

Proposed Crane Machine Maintenance Schedule with Reliability Centered Maintenance Method

Usulan Jadwal Pemeliharaan Mesin *Crane* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance*

Dimas Maulana Agta Pratama^{1*}, Wiwin Widiasih²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

Email : dimassmln7@gmail.com, wiwin_w@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan peleburan baja yang berlokasi di Sidoarjo. Perusahaan tersebut dalam melakukan proses produksi dibantu dengan total 15 *crane* untuk mengangkat beban yang tidak bisa diangkat oleh tangan kosong manusia. Saat ini mesin *crane* memiliki waktu *downtime* paling tinggi yaitu sebesar 157 jam dibanding dengan mesin lainnya. Penyumbang waktu *downtime* paling tinggi ialah *crane* No. 5. Komponen yang sering mengalami kerusakan adalah *kontrol hover*, *braking system*, dan kabel *trolley*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apa penyebab tingginya *downtime*, mengetahui jadwal pemeliharaan, dan dapat meningkatkan keandalan komponen kritis. Pada penelitian ini akan dibahas penjadwalan pemeliharaan mesin *crane* No. 5 menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Hasil penelitian didapatkan bahwa penyebab tingginya waktu *downtime* ialah 3 komponen kritis yaitu *kontrol hover*, *braking system*, dan kabel *trolley*. Usulan jadwal pemeliharaan 3 komponen kritis tersebut memiliki interval waktu perawatan yakni *kontrol hover* setiap 250 jam sekali, *braking system* setiap 397 jam sekali, kabel *trolley* setiap 1460 jam sekali, dan keandalan mesin yang didapat adalah sebesar 60%. Adapun biaya yang dikeluarkan untuk *preventive maintenance* adalah sebesar Rp 382.104.000 angka tersebut naik sebesar Rp 185.840.000 dari biaya *corrective maintenance* yang mulanya sebesar Rp 196.264.000.

Kata Kunci: *Maintenance, reliability centered maintenance, downtime*

ABSTRACT

PT XYZ is a steel smelting company located in Sidoarjo. The company is assisted in the production process by a total of 15 cranes to lift loads that cannot be lifted by bare human hands. Currently the crane machine has the highest downtime of 157 hours compared to other machines. The components that are often damaged are the hover control, braking system, and trolley cable. The purpose of this research is to find out what causes high downtime, know the maintenance schedule, and can improve the reliability of critical components. This research will discuss the maintenance scheduling of crane machine No. 5 using the Reliability Centered Maintenance method. The results showed that the cause of high downtime is 3 critical components, namely hover control, braking system, and trolley cable. The proposed maintenance schedule for the 3 critical components has a maintenance time interval of hover control every 250 hours, braking system every 397 hours, trolley cable every 1460 hours, and the machine reliability obtained is 60%. The costs incurred for preventive maintenance amounted to Rp. 382,104,000, this figure increased by Rp. 185,840,000 from the cost of corrective maintenance which initially amounted to Rp. 196,264,000.

Keywords: *Maintenance, reliability centered maintenance, downtime*

Proposed Crane Machine Maintenance Schedule with Reliability Centered Maintenance Method / Dimas Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiasih

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiasih

PENDAHULUAN

Mesin *crane* merupakan alat berat yang dipakai untuk memindahkan, mengangkat, dan menurunkan bahan atau barang berat yang tidak bisa diangkat oleh tangan manusia. Mesin *crane* dapat mengangkat dan memindahkan barang secara vertikal dan horizontal [1]. Tingginya kebutuhan perusahaan dalam mengangkat dan memindahkan barang berat, maka performa mesin *crane* tersebut harus dijaga agar perusahaan dapat mengejar target yang sudah ditentukan sebelumnya. Salah satu cara untuk menjaga performa mesin *crane* adalah dengan melakukan kegiatan pemeliharaan dari komponen *crane* tersebut.

Perawatan atau pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang diperlukan guna menjaga asset agar bisa berfungsi dengan baik seperti dengan kondisi normal [2]. Manajemen perawatan adalah langkah tepat untuk mengelola jadwal perawatan mesin [3]. Perencanaan penjadwalan pemeliharaan adalah aspek yang krusial dalam sebuah perusahaan, dengan tujuan utama untuk mencegah kerusakan mesin, meningkatkan waktu operasional, dan efisiensi produksi. Namun, perusahaan seringkali dihadapkan pada tantangan berupa kerusakan mesin yang tidak terduga [4].

