

Implementasi *Lean Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk Meningkatkan Keandalan Mesin: Studi Kasus PT Pelita Cengkareng Paper

(Implementation of Lean Reliability Centered Maintenance (RCM) to Increase Machine Reliability Case: Study of PT Pelita Cengkareng Paper)

Linda Theresia*, Gadih Ranti, Yenny Widianty, Stephani

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Indonesia
Jl Raya Puspipetek, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten 15320

Abstrak

Dalam lean manufacturing, keandalan mesin sangat penting, sehingga mendorong banyak perusahaan di seluruh dunia untuk mengadopsi strategi pemeliharaan yang efektif dan efisien. Salah satunya adalah menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM), yaitu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi pemeliharaan preventif dengan menetapkan interval perawatan. PT. Pelita Cengkareng Paper saat ini menerapkan maintenance hanya jika mesin mengalami kerusakan. Paper Machine PM 5 merupakan mesin yang mengalami downtime tertinggi selama 2 tahun, yaitu 840.07 jam. Pada PM 5, downtime tertinggi ditemukan di mesin Press. Nilai Risk Priority Number (RPN) komponen kritis tertinggi mesin Press ditemukan pada komponen Felt dan Uhle Box. Dari hasil penelitian diperoleh interval waktu perawatan komponen Felt adalah 346,15 jam, komponen Uhle Box 385,03 jam Dengan menggunakan RCM Decision Worksheet dapat diketahui jenis kerusakan komponen Felt yaitu: longgar, macet dan kotor. Sedangkan untuk komponen Uhle Box ditemukan cover Uhle Box aus. Tindakan scheduled discard task utamanya dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan komponen.

Kata Kunci : Downtime, RCM, RPN, maintenance, lean manufacturing

Abstract

In lean manufacturing, machine reliability is quite important, thus driving many companies worldwide to adopt effective and efficient maintenance strategies. One way is to use Reliability Centered Maintenance (RCM), a systematic approach to identify preventive maintenance by setting maintenance intervals. PT. Pelita Cengkareng Paper is currently maintained only if the machine is damaged. Paper Machine PM 5 is the machine that experienced the highest downtime for two years, namely 840.07 hours. In PM 5, high downtime has been found in the Press machine. The highest Risk Priority Number (RPN) value for the Press machine component is found in the Felt and Uhle Box components. The study found that the maintenance time interval for Felt components was 346.15 hours and for Uhle Box components 385.03 hours. Using the RCM Decision Worksheet, the types of damage to Felt components can be identified: loose, jammed, and dirty. As for the Uhle Box components, it is found that the Uhle Box cover was worn out. The scheduled discard task can mainly be performed to improve component reliability.

Keyword : Downtime, RCM, RPN, maintenance, lean manufacturing

*Penulis Korespondensi. Telp: +62 81398209403
Alamat E-mail : gadiah63@gmail.com (Gadiah Ranti)

1. Pendahuluan

Ketatnya persaingan dalam dunia industri semakin meningkatnya otomatisasi proses industri pada era globalisasi membuat setiap industri berkeinginan untuk menghasilkan produk terbaik, yang tentunya hal ini perlu didukung mesin dengan system pemeliharaan yang semakin efektif [1]. Pemeliharaan mesin dan peralatan penting karena fungsi pemeliharaan mesin berdampak langsung pada efisiensi proses produksi [2]. Oleh sebab itu diperlukan manajemen pemeliharaan agar dapat memaksimalkan fungsi mesin dan juga penghematan biaya proses dalam era global yang kompetitif [3]. Kebijakan pemeliharaan yang efektif pada kenyataannya dapat mengurangi frekuensi gangguan peralatan dan menghindari konsekuensi gagalnya peralatan untuk digunakan, sehingga dapat meningkatkan waktu antara kegagalan dan mengurangi waktu perbaikan [4]. Apabila mesin sering mengalami kerusakan, maka waktu kerusakan mesin (*downtime*) akan tinggi. *Downtime* adalah jumlah waktu dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi disebabkan adanya kerusakan (*failure*). Kerusakan-kerusakan tersebut akan berpengaruh terhadap keandalan (*reliability*) mesin tersebut. Keandalan mesin dapat ditingkatkan melalui optimalisasi perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemeliharaan.

