

Usulan Perawatan Mesin *Stitching* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance*

Rizki Arga Kurniawan*, Heri Mujayin

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur 65144

*Surel: rizkiarga45@gmail.com

Abstract

Based on industrial competition nowadays, production quality occurs to be the main concern of several top companies. Method of machine maintenance is a way to increasing their production quality. Nowadays, several companies still using a corrective maintenance to maintain their machine, which is all of machine maintenance only be performed if the machine damaged. This thesis only focus to high frequency stitching machine. This thesis using Reability centered maintenance method to obtain optimum maintenance interval. This method gathers 7 step of data processing, starting from data selection, determinating restrictions of the system, describing the system and function of block diagram, and then FMEA (Failure Mode Effect Analysis) and LTA (Logic Tree Analysis). The result of this method is a correct maintenance action for critical components that included in condition directed and time directed categories. Qulitative analysis for Reliability Centered Maintenance method includes types indectification of maintenance, cause of damage and the occuring failure. Resul of the research contain several maintenance actions for critical components using condition directed method and critical component replace schedule using time directed method. From the suggested system maintenance simulation with RCM method, downtime can be decrease until 47,83%.

Keywords : maintenance, Downtime, Realibility Centered Maintenance, corrective maintenance.

Abstrak

Semakin besar persaingan didunia industri membuat perusahaan diharuskan untuk lebih meningkatkan kualitas produksinya. Metode perawatan mesin merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produksi. Saat ini perusahaan masih menggunakan perawatan mesin yang bersifat corrective maintenance dimana kegiatan perawatan mesin dilakukan apabila mesin mengalami kerusakan. Pada makalah ini berfokus pada mesin dengan frekuensi yang tinggi, yaitu pada mesin stitching. Metode penelitian yang digunakan adalah Reability Centered Maintenance untuk mendapatkan interval perawatan yang optimum. Metode ini merangkum 7 tahapan pengolahan data mulai dari seleksi sistem dan pengumpulan informasi, penentuan batasan sistem, deskripsi sistem dan blok diagram fungsi, penentuan kegagalan sistem, kemudian dilanjutkan ke analisis FMEA (Failure Mode Effect Analysis) dan LTA (Logic Tree Analysis). Hasil yang diperoleh berupa suatu tindakan perawatan yang tepat pada komponen-komponen kritis yang termasuk kedalam kategori Condition Directed dan Time Directed. Analisa kualitatif pada metode Reliability Centered Maintenance meliputi pengidentifikasi jenis perawatan, penyebab kerusakan dan efek kegagalan yang terjadi. Dari hasil penelitian, didapatkan beberapa tindakan perawatan yang harus dilakukan pada komponen kritis yang bersifat Condition Directed dan jadwal pergantian optimum komponen kritis yang bersifat Time Directed. Dari simulasi sistem perawatan usulan dengan metode RCM ini didapatkan potensi penurunan tingkat downtime sebesar 47,83 %.

Kata kunci : maintenance, total minimum downtime, realibility centered maintenance (RCM), corrective maintenance.

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri yang semakin pesat mengakibatkan peningkatan persaingan dalam dunia industri, sehingga perusahaan – perusahaan bersaing untuk meningkatkan kualitas dan jumlah produksi. Upaya suatu perusahaan dalam meningkatkan jumlah produksi yaitu dengan memperpanjang suatu pengoperasian fasilitas industri dan mengurangi pengeluaran perusahaan yang diakibatkan oleh rusaknya fasilitas produksi. Salah satunya adalah kerusakan mesin. Mesin merupakan sarana penting dalam suatu proses produksi dalam perusahaan. Mesin yang rusak secara mendadak dapat mengganggu rencana produksi yang telah ditetapkan. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan perencanaan perawatan mesin yang terjadwal (*preventive maintenance*) untuk mengurangi kerusakan mesin mendadak (*failure maintenance*).