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan peleburan baja yang berlokasi di Sidoarjo. Dalam melakukan proses produksi PT. XYZ dibantu dengan total 15 *crane*. Akan tetapi, saat ini total waktu *downtime crane* mencapai 157 jam dalam satu tahun. Masalah tersebut menyebabkan perusahaan mengalami kerugian sebesar 190 ton/tahun karena proses produksi sering terganggu karena kerusakan *crane*. Agar proses produksi di perusahaan tetap lancar, maka perlu dilakukan kegiatan penjadwalan perawatan mesin *crane* yang dapat meningkatkan keandalan mesin, mengingat mesin *crane* adalah mesin yang sangat vital dalam perusahaan peleburan baja.

Kebijakan perawatan harus dilaksanakan supaya proses produksi tidak terganggu dan menjaga total waktu *downtime* agar tidak tinggi [5]. Oleh karena itu, penelitian kali ini akan dilakukan kegiatan penjadwalan perawatan dari mesin *crane* tersebut yang bertujuan untuk mengurangi waktu *downtime* dan dapat meningkatkan keandalan komponen mesin *crane* tersebut. Manfaat yang diperoleh dalam penelitian yaitu nilai keandalan komponen kritis dari mesin *crane* mencapai 60%.

Metode *Reliability Centered Maintenance* akan digunakan dalam penelitian ini, penggunaan metode RCM dalam kegiatan penjadwalan perawatan sangat membantu untuk mengidentifikasi sistem dan komponen yang paling kritis dalam sebuah mesin, yaitu komponen yang jika gagal dapat menyebabkan kerugian besar, baik dari segi biaya, waktu, atau keselamatan. Melalui metode tersebut dapat diperoleh rancangan jadwal pemeliharaan yang tepat untuk meningkatkan keandalan [6] dan juga mengetahui biaya perawatan mesin [7].

METODE

Pada tahap pertama, dilakukan pengumpulan data mengenai gangguan *crane* dari PT XYZ untuk menggali informasi secara rinci terkait permasalahan yang terjadi. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu meliputi observasi pada departemen *maintenance* PT. XYZ serta perekapan data historis kerusakan mesin *crane*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Reliability Centered Maintenance*. Metode RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa suatu asset fisik terus dapat bekerja melakukan apa yang penggunaannya ingin lakukan sesuai konteks pengoperasiannya. Adapun tahapan dalam pengolahan data pada metode RCM adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Komponen Kritis Menggunakan Diagram Pareto

Analisis penentuan dari komponen kritis dilakukan menggunakan diagram pareto. Diagram pareto dapat mengetahui bagian dari asset perusahaan yang mengalami frekuensi kerusakan paling tinggi, maka akan dilakukan pemeliharaan lebih rutin atau terjadwal.

2. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA memiliki 3 jenis diantaranya FMEA proses, produk, dan desain [8]. Pada metode RCM, FMEA yang dipakai adalah FMEA proses, FMEA proses digunakan untuk memperbaiki kebijakan yang paling diprioritaskan menurut urutan dari nilai (RPN) yang terbesar ke yang lebih kecil, rumus perhitungan FMEA adalah sebagai berikut [8]:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

3. Uji *Goodness of Fit*

Dalam tahap ini akan dilakukan pengujian pola distribusi yang cocok untuk data kerusakan dan perbaikan. Pengujian pola distribusi ini dibantu dengan *software* Minitab21. Empat jenis Distribusi yang diuji adalah *eksponensial*, normal, lognormal, dan *weibull*.

4. Uji Parameter Distribusi

Mengetahui parameter dari distribusi yang tepat adalah langkah awal dalam setiap perhitungan yang dilakukan untuk menentukan nilai *Reliability*, MTTR, dan MTTF [9]. Setiap distribusi akan menghasilkan nilai parameter yang tidak sama.