Kebijakan pemeliharaan dihasilkan dari rencana preventive maintenance (PM) awal [13]. Dengan mengidentifikasi rencana PM awal, mengidentifikasi fungsi-fungsi dan penyebab kegagalan, maka dapat ditetapkan tindakan PM yang efektif, berdasarkan pertimbangan keselamatan dan ekonomi. Untuk itu dapat digunakan metodologi *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM telah menjadi salah satu strategi terbaru dalam pemeliharaan di seluruh dunia. RCM merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi PM yang efektif dan efisien sesuai dengan prosedur khusus dan menetapkan interval perawatan [8]. RCM merupakan metode yang baik digunakan karena mampu mengurangi kegiatan pemeliharaan dan menurunkan biaya pemeliharaan, tanpa mengganggu kinerja di lantai produksi [4]. RCM merupakan system pemeliharaan yang paling efektif karena utamanya berpusat pada keandalan [22], yang dapat memperkirakan parameter terkait waktu ke penghentian mesin berikutnya [6], dan memberikan informasi untuk melakukan pemeliharaan preventif sehingga produksi berjalan baik dan berpotensi menghemat biaya. Dalam keandalan, secara umum diasumsi bahwa data mengikuti distribusi Weibull [7], dimana distribusi ini secara matematis mudah digunakan

dan distribusi Weibull umum untuk memodelkan kumpulan data kegagalan yang kompleks.

Penelitian ini merupakan penerapan RCM di PT. Pelita Cengkareng Paper, perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan kertas. PT. Pelita Cengkareng Paper memiliki 4 *Paper Machine* (PM), yaitu PM 1, PM 2, PM 3, dan PM 5. Mesin-mesin tersebut digunakan untuk memproduksi Kertas *In Liner*, *Kraft Liner*, dan *Medium Liner* dengan jumlah *gramatur* (gsm) yang berbeda-beda. *Paper Machine* PM 5 merupakan mesin yang mengalami *downtime* tertinggi selama 2 tahun, yaitu 840.07 jam, sehingga focus pengamatan adalah PM 5. PM 5 beroperasi 3 shift, dengan menggunakan 6 mesin, yaitu: mesin *Press*, *Wire*, *Dryer*, *Pope Reel*, *Size Press* dan *Callender*. Dalam proses operasi, tentunya diharapkan mesin tersebut berjalan tanpa gangguan. Namun, situasi di lapangan berbeda, karena ditemukan kerusakan tiba tiba yang mempengaruhi kontinuitas proses. PT. Pelita Cengkareng Paper menerapkan kegiatan *maintenance* hanya pada saat mesin mengalami kerusakan saja. Selama mesin masih bisa beroperasi kegiatan *maintenance* tidak akan dilakukan. Kerusakan ini cenderung sering dan lebih lama, sehingga mempengaruhi target produksi. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan guna mengetahui interval waktu perawatan mesin dan komponennya, sehingga *reliability* mesin meningkat. Dengan menggunakan RCM akan mengurangi tugas pemeliharaan rutin, dengan sejumlah keuntungan dan manfaat dalam keamanan, logistik, operasi dan manajemen organisasi. Penelitian ini memberi kebaruan pada pengembangan kerangka perbaikan RCM dengan model Deshpande, V. S.; Modak, J. P., [4]. Dengan mengoptimalkan pemeliharaan, maka tidak hanya mengurangi risiko bisnis, tetapi juga meningkatkan proses nilai tambah dalam lingkungan bisnis yang dinamis dan kompetitif saat ini [12].