PT. PRIMA MITRA KARSA merupakan perusahaan yang terletak di Jl. Raya Pandan Landung no.88, barang yang memproduksi buku tulis, buku gambar, dan note. Mesin produksi yang mereka gunakan yaitu mesin *shrink*, mesin *stitching*, mesin sering. Kerusakan yang paling sering terjadi yaitu pada mesin *stitching* yang mengakibatkan proses produksi berhenti untuk dilakukan perbaikan mesin. Perawatan dilakukan saat mesin mengalami kerusakan secara tiba-tiba, sehingga akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan yaitu berupa kehilangan produk yang seharusnya dihasilkan selama proses produksi atau kerugian penjualan (*loss sale*). Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dibutuhkan adanya perencanaan perawatan *stitching machine* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM merupakan metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif. Sehingga diharapkan biaya penggantian komponen mesin menjadi minimum[1].

Menurut Kurniawan (2013) [2] *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilakukan. Melalui penggunaan RCM, dapat diperoleh informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin/peralatan dapat terus beroperasi dengan baik. RCM merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan *Preventive maintenance*[3]. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perencanaan dan kualitas pembentukan *preventive maintenance* yang efektif[4]. Perencanaan tersebut juga meliputi komponen pengganti yang telah diprediksikan dan direkomendasikan[5]. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : 1) Mengetahui komponen mesin yang paling kritis dari mesin pendukung sistem mesin *stitching*, 2) Mendapatkan sistem perawatan yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), 3) Menentukan interval waktu penggantian dari komponen mesin kritis dengan *Total Minimum Downtime* (TMD).

2. Metode Penelitian

Objek makalah ini fokus pada mesin *stitching* PT. Prima Mitra Karsa, karena untuk *stitching* memiliki tingkat kerusakan yang tinggi, *downtime* produksi, dan komponen kritis. Data pada makalah ini adalah data *downtime*, *breakdown*, komponen kritis dan data lama perbaikan komponen mesin *stitching*.

Tahapan pengolahan data dilakukan dengan pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, definisi batasan sistem, deskripsi sistem dan *Functional Block Diagram*, penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsional, *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), Pemilihan Tindakan, penentuan pola distribusi, penentuan *Total Minimum Downtime*.

Tahapan pengerjaan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* :

- a. Pemilihan hierarki fungsi sistem peralatan
Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui fungsi masing-masing *part* atau komponen dari mesin *stitching*.
- b. Definisi batasan sistem
Batasan sistem mengenai masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari suatu system diperlukan untuk mengetahui apakah antar *part* atau komponen saling berhubungan dalam suatu fungsi sistem.
- c. Deskripsi sistem dan *Functional Block Diagram*
Langkah pendeskripsian sistem diperlukan untuk mengetahui komponen-komponen yang terdapat di dalam sistem dan bagaimana komponen-komponen yang terdapat dalam sistem tersebut beroperasi. Sedangkan informasi fungsi peralatan dan cara sistem beroperasinya dipakai sebagai informasi untuk membuat dasar untuk menentukan kegiatan perawatan terencana untuk membuat *Functional Block Diagram*.
- d. Menentukan fungsi sistem dan kegagalan fungsional
Setelah diperoleh deskripsi sistem, dilakukan tahapan analisis mengenai kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin *stitching*.
- e. Perhitungan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
Analisa kegagalan dilakukan dengan lebih menekankan pada analisa kualitatif dan mengidentifikasi dampak mode kegagalan dari komponen yang terdapat pada mesin *stitching* dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
- f. Menentukan *Logic Tree Analysis* (LTA)
Analisis LTA dilakukan untuk memberikan prioritas mode kerusakan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disediakan dalam LTA .
- g. Menentukan pemilihan tindakan
Tahap pemilihan tindakan (*Task Selection*) merupakan tahap terakhir dalam proses RCM untuk menentukan tindakan yang paling mungkin diterapkan dan efektif untuk setiap mode kegagalan komponen yang terdapat pada mesin *stitching*.
- h. Penentuan pola distribusi
Pada tahap ini dilakukan pemilihan pola distribusi dengan menggunakan waktu antar kerusakan pada mesin *stitching*, dengan menggunakan *software Easy Fit*.
- i. Penentuan *Total Minimum Downtime*
Setelah uji pola distribusi menentukan interval perawatan mesin yang optimum yang didapatkan dari pemilihan hasil yang paling minimum untuk mengurangi waktu *downtime* dan mendapatkan jadwal perawatan pada komponen mesin *stitching*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembuatan Hierarki Fungsi Sistem Peralatan