5. Perhitungan *Reliability* (Keandalan)

Waktu terjadinya sebuah kerusakan pada suatu mesin atau peralatan yang adalah random sehingga untuk menghitung nilai keandalannya harus diketahui terlebih dahulu secara statistik pola distribusinya [10]. Distribusi keandalan mencakup analisis dan penerapan strategi yang bertujuan untuk memastikan bahwa keandalan sistem dipelihara dengan baik dan secara rutin di seluruh elemen yang berkontribusi pada kinerja keseluruhan [11]. Adapun distribusi yang digunakan untuk mengukur tingkat keandalan pada penelitian ini adalah distribusi *weibull*:

- Distribusi *weibull*

Distribusi kegagalan *Weibull* dapat dimanfaatkan untuk memodelkan tingkatan kegagalan yang mengalami peningkatan maupun penurunan [12]. Terdapat dua parameter penting dalam distribusi *Weibull*, yaitu parameter bentuk (β) dan parameter skala (θ). Persamaan yang digunakan dalam distribusi ini adalah sebagai berikut [13]:

- Fungsi keandalan

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (2)$$

- Laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad (3)$$

- MTTF

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (4)$$

Keterangan:

$R(t)$: Fungsi keandalan

λ : Laju Kerusakan

Γ : Fungsi gamma, $\gamma(n) = (n-1)!$

θ : Parameter skala

β : Parameter bentuk

t : Waktu, $t \geq 0$

6. Perhitungan MTTF dan MTTR

MTTF merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan hingga suatu asset mengalami kegagalan pertama kali setelah digunakan. MTTR merupakan rata-rata waktu yang diperlukan untuk memulihkan suatu komponen mesin setelah mengalami kegagalan atau kerusakan. Perhitungan MTTF dan MTTR menggunakan rumus yang sesuai dengan pola distribusinya.

7. Perhitungan Interval Perbaikan

Untuk memahami penjadwalan perawatan komponen kritis pada mesin *crane* No. 5, dilakukan analisis perhitungan interval perawatan. Dalam analisis tersebut, penentuan interval disesuaikan dengan pola distribusi yang relevan dari tahap sebelumnya. Rumus yang diterapkan dalam perhitungan interval perawatan ini menggunakan distribusi *Weibull*. Berikut adalah rumus yang digunakan [14]:

$$t_R = \text{MTTF} (-\ln R)^{1/\beta} \quad (5)$$

8. Perhitungan biaya perawatan

Biaya Perawatan adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan sebuah perawatan mesin dan persediaan suku cadang [15].

Adapun rumus perhitungan biaya perawatan secara *corrective* dan *preventive* adalah sebagai berikut [14]:

- Rumus Perhitungan biaya *corrective maintenance*

$$C_f = \text{jumlah kerusakan sebelum preventive} \times \text{harga komponen} \quad (6)$$

- Rumus perhitungan biaya *preventive maintenance*

$$C_p = \text{jumlah jadwal preventive} \times \text{harga komponen} \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Komponen Kritis dengan diagram pareto

Saat ini total waktu *downtime* 15 *crane* yang dimiliki PT. XYZ selama satu tahun mencapai 157 jam. Adapun rincian kerusakan 15 *crane* adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Jumlah Kerusakan Mesin *Crane*

Jenis <i>Crane</i>	Jumlah Kerusakan
<i>Crane</i> No. 5	44
<i>Crane</i> No. 7	32
<i>Crane</i> No. 14	29
<i>Crane</i> No. 2	23
<i>Crane</i> No. 6	22
<i>Crane</i> No. 11	21
<i>Crane</i> No. 9	17
<i>Crane</i> No. 10	17
<i>Crane</i> No. 8	7

Crane No. 3	6
Crane No. 15	5
Crane No. 4	5
Crane No. 12	3
Crane No. 1	3
Crane No. 13	1

Hasil analisis menunjukkan bahwa *crane* No. 5, memiliki frekuensi kerusakan yang paling tinggi dibanding dengan *crane* yang lain. Kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan komponen kritis dari mesin *crane* No. 5. Cara menentukan komponen kritis tersebut dilakukan dengan diagram pareto. Pembuatan diagram pareto berguna untuk mengetahui komponen apa saja yang perlu dilakukan perawatan, karena diagram pareto dapat menentukan jenis masalah atau kendala utama [16].

