
OPTIMASI PERAWATAN MESIN OVERHEAD CRANE PADA PT KNSS DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Arif Budi Sulistyo¹ dan Sibro Muhlis²

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117*

arif.b.sulistyo@gmail.com¹, sibromuhlis98@gmail.com²

ABSTRACT

Overhead crane is one of the machines that is very important in supporting the production process so that it can run smoothly. PT Krakatau Nippon Steel Synergy is a company that produces steel sheet products in the form of coils (coil) supported by interconnected machines and equipment that are integrated with each other starting from the transportation of raw materials to the delivery of finished products. This study aims to identify and analyze the causes of damage to the Overhead Crane machine using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method and perform spare parts management for critical components so that the availability of spare parts is always maintained. In the RCM method, FMEA failure mode analysis is used to determine critical components on the Overhead Crane machine. Based on the results of the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) calculation on the Coil Lifter subsystem there are 5 critical components, namely the first Photo Sensor, the second Power Connector, the third Rod Pin and Touchbar, the fourth is the Electric Motor, and the fifth is the indicator light. And obtained the right treatment method based on the RPN Value, Logic Tree Analysis (LTA), and Task Selection obtained, namely Connector Power with Time Directed action plan and with Preventive Maintenance maintenance method, Electric Motor with Action Plan Finding Failure and with Predictive Maintenance maintenance method, then 3 Components with Action Plan Condition Directed and preventive maintenance methods, namely Photoelectric Sensor, Rod Pin & Touch Bar and Indicator Light components.

Keywords: *Overhead Crane, Reliability Centered Maintenance, FMEA, LTA.*

ABSTRAK

Overhead crane adalah salah satu mesin yang sangat penting dalam mendukung proses produksi agar dapat berjalan dengan lancar. PT Krakatau Nippon Steel Synergy merupakan perusahaan yang memproduksi produk lembaran baja berbentuk gulungan (coil) yang didukung dengan mesin dan peralatan yang saling berkaitan terintegrasi satu sama lain mulai dari pengangkutan bahan baku sampai pengiriman produk jadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab terjadinya kerusakan pada mesin Overhead Crane dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan melakukan manajemen suku cadang terhadap komponen kritis agar selalu terjaga ketersediaan Sparepartnya. Pada metode RCM menggunakan analisa mode kegagalan FMEA untuk menentukan komponen kritis pada mesin Overhead Crane. Berdasarkan Hasil perhitungan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada subsistem Coil Lifter terdapat 5 komponen kritis yaitu pertama Photo Sensor, kedua Connector Power, ketiga Rod Pin dan Touchbar, keempat adalah Motor Listrik, dan kelima adalah

Lampu indikator . Dan didapatkan metode perawatan yang tepat berdasarkan Nilai RPN, *Logic Tree Analysis* (LTA), dan *Task Selection* yang diperoleh yaitu *Connector Power* dengan *action plan Time Directed* dan dengan metode perawatan *Preventive Maintenance*, Motor Listrik dengan *Action Plan Finding Failure* dan dengan metode perawatan *Predictive Maintenance*, kemudian 3 Komponen dengan *Action Plan Condition Directed* dan metode perawatan *Preventive Maintenance* yaitu komponen *Photoelectric Sensor*, *Rod Pin & Touch Bar* dan Lampu Indikator.