Menurut Rasyindo (2015) [6] proses identifikasi fungsi dari masing-masing sistem dan sub sistem perlu dilakukan untuk menentukan hierarki fungsional dari suatu sistem maupun sub sistem, sehingga dapat menunjukkan fungsi utama mana saja

yang mungkin tidak beroperasi jika fungsi tertentu mengalami kegagalan. Sistem ini dilakukan pada sistem produksi buku pada mesin *stitching* yang terdiri dari beberapa subsistem, yaitu: Mata pisau, *V-belt*, kumparan, Pegas, *Bearing*, Motor penggerak.

3.2 Pendefinisian Batasan Sistem

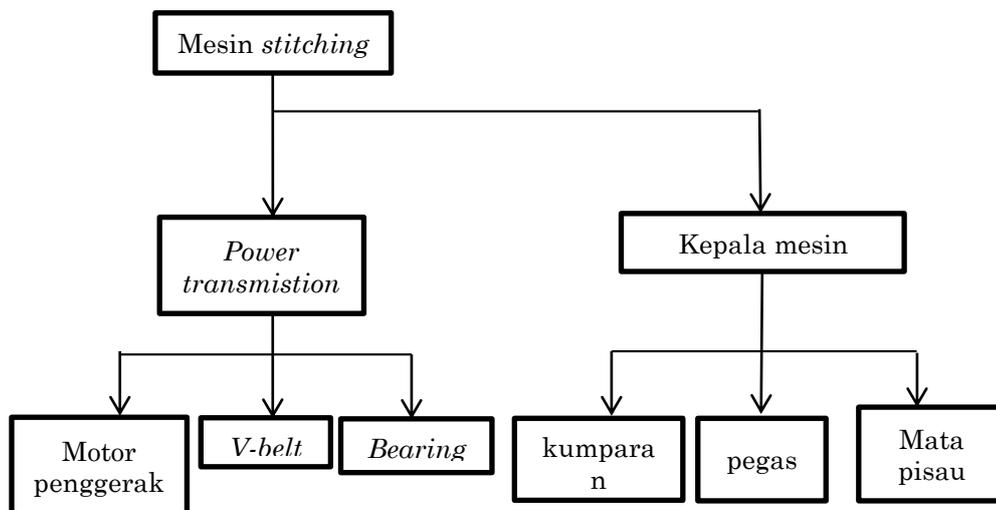
Menurut Rasyindo (2015) [6] batasan sistem merupakan suatu definisi kasar mengenai sistem dan batasan yang telah ditetapkan. Batasan sistem sangat diperlukan untuk mengetahui apa yang menjadi masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari suatu sistem. Batasan sistem pada mesin *stitching* terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 Batasan Sistem

Subsistem	Komponen	Batasan fisik primer	
		<i>Start with</i>	<i>Terminate with</i>
<i>Power transmittion</i>	Motor penggerak	Tranmisi daya motor penggerak ditranmisikan dengan menggunakan <i>van belt</i>	Hasil transmisi motor penggerak akan menggerakkan poros as
	<i>Van belt</i>		
	<i>Bearing</i>		
Kepala mesin	Kumparan	Pengoperasian oleh operator	Pegas akan mengembalikan posisi mata pisau setelah operator melakukan penjahitan pada buku
	Pegas		
	Mata pisau		

3.3 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsi

Menurut Rasyindo [6] fungsi sistem digunakan untuk mengidentifikasi desain sistem yang kritis, hubungan antar komponen dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem. Informasi yang ada digunakan untuk membuat *fuctional block diagram* untuk mengentifikasi sistem dengan rinci. Adapun tahapan identifikasi detail dari sistem, yaitu : 1) Diskripsi Sistem. 2) Blok Diagram.