2. Teori Dasar

Pemeliharaan adalah kebijakan yang digunakan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas dalam persaingan global. RCM telah menjadi salah satu strategi terbaru dalam pemeliharaan, yang bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan dan keandalan peralatan serta mengurangi biaya operasional dan pemeliharaan. RCM bukanlah sebuah prinsip baru dalam pemeliharaan; melainkan hanya sebuah cara yang lebih terstruktur dari penggunaan metode dan disiplin terbaik [21] guna mengatur kebijakan pemeliharaan di pabrik. RCM muncul di akhir 60-an, awalnya ditargetkan untuk industri penerbangan yang bertujuan agar pemeliharaan berjalan baik dengan keandalan yang tinggi. Pada

akhir 60-an, ATA (*Air Transport Association of America*) menciptakan MSG (*Maintenance Steering Group*), sebuah gugus tugas untuk meninjau penerapan metode perawatan untuk pemeliharaan pesawat. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa kinerja, keselamatan, dan perlindungan efektif dari segi biaya.

RCM berhasil diterapkan diberbagai industri; bahkan di negara-negara yang kurang maju [23]. Penerapan RCM telah dilakukan di berbagai bidang. Dehghanian dan Aminifar (2013) mengusulkan prinsip-prinsip RCM dalam sistem distribusi daya [3].; Li, D. dan Gao, J. [11] mengusulkan konsep dan analisis RCM radikal dalam industri petrokimia [11].; Fore dan Mudavanhu (2011) mengembangkan RCM di pabrik chipping dan sawing [6]. Gajanand Gupta and Rajesh P. Mishra [7]. juga telah melakukan analisis SWOT untuk implementasi RCM pada 19 kerangka kerja RCM [7]. Prinsip pemeliharaan RCM bertujuan untuk meningkatkan keandalan mesin. RCM mendefinisikan kegagalan (*failure*) sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai performance standard yang ditetapkan. Melalui penerapan RCM, maka biaya *preventif maintenance*, biaya produk yang rusak juga berkurang [22]. Menggunakan RCM akan bermanfaat dan memberi keuntungan pada proses produksi [20]. Jika RCM diterapkan dengan benar, dapat mengurangi jumlah pekerjaan pemeliharaan rutin sehingga mengurangi biaya pemeliharaan dan memberi *margin* yang signifikan [2]. Manfaat dan keuntungan menggunakan RCM antara lain [20].:

- a. perusahaan memiliki program perawatan yang paling efisien
- b. menurunkan biaya perawatan karena menghilangkan pemeliharaan peralatan yang tidak perlu
- c. mengurangi kemungkinan kegagalan peralatan secara mendadak
- d. fokus pada kegiatan pemeliharaan untuk komponen kritis
- e. meningkatkan keandalan komponen

Penerapan RCM dengan benar, dapat mengurangi jumlah pekerjaan pemeliharaan rutin dengan *margin* yang signifikan [2]. Hasil analisis RCM berkontribusi pada program pemeliharaan, hal ini tentunya dapat menghilangkan tugas PM yang tidak efisien [18]. Pemeliharaan yang efektif akan meningkatkan kinerja peralatan dan kapasitas pabrik, sehingga memaksimalkan volume penjualan yang pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan. Metodologi RCM digunakan untuk mengidentifikasi fungsi, kegagalan, mode kegagalan, efek dan

konsekuensinya, sehingga dengan demikian dapat mengetahui rencana pemeliharaan [5]. Dengan demikian, RCM dapat menyediakan kerangka kerja yang mampu mengurangi kegiatan pemeliharaan dan biaya pemeliharaan, tanpa mempengaruhi kinerja pabrik, kualitas produk, keselamatan atau integritas lingkungan [4].

3. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini meliputi data kualitatif dan kuantitatif, yang diperoleh dengan cara wawancara, triangulasi dan kuesioner. Tahapan penelitian penelitian ini adalah sebagai berikut yang dikembangkan dari Deshpande, V. S.; Modak, J. P., 2002.

3.1. Pemilihan Sistem

Untuk pemilihan sistem, sebaiknya memprioritaskan sistem yang berdampak pada keselamatan, lingkungan, proses operasi, dan biaya [20]. Disamping itu juga perlu diperhatikan kriteria volume dan biaya pemeliharaan preventif, pemeliharaan korektif atau frekuensi kerusakan sistem yang berdampak besar pada berhentinya produksi. Untuk pemilihan sistem (mesin) digunakan perhitungan persentase *downtime* kerusakan mesin yang paling tinggi. Adapun perhitungan persentase *downtime* kerusakan mesin adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime Mesin}}{\Sigma \text{ Downtime}} \times 100\%$$

Penentuan mesin dapat dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *downtime* terbesar.