Tabel 2. Jenis Kerusakan Komponen *Crane*

No	Jenis Kerusakan Komponen	Frekuensi Kerusakan	Presentase (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	Kontrol hover	16	37.1	37.1
2	Braking system	12	29.9	67.0
3	Kontrol & Overload	4	13.0	80.0
4	Kabel trolley	5	7.3	87.3
5	Bussbar	3	5.3	92.6
6	Limit Switch	3	4.2	96.7
7	Motor	1	3.3	100.0



Gambar 1. Diagram Pareto Komponen Mesin *Crane*

Berdasarkan hasil diagram pareto diketahui komponen kritis dari mesin *crane* No. 5 adalah *kontrol hover*, *braking system*, dan kabel *trolley*.

2. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Tabel 3. FMEA

Failure Mode Effect and Analysis Mesin Crane No. 5								
No	Komponen	Mode kerusakan	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN
1	<i>Kontrol hover</i>	Kontak point rusak	Arus berlebih	<i>Short circuit</i>	6	7	6	252
		Roda <i>kontrol hover</i> aus	Perputaran roda seret					
2	<i>Braking system</i>	Tegangan DC tidak keluar	Kontak NO pada MC rusak	<i>Brake crane</i> tidak bekerja	6	7	6	252
			Trafo terbakar					
3	<i>Overload</i>	Lilitan kontak utama putus	Arus berlebih	Tegangan hilang satu phase	6	7	5	210
		Kontak bantu aus		Kegagalan dalam sirkuit kontrol				
4	Kabel <i>trolley</i>	Roda <i>trolley</i> macet	Bearing roda aus	Aliran listrik pada cross travel terputus	3	6	6	108
5	Bussbar	Skun kabel pada sepatu bussbar putus	Koneksi kabel kurang kencang	Aliran listrik dari bussbar ke NFB terputus	3	5	7	105
		Sepatu bussbar anjlok	Baut sepatu bussbar bengkok					
6	Limit Switch	Kontak tidak menutup atau membuka dengan benar	Mekanis kontak rusak (tuas atau pegas patah)	Kegagalan dalam sirkuit kontrol	3	5	7	105
7	Motor	Winding motor terbakar (<i>overheat</i>)	Tegangan yang masuk ke motor hanya 2 phase	Motor tidak bisa dioperasikan	6	4	5	120
			Bearing motor oblok					
8	NFB	Kontak utama putus	Arus dan panas berlebih	Aliran sumber listrik dari bussbar ke kontaktor terputus	3	3	7	63
9	Kontaktor utama	Kontaktor tidak dapat beroperasi	Koil kontaktor rusak	Aliran listrik dari NFB ke motor terputus	3	3	7	63

Berdasarkan dari penilaian FMEA nilai RPN dari 3 komponen kritis mesin *crane* No. 5 adalah *Kontrol hover* memiliki nilai RPN sebesar 252, *braking system* sebesar 252, dan kabel *trolley* sebesar 108.

Proposed Crane Machine Maintenance Schedule with Reliability Centered Maintenance Method / Dimas Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiastih

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiastih

3. Uji Goodness of Fit

Hasil dari penentuan pola distribusi dari histori kerusakan komponen kritis menggunakan *software* Minitab21 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji *Goodness of Fit*

No	Komponen	TTR		TTF	
		Distribusi	Koefisien Korelasi	Distribusi	Koefisien Korelasi
1	Kontrol hover	Weibull	0,984	Weibull	0,981
2	Braking system	Weibull	0,992	Weibull	0,933
3	Kabel trolley	Weibull	0,921	Weibull	0,965

Setelah dilakukan pengujian data menggunakan *software* Minitab21 didapatkan hasil pola distribusi histori kerusakan adalah berdistribusi *Weibull* semua.

4. Uji Parameter Distribusi

Hasil dari pengujian parameter distribusi terhadap tiga komponen kritis mesin *crane* No. 5 menggunakan *software* Minitab21 adalah:

Tabel 5. Hasil Uji Distribusi TTF

No	Komponen	Distribusi	TTF		
			Θ (Scale)	β (Shape)	t
1	Kontrol hover	Weibull	30165.3	0.889437	31947.9
2	Braking system	Weibull	45326.6	1.10394	43685.1
3	Kabel trolley	Weibull	117189	2.30291	103281

Tabel 6. Hasil Uji Distribusi TTR

No	Komponen	Distribusi	TTR		
			θ (Scale)	β (Shape)	t
1	Kontrol hover	Weibull	67.5688	7.7121	63.5181
2	Braking system	Weibull	71.5251	5.1306	65.7699
3	Kabel trolley	Weibull	41.4506	12.6605	39.7995

Hasil dari perhitungan parameter di atas nantinya akan digunakan dalam perhitungan nilai keandalan komponen kritis menggunakan rumus distribusi *Weibull*.