Gambar 1 Functional Block Diagram Mesin stitching

3.4 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Menurut Rasyindo (2015) [6] fungsi sistem dan kegagalan fungsional dapat diketahui berdasarkan deskripsi sistem, informasi kerusakan yang terjadi, dan pengamatan secara langsung terhadap sistem yang diteliti. Pada tahap ini, dilakukan analisis mengenai kegagalan fungsional yang terjadi pada sistem yang diteliti, penjelasan mengenai kegagalan, komponen yang terkait serta hubungan antar komponen pada sistem tersebut. Pada tabel 2 dapat dilihat fungsi dan kegagalan fungsi pada mesin *stitching*.

Tabel 2 Fungsi sistem dan kegagalan fungsional

No.	Nama komponen	Deskripsi fungsi	Kegagalan fungsi
1	Motor penggerak	Pengubah dari listrik ke gerak untuk menggerakkan poros as.	Poros as tidak dapat berputar
2	<i>Bearing</i>	Menopang <i>pully</i>	<i>Pully</i> tidak dapat berputar dengan baik
3	<i>V-belt</i>	Menghubungkan antara daya poros yang satu dengan poros yang lain	Kedua poros tidak saling terhubung
4	Kumparan	Untuk melilitkan dan memutar kawat	kawat tidak dapat berputar
5	Pegas	Mengembalikan mata pisau ke posisi semula	Mata pisau tidak dapat kembali ke posisi semula
6	Mata pisau	Memotong kawat	Kawat tidak dapat terpotong

3.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

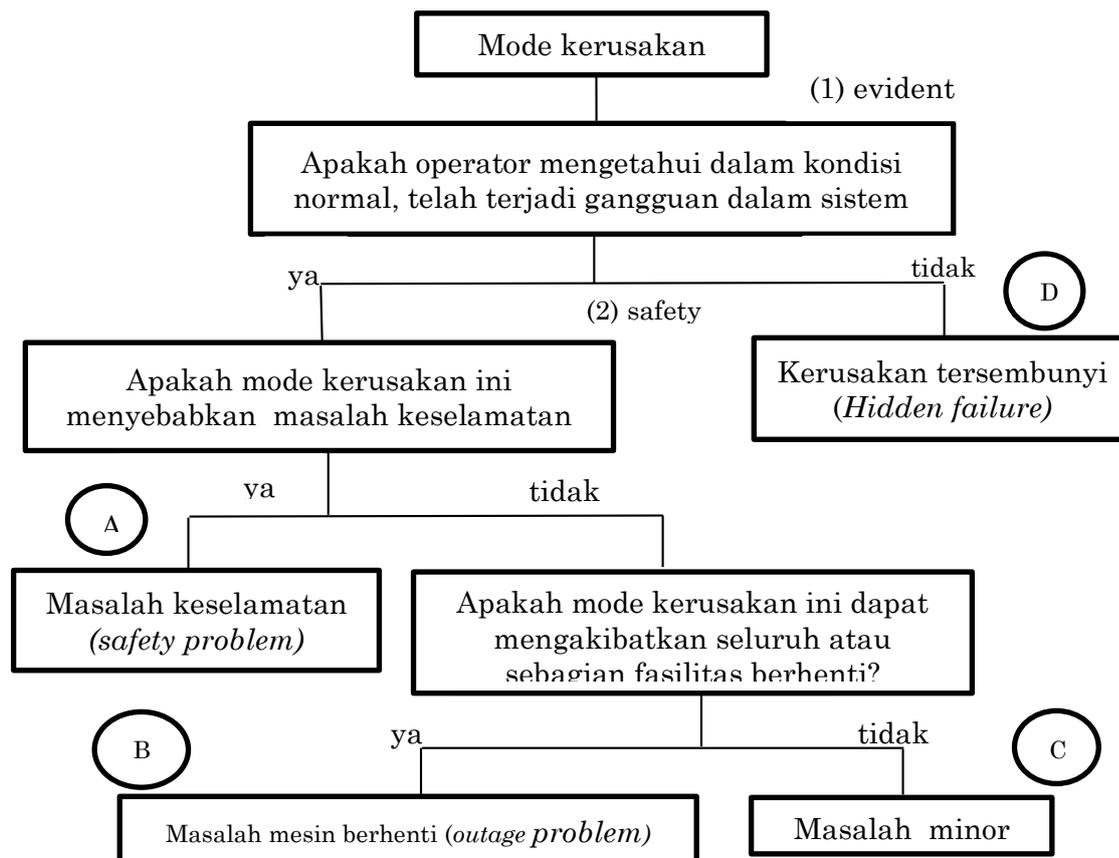
Menurut Rasyindo (2015) [6] mode kegagalan merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Sehingga apabila mode kegagalan dapat diketahui maka dampak kegagalan dari suatu sistem dapat digambarkan. Mode kegagalan dapat digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi, dan memperbaiki. Berdasarkan dari analisa *failure mode and effect analysis* (FMEA) pada komponen mesin *stitching* dapat diperoleh nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk setiap komponen sehingga dapat di berikan perhatian yang lebih terhadap komponen yang mempunyai nilai RPN paling besar[7], yaitu dengan menerapkan tindakan yang tepat. Nilai RPN dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 RPN kegagalan komponen mesin *stitching*