3.2. Pemilihan Sistem Kritis

Pemilihan sistem kritis dapat dilakukan dengan cara pendekatan kualitatif atau kuantitatif. Metode kualitatif digunakan ketika tidak ada data yang tersedia. Namun, ketika pengumpulan data tersedia, maka penggunaan metode kuantitatif direkomendasikan. Salah satu metode untuk menilai system kritis adalah menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). RPN digunakan untuk menganalisis risiko yang terkait dengan potensi kegagalan, dengan fokus pada prioritas tindakan pemeliharaan [9]. Evaluasi RPN dapat dilakukan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{F} \quad (1) \quad \text{RPN} = \text{S} \times \text{F} \times \text{D}$$

Dimana:

(S) = *Severity of Failure Mode*

(F) = *Frequency*

(D) = *Level of detection*.

3.3. Analisis Kritis Dari Mode Kegagalan Dan Efeknya

Untuk melakukan analisis kritis dari Mode Kegagalan dan efeknya dapat digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

FMEA merupakan pendekatan sistematis yang berfokus pada pencegahan kegagalan sistem. FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan. Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu: penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk dan proses selama siklus hidupnya; efek dari kegagalan tersebut; tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk dan proses.

Proses FMEA adalah urutan langkah-langkah logis yang dimulai dengan analisis elemen tingkat yang lebih rendah (subsistem atau komponen), mengidentifikasi Mode Kegagalan dan mekanisme kegagalan potensial, melacak efeknya pada berbagai tingkat sistem. Alat ini terdiri dari kumpulan informasi, dalam pembuatan dan pelaporan dokumen. Informasi ini harus didokumentasikan dalam spreadsheet yang akan memastikan dokumentasi Mode Kegagalan yang terkait dengan setiap kegagalan fungsional, sebab dan akibatnya, membantu juga dalam analisis tindakan pemeliharaan RCM.

3.4. RCM Decision Diagram

Dengan menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II *Decision Worksheet* diperoleh tindakan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen kritis yang sering mengalami kerusakan.

3.5. Keandalan

Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu untuk digunakan. Untuk mengetahui keandalan, maka perlu dilakukan uji Fungsi Distribusi Kegagalan. Terdapat 4 macam distribusi yang digunakan untuk mengetahui pola data yang terbentuk, yaitu distribusi normal, weibul, lognormal dan eksponensial. Pada penelitian ini digunakan Fungsi Distribusi Weibul karena merupakan distribusi yang sering digunakan dalam waktu kerusakan komponen. Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan keandalan (*reliability*) sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perawatan pencegahan. Untuk sistem yang kompleks dalam peningkatan keandalan dapat dicapai dengan program perawatan pencegahan. Program perawatan pencegahan dapat mengurangi efek penuaan dan dapat menunjukkan hasil yang signifikan terhadap umur mesin.

Parameter *Reliability* untuk analisis RCM [15] yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Parameter *Reliability*

No	Singkatan	Keterangan
1	UT	<i>Up Time of the system Hours</i>
2	DT	<i>Down Time of the system Hours</i>
3	T	<i>Total Time of operation</i>
4	N	<i>Number of occurred failures</i>
5	A	<i>Availability of the system</i>
6	MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
7	MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
8	(λ)	<i>Tingkat Kegagalan</i>
9	R	<i>Reliability of the system</i>

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Penentuan Sistem

Untuk menentukan mesin kritis, digunakan perhitungan persentase *downtime*. Pengamatan dilakukan untuk data bulan Januari 2017 – Desember 2018. Perhitungan persentase *downtime* mesin dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Persentase *Downtime* Kerusakan Mesin

Mesin	Downtime (jam)	Downtime (%)	Kum (%)
Press	225,47	26,84	26,84
Wire	215,07	25,60	52,44
Dryer	2018,22	24,79	77,23
P Reel	79,32	9,44	86,67
Size ress	69,75	8,30	94,97
Callender	42,25	5,30	100

Dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa mesin *Press* memiliki *downtime* tertinggi yaitu sebesar 225,47 jam (26,84%). Dengan demikian mesin *press* menjadi fokus penelitian.