5. Perhitungan Reliability (Keandalan)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan keandalan dari ketiga komponen mesin *crane* No. 5. Di bawah ini merupakan perhitungan keandalan dari komponen *kontrol hover*, *braking system*, kabel *trolley* sesuai dengan pola distribusinya:

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}} \\
 &= e^{-\left(\frac{31947,9}{30165,3}\right)^{0,889437}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= e^{-(0,10590)^{0,889437}} \\
 &= e^{-(1,05230925)} \\
 &= 0,349130588 \text{ (34,9\%)}
 \end{aligned}$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan nilai keandalan komponen kritis mesin *crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Keandalan

No	Komponen	Distribusi	Keandalan (%)
1	Kontrol hover	Weibull	34,9%
2	Braking system	Weibull	38,2%
3	Kabel trolley	Weibull	47,3%

Dari hasil perhitungan dapat dilihat masing-masing komponen kritis memiliki nilai keandalan yang berbeda, nilai keandalan *kontrol hover* sebesar 34,9%, *braking system* sebesar 38,2%, dan kabel *trolley* sebesar 47,3%.

6. Perhitungan MTTF dan MTTR

Hasil perhitungan MTTF dari komponen *kontrol hover crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \\
 &= 30165,3 \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{0,889437} \right) \\
 &= 30165,3 \times \Gamma (2,124) \\
 &= 30165,3 \times 1,058930837 \\
 &= 31942,9 \text{ Menit} / 532,3 \text{ Jam} / 22,1 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan MTTF komponen kritis mesin *crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Perhitungan TTF

No	Komponen	Distribusi	TTF			
			Θ	β	t	MTTF (Jam)
1	Kontrol hover	Weibull	30165.3	0.889437	31947.9	523,3
2	Braking system	Weibull	45326.6	1.10394	43685.1	727,8
3	Kabel trolley	Weibull	117189	2.30291	103281	1730,3

Hasil dari perhitungan MTTR komponen *kontrol hover crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= \theta \Gamma (1+1/\beta) \\
 &= 67,5688 \times \Gamma (1+1/7,7121) \\
 &= 67,5688 \times \Gamma (1,129) \\
 &= 67,5688 \times 0,94029082 \\
 &= 63,53 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan MTTR komponen kritis mesin *crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan TTR

No	Komponen	Distribusi	TTR			
			θ (Scale)	β (Shape)	t	MTTR (Menit)
1	Kontrol hover	Weibull	67.5688	7.7121	63.5181	63,53
2	Braking system	Weibull	71.5251	5.1306	65.7699	65,78
3	Kabel trolley	Weibull	41.4506	12.6605	39.7995	39,81

7. Perhitungan Interval Perawatan

Hasil dari perhitungan interval perawatan komponen *kontrol hover* mesin *crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 t_R &= \text{MTTF} (-\ln R)^{1/\beta} \\
 &= \text{MTTF} (-\ln 0.60)^{1/\beta} \\
 &= 31942,9 \times (-\ln 0.60)^{1/0,889437} \\
 &= 31942,9 \times (0.5108)^{1,12} \\
 &= 31942,9 \times 0,47123 \\
 &= 15052 \text{ Menit} / 250 \text{ Jam} / 10 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