Komponen	S	O	D	RPN
<i>Bearing</i>	7	5	6	210
<i>V-belt</i>	8	6	4	192
Pegas	6	5	5	150
Mata pisau	8	6	2	96
Kumparan	6	4	3	72
Motor penggerak	10	2	2	40

3.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Menurut Hakim (2014) [8] penyusunan LTA merupakan proses kualitatif, tujuan tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dari fungsi, sehingga status mode kerusakan pada kegagalan fungsi tidak sama. Proses LTA menggunakan pertanyaan logika yang sederhana atau struktur keputusan kedalam empat kategori, setiap pertanyaan akan dijawab “Ya” atau “Tidak”[9]. Berdasarkan hasil dari penentuan Logic Tree Analysis (LTA).Maka dapat diperoleh kategori kegagalan dari masing-masing komponen mesin. Adapun pengkategorian pada masing-masing komponen tersebut dilakukan pertimbangan sebagai berikut :



Gambar 2 Struktur Logic tree analisis

1. Kategori A (*safety problem*) yaitu komponen yang dapat mengakibatkan gangguan keselamatan pada operator dan lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian, tidak ada komponen yang termasuk dalam kategori ini.
2. Kategori B (*outage problem*) yaitu komponen yang dapat mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem. Adapun komponen yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. kumpanan
 - b. Bearing
 - c. pegas
 - d. Mata pisau
 - e. V-belt

3.7 Pemilihan Tindakan

Menurut Hakim (2014) [8] pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang efektif. Adapun pemilihan tindakan untuk setiap komponen ditentukan dalam tindakan *time directed* dan *condition directed*. Diagram alir pemilihan tindakan dan berdasarkan analisis terhadap FMEA dan LTA, juga dilihat tingkat kerusakan yang sering dari data yang ada serta tingkat ekonomi yang bisa merugikan perusahaan [4, 10]. Pemilihan tindakan untuk komponen kritis mesin *stitching* adalah sebagai berikut :

1. *Condition Directed* (CD)

Bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan ini adalah:

- a. Pegas
- b. Mata pisau
- c. Kumparan

2. *Time Directed* (TD)

Time Directed lebih berfokus pada aktivitas pergantian yang dilakukan secara berkala dengan berdasarkan perhitungan *reliability*.