4.2. Penentuan Komponen Kritis

Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada setiap kegagalan yang terjadi di mesin *Press*, maka dilakukan perhitungan RPN dengan mengalikan penilaian *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* dari masing-masing penyebab kegagalan. Hasil perhitungan RPN dari mesin *Press* seperti pada pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 RPN Komponen Kritis Mesin *Press*

No	Komponen	RPN
1	Felt	638
2	Uhle Box	315

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential failure*. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa

komponen Felt memiliki potensi kerusakan paling tinggi dan mempengaruhi kelancaran mesin Press. 4.3. Analisis Kritis Dari Mode Kegagalan Dan Efeknya dengan *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA)

FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang mungkin menyebabkan kerusakan dan untuk memastikan efek dari kegagalan yang terkait dengan mode kegagalan itu sendiri [14]. Identifikasi mode kegagalan yang menyebabkan kerusakan mesin Press seperti pada Tabel 4.3. Dengan menerapkan analisis FMEA diperoleh 4 Mode Kegagalan terkait kegagalan fungsional dari sistem yang dianalisis. Dari failure mode tersebut diidentifikasi penyebab kegagalan karena indikasi pada mesin 75%, dan instrumentation 25%. Setelah diketahui FMEA, selanjutnya dibuat *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II *Decision Worksheet*.

4.4. Reliability-Centered Maintenance (RCM) II Decision Worksheet

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II *Decision Worksheet* untuk Mesin Press. Pada RCM Worksheet terdapat *Preventive Task Selection* yang terdiri dari tiga alternatif, yaitu *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task*, dan *scheduled discard task*. Pemilihan ketiga alternatif ini berdasarkan analisis yang terdapat pada RCM *decision logic*. Kolom *preventive task* memiliki beberapa simbol yang menunjukkan alternatif masing-masing *task* H1, S1, O1, N1 menunjukkan bahwa *task* yang harus dilakukan yaitu *scheduled restoration task* bisa mencegah *failure*, sedangkan H3, S3, O3, N3 menunjukkan bahwa *task* yang harus dilakukan yaitu *scheduled discard task* bisa mencegah *failure*.

Tabel 4.3. RCM Decision Worksheet

RCM 1 (Work sheet)			Sistem Operasi PM 5			Facilitator		Date:
			Subsistem Mesin Press			Author		Year
NO	Component	Function	Potential Failure mode	Potential Effect mode	Potential cause Mode	Konsekuensi Kegagalan	Konsekuensi kegagalan	Tindakan Perawatan yang diberikan
1	Felt	Transportasi Lembaran kertas diela sela Press section, menyerap dan mentransfer air yang diperas dari lembaran	Felt Longgar	Transportasi tidak berjalan dengan baik	Baut pengencang lepas	Oprasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan Potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Felt Macet	Air tidak terserap dengan baik	Usia pemakaian telah habis	Oprasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan Potensi kegagalan	Penggantian Komponen
			Felt Kotor	Aliran air tidak lancar	Kelalaian operator	Oprasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan Potensi kegagalan	Penggantian Komponen
2	Uhle Box	Pembersihan Felt		Pembersihan Felt tidak Lancar		Oprasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan Potensi kegagalan	Penggantian Komponen

Tabel 4.4. Nilai MTTF dan MTTR

Komponen	Distribusi	TIF	TIR	TIF		TIR		MTTF (Jam)
				α	β	σ	β	
Felt	Weibull	1.66<1.83	1.24<1.82	1.67	599.81	5.05	3.57	533.56
Uhle box	Weibull	0.81<1.95	1.19<1.92	1.72	693.81	5.74	3.39	632.29