Kata Kunci: *Overhead Crane, Reliability Centered Maintenance, FMEA, LTA.*

1. PENDAHULUAN

PT Krakatau Nippon Steel Synergy merupakan perusahaan yang memproduksi beberapa produk lembaran baja berbentuk gulungan (*coil*) yang didukung dengan mesin dan peralatan yang saling berkaitan terintegrasi satu sama lain mulai dari pengangkutan bahan baku sampai pengiriman produk jadi. Salah satu mesin yang digunakan pada sistem produksi adalah *crane* untuk memindahkan *coil* dari mulai area *substreet*, *intermediate* dan *shipping*. *Crane* yang digunakan Di PT Krakatau Nippon Steel Synergy adalah jenis *overhead crane* berkapasitas 30 Ton dengan 2 *girder*. *Overhead crane* terdiri dari beberapa subsistem yaitu, sub *travelling*, *traversing*, *hoisting* dan *coil lifter*. Jika sering terjadi kerusakan pada *crane* maka dapat dipastikan proses produksi menjadi terganggu dan menyebabkan *downtime* pada proses produksi. Oleh karena itu mesin-mesin produksi tersebut diharapkan dapat bekerja secara fungsional sehingga kelancaran proses produksi perusahaan dapat terjaga dengan baik.

Tujuan yang akan dicapai adalah :

1. Untuk mengetahui penyebab dari kerusakan mesin *overhead crane*.
2. Mengetahui usulan sistem perawatan yang tepat terhadap mesin *Overhead Crane* menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ?
3. Menghitung biaya total perawatan terhadap mesin *Overhead Crane* sebelum dan sesudah dilakukan penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Maintenance

Menurut (Simanungkalit et al, 2016) di dalam (Maulani1 et al., 2018) mengemukakan bahwa *Maintenance* adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada suatu kondisi yang bisa diterima. Menurut (Kurniawan, 2013) di dalam (Sulistyo et al., 2019) mengemukakan bahwa Perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat. Konsep ini berawal dari keinginan manusia untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan terhadap objek yang dimilikinya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia, dapat berfungsi dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan. Selain itu perawatan juga berawal dari keinginan manusia untuk memiliki sistem yang lebih teratur, rapih, bersih dan fungsional.

2.1.1 Unplanned Maintenance

Pada pemeliharaan tidak terencana ini hanya ada satu jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan yaitu *Emergency Maintenance* atau disebut juga perawatan darurat. *Emergency Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya dengan kata lain perawatan ini sangat tidak diinginkan oleh perusahaan karena akan mendapati kerugian yang besar dalam proses

produksi maupun dalam pemeliharaan mesin atau peralatan. Akan tetapi melalui bentuk pelaksanaan perawatan tidak terencana ini, diharapkan dapat memperpanjang umur peralatan atau mesin dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan yang sama seperti sebelumnya (Sulistyo et al., 2019).

2.1.2 *Planned Maintenance*

(Nasution et al., 2021) menerangkan bahwa Pemeliharaan terencana (*Planned Maintenance*) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan Terencana terdiri dari Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*), Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*) dan Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*).

a. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance merupakan metode pemeliharaan mesin yang digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin yang dapat mengakibatkannya mesin berhenti produksi (Sulistyo & Afif, 2021).

b. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance yaitu sistem perawatan yang memperbaiki atau mengganti komponen hanya jika terjadi kerusakan. Keadaan proses produksi yang tidak dapat digantikan dengan tenaga manusia menandakan keberlangsungan proses produksi bergantung sepenuhnya pada kehandalan mesin menurut (Nasution et al., 2021) *Corrective Maintenance* adalah suatu kegiatan *maintenance* yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin/peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik

c. *Predictive Maintenance*

Didalam (Sasitharan et al., 2020) mengemukakan bahwa Pemeliharaan prediktif adalah teknik untuk menentukan, memperkirakan, dan melacak kinerja peralatan untuk mencegah hal yang tidak terduga kegagalan peralatan selama operasi pabrik.

2.2 *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Menurut (Fang et al., 2019) *Reliability Centered Maintenance (RCM)* didefinisikan sebagai sebuah proses yang digunakan untuk menentukan kebutuhan perawatan terhadap aset yang bersifat fisik dalam konteks operasinya.