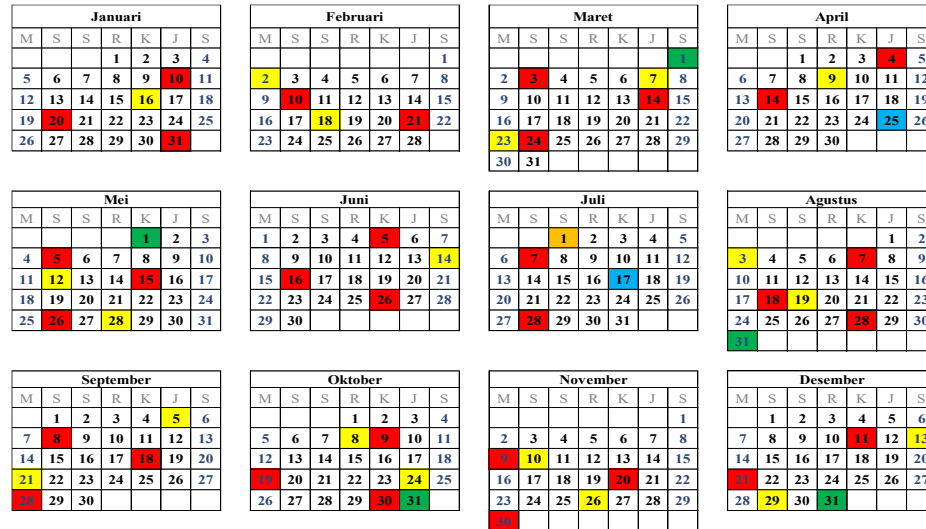
Hasil keseluruhan dari perhitungan interval perawatan ketiga komponen kritis mesin *crane* No. 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Perhitungan Interval Perawatan

No	Komponen	Interval Perawatan (Hari)
1	Kontrol hover	10
2	Braking system	16
3	Kabel trolley	60

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa untuk mendapatkan nilai keandalan komponen sebesar 60%, maka perlu dilakukan perawatan komponen *kontrol hover* setiap 10 hari, *braking system* setiap 16 hari, dan kabel *trolley* setiap 60 hari sekali.

Berikut ini merupakan jadwal perawatan komponen kritis dari mesin *crane* No. 5 dalam tahun 2025:



Gambar 2. Jadwal Perawatan Komponen Kritis Mesin Crane No. 5

Adapun simbol dari warna pada jadwal perawatan di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Simbol Warna Dalam Jadwal Perawatan

Warna	Jenis Komponen
Merah	Kontrol hower
Kuning	Braking system
Hijau	Kabel trolley
Biru	Kontrol hower dan braking system
Oranye	Braking system dan kabel trolley

8. Perhitungan Biaya Perawatan

Adapun perhitungan biaya perawatan komponen kritis mesin crane No. 5 adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan biaya *corrective dan preventive maintenance* komponen kontrol hover.

$$\begin{aligned} &\text{➤ } C_f = 16 \times \text{Rp } 5.400.000 = \text{Rp. } 86.400.000 \\ &\text{➤ } C_p = 34 \times \text{Rp } 5.400.000 = \text{Rp. } 183.600.000 \end{aligned}$$

b. Perhitungan biaya *corrective dan preventive maintenance* komponen braking system.

$$\begin{aligned} &\text{➤ } C_f = 12 \times \text{Rp } 8.772.000 = \text{Rp } 105.264.000 \\ &\text{➤ } C_p = 22 \times \text{Rp } 8.772.000 = \text{Rp } 192.984.000 \end{aligned}$$

c. Perhitungan biaya *corrective dan preventive maintenance* komponen kabel trolley.

$$\begin{aligned} &\text{➤ } C_f = 5 \times \text{Rp } 920.000 = \text{Rp } 4.600.000 \\ &\text{➤ } C_p = 6 \times \text{Rp } 920.000 = \text{Rp } 5.520.000 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil rekapitulasi perhitungan biaya perawatan komponen kritis adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Perawatan Komponen Kritis

No	Komponen	Cf	Cp	Cost Up	Cost Up (%)
1	Kontrol Hover	Rp 86.400.000	Rp 183.600.000	Rp 97.200.000	112,5
2	Braking System	Rp 105.264.000	Rp 192.984.000	Rp 87.720.000	83,3
3	Kabel Trolley	Rp 4.600.000	Rp 5.520.000	Rp 920.000	20,0
	Total	Rp 196.264.000	Rp 382.104.000	Rp 185.840.000	94,7

Grafik di bawah ini menunjukkan perbedaan biaya perawatan secara *corrective* dan *preventive*:



Gambar 3. Grafik Perbedaan Biaya Perawatan *Corrective* dan *Preventive*

SIMPULAN

Penyebab utama tingginya waktu downtime pada mesin *crane* No. 5 adalah 3 komponen kritis, yaitu komponen *kontrol hover* dengan nilai keandalan sebesar 34,9%, komponen *braking system* sebesar 38,2%, dan komponen kabel *trolley* sebesar 47,3%.