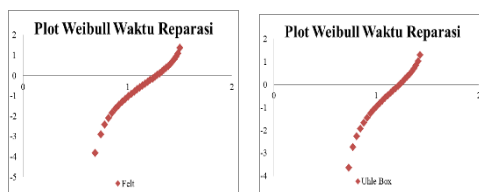
Semua kegiatan yang dipilih untuk diterapkan dilihat kelayakannya. Dari tabel 4.3 dapat dilihat aktivitas yang dideteksi sebagai kegagalan, 2 di antaranya terkait operasi, 1 aktivitas terkait inspeksi prediktif, dan 1 aktivitas penggantian pencegahan. Pada komponen Felt kerusakan yang terjadi adalah longgar, macet dan kotor. Kegiatan perawatan pada komponen *Felt* termasuk *Schedule Restoration Task* dan *Schedule Discard Task*. Hal ini disebabkan perlu penggantian komponen. Disamping itu, faktor manusia juga berperan penting guna menjaga Felt tidak kotor.

Sedangkan untuk komponen *Uhle Box* kegiatan perawatan termasuk *Schedule Discard Task* karena perlu penggantian komponen yang aus.

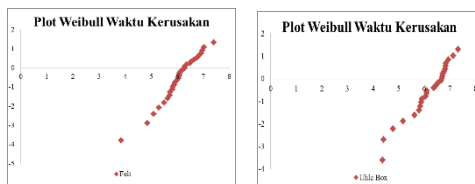
4.5. Analisis Keandalan (Reliability Analysis)

Probabilitas kinerja suatu mesin untuk memenuhi fungsi yang diharapkan tanpa mengalami kerusakan dapat diketahui melalui *Reliability* (keandalan). Perhitungan nilai keandalan bertujuan untuk menentukan interval penggantian komponen sebelum terjadinya kerusakan. Pada perhitungan reliabilitas dilakukan

pengujian distribusi, perhitungan parameter distribusi dan perhitungan MTTF dan MTTR. Penentuan jenis distribusi pada komponen kritis menggunakan distribusi *Weibull*, karena distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang populer digunakan untuk menggambarkan umur suatu komponen mesin. Disamping kepopulerannya, distribusi *Weibull* tidak dapat digunakan untuk mendeskripsikan data dengan tingkat resiko yang tidak monoton (Pedro L. Ramos, 2018). Pengujian Distribusi *Weibull* TTF dan TTR dilakukan dengan dengan Uji *Mann*. Hasil Uji *Mann* menunjukkan TTF dan TTR berdistribusi *Weibull*. Pada komponen *Felt* diperoleh nilai TTF adalah $1,66 < 1,83$ (H_0 diterima, $M < F_{erit}$), yang menunjukkan bahwa data berdistribusi *Weibull*.



Sedangkan nilai TTR komponen *Felt* adalah $1,24 < 1,82$ (H_0 diterima karena $M < F_{erit}$), yang menunjukkan data berdistribusi *Weibull*. Demikian juga halnya pengujian untuk komponen *Uhle Box* menunjukkan bahwa data berdistribusi *Weibull*. Pengujian distribusi untuk komponen *Felt* dan *Uhle box* berdistribusi *Weibull* ditunjukkan pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Distribusi Waktu Kerusakan dan Reparasi Komponen *Felt* dan *Uhle Box*

Setelah dilakukan uji *goodness of fit* dengan Uji *Mann*, selanjutnya dihitung parameter untuk *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR), menggunakan distribusi *Weibull* 2 parameter, yaitu parameter bentuk (α) dan parameter skala (β). Hasil perhitungan TTF untuk komponen *Felt* ditemukan parameter bentuk (α) adalah 1,67 dan parameter skala (β) adalah 599,81. Dari perhitungan parameter TTF *Uhle Box* diperoleh parameter bentuk (α) adalah 1,72 dan parameter skala (β) adalah 693,62.

Perhitungan TTR untuk komponen *Felt* ditemukan parameter bentuk (α) adalah 5,05 dan parameter skala (β) adalah 3,57. Sedangkan perhitungan parameter TTR untuk *Uhle box* menunjukkan hasil parameter bentuk (α) adalah 5,74 dan parameter skala (β) adalah 3,39.