2.3 *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) adalah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi pada suatu sistem, desain, proses, atau layanan. Identifikasi potensi kegagalan dilakukan dengan pembobotan nilai atau skor masing-masing mode kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*). (Masykur & Oktora, 2021). Dalam FMEA, dapat dilakukan perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan tingkat kegagalan tertinggi. RPN merupakan hubungan antara tiga buah variabel yaitu *Severity* (Keparahan), *Occurrence* (Frekuensi Kejadian), *Detection* (Deteksi Kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan. RPN dapat dirunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN : Severity \times Occurrence \times Detection \dots\dots\dots (2.1)$$

2.4 *Logic Tree Analysis*

Menurut (Husamuddin et al., 2021) Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan

ke dalam satu dari empat kategori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisitas yaitu sebagai berikut:

- Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
- Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni :

Kategori A (*Safetyproblem*)

Kategori B (*Outage problem*)

Kategori C (*Economic problem*)

Kategori D (*Hidden failure*)

2.5 Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

Menurut (Julianingsih et al., 2017) *Mean Time To Failure* (MTTF) merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen). Untuk sistem yang dapat direparasi, maka MTTF adalah masa kerja suatu komponen saat pertama kali digunakan atau dihidupkan sampai unit tersebut akan rusak kembali atau perlu di periksa kembali.

$$\text{Distribusi Weibul } MTTF = \theta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu rata-rata untuk waktu pengecekan atau perbaikan saat komponen atau unit tersebut diperiksa sampai komponen atau unit tersebut digunakan atau dihidupkan kembali.

$$\text{Distribusi Normal } MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \dots \dots \dots (2.3)$$

2.6 Perhitungan Waktu Interval Perawatan

Untuk menentukan interval waktu pemeriksaan komponen berdasarkan waktu produksi yang ada dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini :

- Rata-rata jam kerja per bulan
Hari kerja per bulan = n Hari , Jam kerja tiap hari = n Jam
Rata-rata jam kerja per bulan = n x n Jam = n Jam
- Jumlah kerusakan
Jumlah kerusakan selama 1 Tahun atau 12 Bulan = n Kali
- Waktu rata-rata perbaikan
$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{MTTR} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Waktu rata-rata pemeriksaan
Waktu 1 kali pemeriksaan = n menit = n Jam
Jam Kerja per bulan = n Jam/bulan
$$1/i = \frac{\text{rata - rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{Rata-rata jam kerja sebulan}} = n \dots \dots \dots (2.5)$$

$$i = \frac{1}{n} \dots \dots \dots (2.6)$$

- Rata-rata kerusakan
Frekuensi kerusakan komponen *Photoelectric Sensor* = n kali
Jangka waktu kerusakan = 1 Tahun = 12 Bulan
$$k = \frac{\text{Frekuensi Kerusakan}}{12} = n \dots \dots \dots (2.7)$$

- Frekuensi Pemeriksaan Optimal

$$n = \sqrt{\frac{k.i}{\mu}} = \sqrt{n} \dots \dots \dots (2.8)$$

g. Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{1}{n} \times \text{Jam kerja perbulan} \dots \dots \dots (2.9)$$

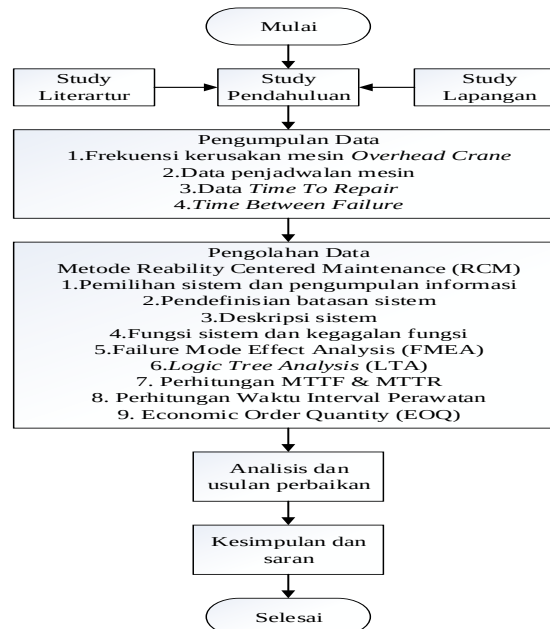
2.7 *Economic Order Quantity* (EOQ)

