungan yang tidak aman                                  | 8.75       | 2.25      | 3.25      | 63.98                      |                           |
|    |                                | c. Kegagalan teknis                                                    | 8.5        | 2.25      | 3.25      | 62.16                      |                           |
| 14 | Engine                         | a. Mesin bermasalah dibawah frekuensi                                  | 4          | 5.75      | 5.75      | 132.25                     | 150.68                    |
|    |                                | b. Mesin sering mati (di bawah kecepatan + avr/perlindungan generator) | 4.75       | 5.5       | 6         | 156.75                     |                           |
|    |                                | c. Overheating                                                         | 5          | 6         | 5.75      | 172.50                     |                           |
|    |                                | d. kebocoran                                                           | 5          | 5         | 4.25      | 106.25                     |                           |
|    |                                | e. dynamo stante mati                                                  | 6.75       | 5.5       | 5         | 185.63                     |                           |

Lampiran 4

*Data Preventive Maintenance*

| Unit   | PM           | Month | Description                                            | Asset    | Frequency<br>Units | Site | Status |
|--------|--------------|-------|--------------------------------------------------------|----------|--------------------|------|--------|
| RTG-38 | PM-RTG38-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000462 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-38 | PM-RTG38-288 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT HOIST                          | A0000465 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-38 | PM-RTG38-312 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GANTRY GEARBOX                       | A0000463 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-39 | PM-RTG39-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000470 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-39 | PM-RTG39-285 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT TROLLEY SYSTEM                 | A0000474 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-39 | PM-RTG39-314 | 12    | YEARLY CHECK HOIST MOTOR                               | A0000473 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-40 | PM-RTG40-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000478 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-40 | PM-RTG40-287 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT OP CABIN                       | A0000483 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-40 | PM-RTG40-315 | 12    | YEARLY CHANGE OIL & GREASING HOIST SYSTEM AND SPREADER | A0000481 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-41 | PM-RTG41-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000486 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-41 | PM-RTG41-293 | 1     | MONTHLY CHECK RADIATOR                                 | A0000486 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |

| Unit   | PM           | Month | Description                                            | Asset    | Frequency Units | Site | Status |
|--------|--------------|-------|--------------------------------------------------------|----------|-----------------|------|--------|
| RTG-41 | PM-RTG41-315 | 12    | YEARLY CHANGE OIL & GREASING HOIST SYSTEM AND SPREADER | A0000489 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-42 | PM-RTG42-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000494 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-42 | PM-RTG42-295 | 2     | 2 MONTH CHECK & INSPECT WIREROPE HOIST                 | A0000497 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-42 | PM-RTG42-317 | 12    | YEARLY CHANGE BATTERY ENGINE                           | A0000494 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-43 | PM-RTG43-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000502 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-43 | PM-RTG43-301 | 3     | 3 MONTH CHECK CONDITION TROLLEY SYSTEM                 | A0000506 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-43 | PM-RTG43-312 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GANTRY GEARBOX                       | A0000503 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-44 | PM-RTG44-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000510 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-44 | PM-RTG44-293 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT ELECTRICAL SYSTEM              | A0003570 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-44 | PM-RTG44-315 | 12    | YEARLY CHANGE OIL & GREASING HOIST SYSTEM AND SPREADER | A0000511 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-45 | PM-RTG45-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000518 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-45 | PM-RTG45-301 | 3     | 3 MONTH CHECK CONDITION TROLLEY SYSTEM                 | A0000522 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-45 | PM-RTG45-314 | 12    | YEARLY CHECK HOIST MOTOR                               | A0000521 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-46 | PM-RTG46-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000526 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-46 | PM-RTG46-302 | 3     | 3 MONTH GREASING MOTOR GANTRY                          | A0000527 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |

| Unit   | PM           | Month | Description                                            | Asset    | Frequency<br>Units | Site | Status |
|--------|--------------|-------|--------------------------------------------------------|----------|--------------------|------|--------|
| RTG-46 | PM-RTG46-312 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GANTRY GEARBOX                       | A0000527 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-47 | PM-RTG47-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000534 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-47 | PM-RTG47-303 | 3     | 3 MONTH GREASING HOIST DRUM & WIREROPE                 | A0000537 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-47 | PM-RTG47-318 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT TROLLEY SYSTEM                 | A0000538 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-48 | PM-RTG48-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000542 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-48 | PM-RTG48-311 | 6     | 6 MONTH GREASING TROLLEY                               | A0000546 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-48 | PM-RTG48-312 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GANTRY GEARBOX                       | A0000543 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-49 | PM-RTG49-342 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000550 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-49 | PM-RTG49-289 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT GENERAL MECHANIC               | A0003909 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-49 | PM-RTG49-315 | 12    | YEARLY CHANGE OIL & GREASING HOIST SYSTEM AND SPREADER | A0000553 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-50 | PM-RTG50-343 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000558 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-50 | PM-RTG50-298 | 2     | 2 MONTH CHECK & INSPECT WIREROPE HOIST                 | A0000561 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |
| RTG-50 | PM-RTG50-318 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX HOIST                        | A0000561 | YEARS              | SBY  | ACTIVE |
| RTG-51 | PM-RTG51-343 | 500   | SERVICE ENGINE                                         | A0000566 | DAYS               | SBY  | ACTIVE |
| RTG-51 | PM-RTG51-312 | 6     | 6 MONTH GREASING GANTRY                                | A0000567 | MONTHS             | SBY  | ACTIVE |

| Unit   | PM           | Month | Description                                  | Asset    | Frequency Units | Site | Status |
|--------|--------------|-------|----------------------------------------------|----------|-----------------|------|--------|
| RTG-51 | PM-RTG51-316 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX GANTRY             | A0000567 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-52 | PM-RTG52-343 | 500   | SERVICE ENGINE                               | A0000574 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-52 | PM-RTG52-288 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT TROLLEY SYSTEM       | A0000578 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-52 | PM-RTG52-313 | 12    | YEARLY GREASING MOTOR HOIST                  | A0000577 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-53 | PM-RTG53-343 | 500   | SERVICE ENGINE                               | A0000582 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-53 | PM-RTG53-293 | 3     | 3 MONTH CHECK & MEASURE HOIST MOTOR          | A0000585 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-53 | PM-RTG53-316 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX GANTRY             | A0000583 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-54 | PM-RTG54-344 | 500   | SERVICE ENGINE                               | A0000590 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-54 | PM-RTG54-281 | 1     | MONTHLY CHECK ENGINE                         | A0000590 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-54 | PM-RTG54-302 | 12    | YEARLY INSPECT AND CHECK HOIST SYSTEM        | A0000593 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-55 | PM-RTG55-344 | 500   | SERVICE ENGINE                               | A0000598 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-55 | PM-RTG55-283 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT ELECTRICAL SYSTEM    | A0004319 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-55 | PM-RTG55-296 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX HOIST AND SPREADER | A0000601 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-56 | PM-RTG56-344 | 500   | SERVICE ENGINE                               | A0000606 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-56 | PM-RTG56-305 | 2     | 2 MONTH CHECK & INSPECT WIREROPE HOIST       | A0000609 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |

| Unit   | PM           | Month | Description                               | Asset    | Frequency Units | Site | Status |
|--------|--------------|-------|-------------------------------------------|----------|-----------------|------|--------|
| RTG-56 | PM-RTG56-295 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX GANTRY          | A0000607 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-57 | PM-RTG57-344 | 500   | SERVICE ENGINE                            | A0000614 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-57 | PM-RTG57-283 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT ELECTRICAL SYSTEM | A0004457 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-57 | PM-RTG57-295 | 12    | YEARLY CHANGE OIL GEARBOX GANTRY          | A0000615 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-58 | PM-RTG58-344 | 500   | SERVICE ENGINE                            | A0000622 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-58 | PM-RTG58-285 | 1     | MONTHLY CHECK & INSPECT GANTRY            | A0000623 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-58 | PM-RTG58-301 | 12    | YEARLY INSPECT AND CHECK TROLLEY SYSTEM   | A0000626 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |
| RTG-59 | PM-RTG59-344 | 500   | SERVICE ENGINE                            | A0000630 | DAYS            | SBY  | ACTIVE |
| RTG-59 | PM-RTG59-292 | 3     | 3 MONTH GREASING HOIST DRUM & WIREROPE    | A0000633 | MONTHS          | SBY  | ACTIVE |
| RTG-59 | PM-RTG59-299 | 12    | YEARLY CHANGE BATTERY ENGINE              | A0000630 | YEARS           | SBY  | ACTIVE |

## Lampiran 5

### Data Tahun Pembuatan Alat RTG

## Spesifikasi Teknis RTG Fels

- Dibuat tahun **1991**
- Kecepatan Gantry **130 m/min**
- Kecepatan Trolley **52 m/min**
- Kecepatan Hoist dengan beban **18 m/min**
- Kecepatan Hoist tanpa beban **36 m/min**
- Maksimum Load **40 Ton**
- Berat RTG **150 Ton**
- Identitas No RTG : **21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31**



## Spesifikasi Teknis RTG Konecranes 1<sup>st</sup> Generation

- Dibuat tahun **2001**
- Kecepatan Gantry **135 m/min**
- Kecepatan Trolley **70 m/min**
- Kecepatan Hoist dengan beban **25 m/min**
- Kecepatan Hoist tanpa beban **50 m/min**
- Maksimum Load **40 Ton**
- Berat RTG **122 Ton**
- Identitas No RTG : **38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49**



## Spesifikasi Teknis RTG Konecranes 2<sup>nd</sup> Generation

- Dibuat tahun **2009**
- Kecepatan Gantry **135 m/min**
- Kecepatan Trolley **70 m/min**
- Kecepatan Hoist dengan beban **26 m/min**
- Kecepatan Hoist tanpa beban **52 m/min**
- Maksimum Load **40 Ton**
- Berat RTG **134 Ton**
- Identitas No RTG : **50, 51, 52, 53**

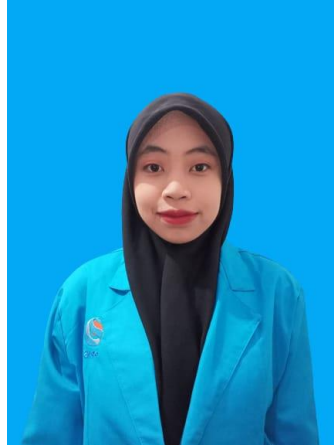


## Spesifikasi Teknis RTG Kalmar

- Dibuat tahun **2014**
- Kecepatan Gantry **130 m/min**
- Kecepatan Trolley **70 m/min**
- Kecepatan Hoist dengan beban **26 m/min**
- Kecepatan Hoist tanpa beban **52 m/min**
- Maksimum Load **40 Ton**
- Berat RTG **143 Ton**
- Identitas No RTG : **54, 55, 56, 57, 58, 59**



## BIODATA PENULIS



### Identitas Diri

Nama : Tharisa Diva Wahyu Rahmadany  
Tempat, Tanggal Lahir : Biak, 10 November 2001  
Alamat : Jl. Kedung Tomas Gg 4 No 41-B  
Email : [tharisarahmadany@student.ppns.ac.id](mailto:tharisarahmadany@student.ppns.ac.id)  
No HP : 085731141433  
Agama : Islam

### Riwayat Pendidikan

2020-2025 : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Program Studi D4 Manajemen Bisnis  
2017-2020 : MAN Surabaya  
2014-2017 : MTS Negeri 1 Surabaya