Setelah dilakukan perhitungan parameter TTR dan TTF, selanjutnya dihitung rata-rata antara waktu kegagalan atau *Mean Time to Failure* (MTTF) dan rata-rata antara waktu perbaikan atau *Mean Time to Repair* (MTTR). Pada komponen *Felt* nilai mean MTTF sebesar 533,56 jam sedangkan nilai mean MTTF *Uhle box* sebesar 632,29 jam. Nilai *Mean* untuk perhitungan MTTR *Felt* sebesar 3,26 jam, sedangkan nilai *Mean* MTTR *Uhle box* sebesar 3,12 jam.

Nilai MTTF komponen *Felt* menunjukkan bahwa terdapat potensi kerusakan untuk komponen *Felt* setelah 533,56 jam penggunaan. Kemudian nilai MTTR menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen *Felt* tersebut adalah 3,26 jam. Nilai MTTF komponen *Uhle box* menunjukkan bahwa terdapat potensi kerusakan untuk komponen tersebut setelah 632,29 jam penggunaan. Kemudian nilai MTTR menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen tersebut adalah 3,12 jam. Selanjutnya dilakukan perhitungan keandalan (*reliability*) guna mengetahui probabilitas alat memenuhi fungsi yang diharapkan saat ini. Keandalan komponen *Felt* saat ini sebesar 43.94% dan komponen *Uhle box* sebesar 42.63%. Hal ini menunjukkan bahwa *reliability* kedua komponen tersebut masih rendah. Untuk meningkatkan keandalannya maka ditentukan interval waktu perawatan kedua komponen tersebut. Untuk menentukan interval waktu perawatan komponen kritis *Felt* digunakan data sebagai berikut: hari kerja per bulan = 30 hari, jam kerja/hari = 24 jam (3 shift), jumlah kerusakan selama Januari 2017 s/d Desember 2018 = 32 kali, rata-rata 1x perbaikan = 1 jam; rata rata kerusakan = 1.33 dan frekwensi perawatan optimal = 2.08. Hasil perhitungan menunjukkan interval perawatan pada komponen *Felt* adalah setiap 346,15 jam dan komponen *Uhle Box* setiap 385,03 jam. Adapun Failure Rate = $1/MTBF = 1/533.56 = 0,0019$

5. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Mesin kritis pada PT Pelita Cengkareng adalah Mesin Press, yang memiliki dua buah komponen paling berpotensi mengalami kerusakan tertinggi dan mempengaruhi kelancaran proses produksi, yaitu komponen *Felt* dan komponen *Uhle Box*. Tindakan pemeliharaan dan perbaikan yang perlu dilakukan pada mesin Press adalah *Schedule Restoration Task* dan *Schedule Discard Task*. Hal ini menunjukkan perlunya pemulihan kondisi komponen dan penggantian komponen

yang terjadwal sesuai umur pakai komponen, sehingga komponen tidak sempat aus.

- Komponen Felt berpotensi mengalami kerusakan setelah 533,56 jam penggunaan dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen Felt tersebut adalah 3,26 jam. Sedangkan komponen Uhle box berpotensi mengalami kerusakan setelah 632,29 jam penggunaan, dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen tersebut adalah 3,12 jam. Dengan demikian, pemeliharaan preventif untuk mesin komponen Felt dilakukan dengan interval perawatan 346.15 Jam dan komponen Uhle box dengan interval perawatan 385.03 jam.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa saran sebagai berikut.

- Perlu jadwal pemeliharaan berdasar interval perawatan yang telah ditetapkan.
- Penjadwalan dilakukan dengan sistem komputerisasi

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Institut Teknologi Indonesia Tahun Akademik 2019/2020.