Menurut Kumar (2016) didalam (Hidayat et al., 2020) mengemukakan bahwa, EOQ merupakan alat yang sangat berguna untuk pengendalian persediaan yang dapat diterapkan pada persediaan barang jadi, persediaan dalam proses (*work-in-progress inventories*), dan persediaan bahan baku. Metode EOQ berkaitan khusus dengan jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) dan titik pemesanan kembali (*re-order point*). Rumus EQO berikut ini :

$$EOQ = \sqrt{\left(\frac{2.A.D}{h}\right)} \dots \dots \dots (2.10)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir dari metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dilakukan pada mesin *Overhead Crane*. Data yang diperoleh dari hasil *report* kegiatan perawatan pada bulan Januari - Desember 2020. Hasil data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Frekuensi Kerusakan Komponen

Komponen	Downtime (Menit)	
	Frekuensi	Total waktu Breakdown
<i>Photoelectric Sensor</i>	32	6450
Motor Listrik	0	0
<i>Rod Pin & Touch Bar</i>	3	456
<i>Cable Connector</i>	3	375
Lampu Indikator	0	0
Total	38	7281

4.1 Rekapitulasi Tindakan RCM

Berikut tabel 2 menunjukkan rekapitulasi pemilihan tindakan RCM yang diambil dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA).

Tabel 2. Rekapitulasi pemilihan tindakan RCM

No	Komponen	Mode Kerusakan	RPN	LTA	Action Plan
1	Connector Power	Socket Connector Rusak/ Kabel Putus	280	B	Time Directed
2	Motor Listrik	Motor Listrik Trip	54	D	Finding Failure
3	Photo Sensor	Photo Sensor rusak (Pecah)	294	B	Condition Directed
4	Rod Pin dan Touch Bar	Limit Switch Pada Rod Pin Rusak	96	A	Condition Directed
5	Lampu Indikator	Lampu Indikator Rusak (Putus)	32	C	Condition Directed

4.2 Menentukan Nilai MTTF & MTTR.

Dengan mempertimbangkan skala prioritas 80:20% dari diagram pareto, maka komponen yang dijadikan focus dalam inputan MTTF & MTTR adalah photo electric sensor, connector power, dan Rod Pin & Touch Bar. Berikut contoh Perhitungan MTTR Komponen *Photoelectric Sensor* (Distribusi Normal) :

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\left(\frac{s^2}{2}\right)}$$

$$MTTR = 3,3594 \times 2,718281828459^{\left(\frac{0,9980^2}{2}\right)}$$

$$MTTR = 3,3594 \times 2,718281828459^{(0,498002)}$$

$$MTTR = 3,3594 \times 1,6454304142616$$

$$MTTR = 5,5276589336704$$

Berikut contoh perhitungan MTTF *rod pin & touch bar* (Distribusi Weibull) :

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$MTTF = 2656,18 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,3653}\right)$$

$$MTTF = 2656,18 \cdot \Gamma(1 + 2,737)$$

$$MTTF = 2656,18 \cdot \Gamma(3,737)$$

$$MTTF = 2656,18 \times 2,475005$$

$$MTTF = 6574,06 \text{ Jam}$$

$$MTTR = 5,53 \text{ Jam}$$

Jadi hasil nilai MTTF dan MTTR untuk masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Nilai MTTF dan MTTR

Komponen	MTTF (Jam)	MTTR (Jam)
Photoelectric Sensor	238.45	5.53
Rod Pin & Touch Bar	6574.06	3.71
Cable Connector	2988	1.01

4.3 Interval Perawatan Yang Optimal

Setelah diketahui nilai MTTR maka selanjutnya menghitung waktu pemeriksaan yang optimal untuk komponen *coil lifter*, seperti ditunjukkan pada tabel 4 dibawah. Sebagai contoh dibawah ini adalah perhitungan waktu pemeriksaan yang optimal untuk komponen *Photoelectric Sensor*.