Penjadwalan pemeliharaan 3 komponen kritis mesin *crane* No. 5 dilakukan setiap 10 hari atau sekitar 250 jam sekali untuk komponen *kontrol hover*, 16 hari atau sekitar 397 jam sekali untuk komponen *braking system*, dan 60 hari atau sekitar 1460 jam sekali untuk komponen kabel *trolley*. Tingkat keandalan yang didapat untuk ketiga komponen tersebut adalah sebesar 60%.

Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa biaya dari *corrective maintenance* adalah sebesar Rp 196.264.000 sedangkan biaya untuk melakukan *preventive maintenance* adalah sebesar Rp 382.104.000 yang berarti menghasilkan *cost up* sebesar Rp 185.840.000 dengan kenaikan 94,7% untuk melakukan perawatan pencegahan dibandingkan menangani kegagalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nurroif and D. Retnowati, "Perencanaan Preventive Maintenance Mesin Crane Dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, vol. 1, no. 2, pp. 111–119, 2022.
- [2] I. D. Pranowo, *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System and Management)*. Sleman: Deepublish, 2019.

Proposed Crane Machine Maintenance Schedule with Reliability Centered Maintenance Method / Dimas Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiastih

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Maulana Agta Pratama, Wiwin Widiastih

- [3] D. Teknik Juli, E. Prihastono, and B. Prakoso, “PERAWATAN PREVENTIF UNTUK MEMPERTAHANKAN UTILITAS PERFORMANCE PADA MESIN COOLING TOWER DI CV. ARHU TAPSELINDO BANDUNG.”
- [4] E. I. Basri, I. H. Abdul Razak, H. Ab-Samat, and S. Kamaruddin, “Preventive maintenance (PM) planning: a review,” *J Qual Maint Eng*, vol. 23, no. 2, pp. 114–143, Jan. 2017, doi: 10.1108/JQME-04-2016-0014.
- [5] W. Widiasih and N. Aziza, “PERHITUNGAN BIAYA PENGGANTIAN KOMPONEN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENJADWALAN PERAWATAN PADA MESIN BUCKET RAW MATERIAL,” 2019.
- [6] D. Prasetya and I. W. Ardhyani, “PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) (Studi Kasus: PT. S),” 2018.
- [7] M. K. Rizani, “ANALISIS PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN EXTRUSION DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) (Studi Kasus di PT. Lumina Packaging. Sidoarjo, Jawa timur),” vol. 4, no. 1, pp. 20–29, 2021.
- [8] M. Gustiawan and N. Affandi, “PERENCANAAN ULANG PENJADWALAN PERAWATAN MESIN EXTRUDER MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE DI PT STAEDTER INDONESIA,” *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Jurnal Taguchi*, vol. 1, no. 2, pp. 134–270, 2021, doi: 10.46306/tgc.v1i2.
- [9] M. A. Rosyid and M. Indrayana, “Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI).”
- [10] I. Ramadhan and W. Widiasih, “Analisis Penggantian Dan Perawatan Bagian Wire Dan Dryer Pada Unit Papermachine Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. X,” Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 2023.
- [11] D. Asih, M. Tarno, A. Hoyyi, R. Rahmawati, and Y. Wilandari, *Survival Analysis*. Semarang: UNDIP Press, 2021.
- [12] S. Umam and W. Widiasih, “Penjadwalan Perawatan Mesin Grading Plant II di PT Keramik Diamond Industries Gresik dengan Metode RCM,” 2024.
- [13] A. C. Kumala, “PERANCANGAN PENJADWALAN PEMELIHARAAN MESIN PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN KEHANDALAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM),” Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta, 2022.
- [14] W. E. Syahputro and W. Widiasih, “Usulan Penjadwalan dan Biaya Preventive Maintenance Mesin Line 1 Horizontal Guna Menurunkan Waktu Downtime,” Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 2024.
- [15] Y. E. Priharanto, *MANAJEMEN PERAWATAN DAN OPTIMALISASI SISTEM PELUMASAN STATIONARY DIESEL ENGINE PADA PENGGERAK KAPAL IKAN*. ARTA MEDIA, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=zOEREQAAQBAJ>
- [16] M. Burhannudin and M. Anshori, “IMPLEMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE PADA EXCAVATOR PC-800,” vol. 5, no. 2, pp. 143–150.