Daftar Pustaka

- [1] Blanchard, S. (1997). "An enhanced approach for implementing total productive maintenance in the manufacturing environment", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 3 No. 2, pp. 69-80.
- [2] Campbell J.D. (1999). *The Reliability Handbook – Plant engineering and maintenance*, Volume 23, Clifford/ Elliot Publications.
- [3] Dehghanian, P. and Aminifar, F. (2013), "A comprehensive scheme for reliability centered maintenance in power distribution systems – Part I: methodology", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 28 No. 2, pp. 761-770.
- [4] Deshpande, V. S.; Modak, J. P. (2002) Application of RCM to a medium scale industry. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 77, n. 1, p. 31-43.
- [5] Flávio Piechnicki, 2019, Rcm Deployment Analysis In Fiber Wood Production: Improving The Productivity And Increasing The System Reliability, *Independent Journal Of Management & Production (Ijm&P)* [Http://www.ijmp.jor.br](http://www.ijmp.jor.br) V. 10, N. 6, November - December 2019 Issn: 2236-269x Doi: 10.14807/Ijmp.V10i6.1009
- [6] Fore, S. and Mudavanhu, T. (2011). "Application of RCM for a chipping and sawing mill", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 9 No. 2, pp. 204-226
- [7] Gajanand Gupta and Rajesh P. Mishra (2016). A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- [8] IEC 60300-3-11, (1999). *Application Guide RCM*, International Electro-Technical Commission, Geneva. edition, Butterworth Heinemann, Oxford.
- [9] Jian-Ming, C. (2011) The risk priority number methodology for distribution priority of emergency logistics after earthquake disasters. *Management Science and Industrial Engineering (MSIE)*, International Conference On. Changsha, China, p. 560-562.
- [10] Kutucuoglu, K.Y., Hamali, J., Iran, I. & Sharp, J.M. (2001). A framework for managing maintenance using performance measurement systems, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No.1, pp.173-195.
- [11] Li, D. and Gao, J. (2010). "Study and application of reliability-centered maintenance considering radical maintenance", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 23 No. 5, pp. 622-629.
- [12] Liyange, J.P. and Kumar, U. (2003). "Towards a value-based view on operations and maintenance
- [13] Ma ´rquez, A.C., de Leo ´n, P.M., Ferna ´ndez, J.F.G., Ma ´rquez, C.P. and Campos, M.L. (2009). "A practical view to maintenance management", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15 No. 2, pp. 167-78.
- [14] Moubray, J. (2003). "Twenty-first century maintenance organization: part 1 – the asset management model", *Maintenance Technology, Applied Technology Publications*, Barrington, IL.
- [15] Muthu, S., Devadasan, S., Ahmed, S., Suresh, P. and Baladhandayutham, R. (2000). "Benchmarking for strategic maintenance quality improvement", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7 No. 4, pp. 293-303.
- [16] Murty, A.S.R. & Naikan V.N.A. (1995). Availability and maintenance cost optimisation of a production plant, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 12 No. 2, pp. 28-35, MCB UP Ltd, ISSN 0265-671X. edition, Butterworth Heinemann, Oxford.

- [17] Nair, N.G. (2007). Production and operations management, Tata McGraw-Hill.
- [18] Rausand M. (1998). Reliability Centred Maintenance, Journal of Reliability Engineering and System Safety, Vol. 60 No. 2, pp 121-132.
- [19] Schuman, C.A. and Brent, A.C. (2005). "Asset life management: towards improving physical asset performance in the process industry", International Journal of Operations & Production Management., Vol. 25 No. 6, pp. 566-79
- [20] Smith, A.M. (1993). Reliability Centred Maintenance, McGraw Hill Inc, New York.
- [21] Sutton, I.S. (1995). Integrated Management System Improvement Plant Reliability, Journal of Hydrocarbon Processing, Vol. 74 No.1, pp 63-66.
- [22] Srisawat Supsomboon and Kanthapong Hongthanapach. (2014). Modelling and Simulation in Engineering Volume 2014, Article ID 956182, 9 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/956182>
- [23] Stanley Fore (2010). Application of RCM for a chipping and sawing mill, Journal of Engineering, Design and Technology Vol. 9 No. 2, 2011 pp. 204-226 q Emerald Group Publishing Limited 1726-0531 DOI 10.1108/17260531111151078