- a. Komponen *Photoelectric Sensor* : Rata-rata jam kerja per bulan

Hari kerja per bulan = 20 Hari , Jam kerja tiap hari = 8 Jam

Rata-rata jam kerja per bulan = 20 x 8 Jam = 160 Jam

- b. Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 1 Tahun atau 12 Bulan = 32 Kali

- c. Waktu rata-rata perbaikan

MTTR = 5,53

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{160 \text{ Jam}}{5,53 \text{ Jam}} = 28,93 \text{ Jam}$$

- d. Waktu rata-rata pemeriksaan

Waktu 1 kali pemeriksaan = 45 menit = 0,75 Jam

Jam Kerja per bulan = 160 Jam/bulan

$$1/i = \frac{0,75}{160} = 0.0046875$$

$$i = \frac{1}{0.0046875} = 213,33 \text{ Jam}$$

- e. Rata-rata kerusakan

Frekuensi kerusakan komponen *Photoelectric Sensor* = 32 kali

Jangka waktu kerusakan = 1 Tahun = 12 Bulan

$$k = \frac{\text{Frekuensi Kerusakan}}{12} = \frac{32}{12} = 2,66$$

- f. Frekuensi Pemeriksaan Optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \cdot i}{\mu}} = \sqrt{\frac{2,66 \times 213,33}{28,93}} = \sqrt{19,6149}$$

$$n = 4,4288$$

Tabel 4. Interval Waktu Pemeriksaan Optimal

Komponen	k	μ (Jam)	i (Jam)	(n)	Interval Waktu pemeriksaan (Jam)	
					Jam	Hari
<i>Photoelectric Sensor</i>	2.66	0.93	213.33	4.4288	32,86	1.36917
<i>Rod Pin & Touch bar</i>	0.25	43.13	213.33	1.112	143,88	5.995
<i>Cable connector plug</i>	0.25	158.4158	213.33	0.6055	264,44	11.0183

4.4 Usulan Tindakan RCM

Usulan metode perawatan terhadap masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Usulan Tindakan Perawatan

No	Komponen	Action Plan	Metode Perawatan Sebelumnya	Metode Perawatan
1	Connector Power	Time Directed	Tidak ada	Preventive Maintenance
2	Motor Listrik	Finding Failure	Preventive Maintenance	Predictive Maintenance
3	Photo Sensor	Condition Directed	Preventive Maintenance	Preventive Maintenance
4	Rod Pin dan Touch Bar	Condition Directed	Preventive Maintenance	Preventive Maintenance
5	Lampu Indikator	Condition Directed	Tidak ada	Preventive Maintenance

4.5 Biaya Sebelum dan Sesudah Dilakukan Penelitian Perawatan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah biaya sebelum dilakukan penelitian perawatan dan sesudah dilakukan penelitian perawatan untuk komponen *Photoelectric Sensor* , *Rod Pin & Touch Bar* , dan *Cable Connector Plug*. Rincian biayanya dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Biaya Sebelum dan Sesudah Penelitian Perawatan

Komponen	Biaya Sebelum Penelitian Perawatan	Biaya Sesudah Penelitian Perawatan	Persentase Penghematan Biaya (%)
<i>Photoelectric Sensor</i>	Rp. 6.220.450,83	Rp. 1.882.039,64	69,74
<i>Rod Pin & Touch Bar</i>	Rp. 417.066,02	Rp. 115.152,19	72,39
<i>Connector Cable Plug</i>	Rp. 619.013,76	Rp. 541.119,84	12,58

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis yang telah dilakukan maka dapat dilakukan tahap pengambilan kesimpulan. Kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan identifikasi rekapitulasi pemilihan tindakan RCM yang diambil dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) didapat 5 mode penyebab kerusakan pada mesin *overhead crane* pada komponen Subsistem *Coil Lifter* diantaranya yaitu komponen **Connector Power** rusak atau kabel putus dengan nilai RPN 280 dengan kategori LTA B, komponen **Motor Listrik** (*Trip*) dengan nilai RPN 54 dan kategori LTA D, komponen **Photo Sensor** rusak (Pecah) dengan nilai RPN 294, komponen **Lampu Indikator** rusak (Putus) dengan nilai RPN 32 kategori LTA C dan komponen **Road Pin & Touch Bar** Rusak dengan nilai RPN 96 kategori LTA A. Komponen yang memiliki rangking tertinggi adalah pada komponen *Photoelectric Sensor* dengan nilai RPN 294
2. Usulan Tindakan perawatan yang tepat terhadap mesin *Overhead Crane* yang diperoleh berdasarkan analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yaitu komponen *Connector Power* dengan *action plan* yang tepat yaitu *Time Directed* dan dengan metode perawatan *Preventive Maintenance*, Motor Listrik dengan *Action Plan* yang tepat yaitu *Finding Failure* dan dengan metode perawatan *Predictive Maintenance*, kemudian 3 Komponen dengan *Action Plan* yang tepat

yaitu *Condition Directed* dan metode perawatan *Preventive Maintenance* yaitu komponen *Photoelectric Sensor*, *Limit Switch* dan Lampu Indikator.

3. Berdasarkan hasil perhitungan biaya sebelum dan sesudah dilakukan penelitian, didapatkan hasil bahwa perusahaan memperoleh penghematan rata-rata biaya yang dikeluarkan (*Cost Saving*) untuk komponen *Photoelectric Sensor* sebesar 69,74 % yaitu Rp. 4.338.411,19,- per bulan, komponen *Rod Pin & Touch Bar* sebesar 72,39 % yaitu Rp.301.913,83,- per bulan dan untuk komponen *Cable Connector Plug* sebesar 12,58 % yaitu Rp. 77.893,92,-.per bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fang, F., Zhao, Z. J., Huang, C., Zhang, X. Y., Wang, H. T., & Yang, Y. J. (2019). Application of reliability-centered maintenance in metro door system. *IEEE Access*, 7, 186167–186174.<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960521>
- Hidayat, L., Koto, H., & Pratiwi, H. (2020). Jumlah Pesanan Ekonomis Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada Industri Rumah Tangga “ Zaskya Bakery ” Economic Order Quantity To Control the Raw Material Inventory of “ Zaskya Bakery ” Home Industry. *Jurnal Agroindustri*, 10(1).
- Husamuddin, A., Pusporini, P., & Andesta, D. (2021). Analisis Kerusakan Jembatan Timbang Unit 1 Di Pt.Petrokimia Gresik Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis Dan Metode Logic Tree Analysis *Justi (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(2), 118.
<https://doi.org/10.30587/justicb.v1i2.2597>
- Julianingsih, Anggono willyanto, & Linawati. (2017). Preventive Maintenance System Dengan Modularity Design Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintainance (Studi Kasus di Perusahaan Tepung Ikan). *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 61–75.
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ind/article/view/16332>
- Masykur, R. S., & Oktora, A. (2021). Quality Improvement on Optical Fiber Coloring Process using Fault Tree Analysis and Failure Mode and Effect Analysis. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 07(02), 06–12.
<https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3690>
- Maulani1, G., Septiani, D., & Sahara, P. N. F. (2018). Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Fasilitas Maintenance Pada Pt. Pln (Persero) Tangerang. *ICIT Journal*, 4(2), 156–167.<https://doi.org/10.33050/icit.v4i2.90>
- Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (2021). Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri. *Buletin Utama Teknik*, 16, No. 3, 248–252.
- Sasitharan, D., Lazim, H. M., Lamsali, H., Iteng, R., & Osman, W. N. (2020). The impact of preventive maintenance practices on malaysian manufacturing performance. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(3), 100–104.
- Sulistyo, A. B., & Afif, H. (2021). 1206D Di Pt . Vinysea Dengan Menggunakan Metode Total Productive Maintenance (Tpm). 4(2), 131–146.
- Sulistyo, A. B., Zakaria, T., & Riyandi. (2019). Analisis Overall Equipment Effectiveness Mesin Vertical Roller Mill (Vrm). 2(1)