- a. *V-belt*
- b. *Bearing*

3.8 Uji Pola Distribusi dengan *Software Easyfit 5.6*

Berdasarkan hasil analisis RCM pada mesin *stitching*, maka perhitungan *reliability* dilakukan pada komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan *Time Directed* (TD). Komponen-komponen tersebut yaitu *V-belt* dan *Bearing*.

Interval kerusakan komponen diuji menggunakan 5 pola distribusi, yaitu distribusi *weibull*, normal, lognormal, eksponensial dan gamma (distribusi yang umum digunakan dalam *reliability*). Untuk pengujian pola distribusi dalam *reliability* ini, menggunakan *software Easy Fit Professional 5.6*. Dengan menggunakan *kolmogorov smirnov* sebagai *goodness of fit*, dapat ditentukan kecenderungan data kerusakan untuk mengikuti pola distribusi dalam *reliability*, dan distribusi data yang teramati khususnya untuk jumlah data yang tidak terlalu besar (dibawah 30). Hasil uji distribusi untuk masing-masing komponen menggunakan *software Easy Fit Standart 5.6* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Hasil rekapitulasi uji distribusi dan parameternya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Uji Distribusi Dan Penentuan Parameter Interval Kerusakan

No	Komponen	Pola Distribusi	Parameter
1	<i>V-Belt</i>	Normal	$\alpha = 22,345 ; \beta = 58,6$
2	<i>Bearing</i>	Normal	$\alpha = 7,2595 ; \beta = 57,8$

3.9 Perhitungan *Total Minimum Downtime*

Berdasarkan data parameter tabel 3. maka dapat ditentukan *total minimum downtime* pada masing-masing komponen. Lama perbaikan komponen kritis dengan T_r adalah waktu yang diperlukan untuk mengganti komponen karena komponen mengalami kerusakan dan T_p adalah waktu yang diperlukan untuk pergantian

komponen tindakan preventif. Adapun untuk mendapatkan *downtime* yang minimum maka harus melalui beberapa tahapan. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan *Total Minimum Downtime*.

Tabel 5 Perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD)

No.	Komponen	Interval Pergantian Optimum
1	<i>V-belt</i>	Pergantian komponen dilakukan setiap 21 hari
2	<i>Bearing</i>	Pergantian komponen dilakukan setiap 47 hari

Tabel 6 Penurunan *Downtime* Sistem Perawatan Sekarang dan Usulan

No	Komponen	Sistem Perawatan Sekarang		Sistem Perawatan Usulan		Penurunan <i>Downtime</i> (%)
		Interval Pergantian Komponen (Hari)	<i>Downtime</i>	Interval Pergantian Komponen (Hari)	<i>Downtime</i>	
1	<i>V-Belt</i>	59	0,009085	21	0,002480	72,70 %
2	<i>Bearing</i>	58	0,001820	47	0,001402	22,96%
Total penurunan <i>downtime</i> rata-rata						47,83%

Berdasarkan hasil pendekatan RCM, maka waktu *downtime* mesin dapat diminimumkan. Tabel 6. menunjukkan adanya penurunan *downtime* sebesar 47,83%

4. Simpulan

Dalam makalah dan perencanaan tindakan perawatan mesin *stitching* di PT. Prima mitra karsa Malang, Jawa Timur ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut: komponen yang memiliki *Risk Priority Number* (RPN) terbesar yaitu *Bearing* 210, *V-belt* 192, Pegas 150 sehingga membutuhkan perawatan yang lebih. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM terdapat 3 komponen yang direncanakan dengan perawatan CD (*Condition Directed*), yaitu kumparan, pegas, mata pisau dan 2 komponen yang direncanakan dengan perawatan TD (*Time Directed*) yaitu *V-belt* dan *Bearing*. Interval penggantian optimum komponen dengan *Total Minimum Downtime* yaitu *V-belt* sebesar 21 hari dan *Bearing* 47 hari. Dengan mengusulkan metode RCM sebagai metode perawatan, maka dapat dilihat adanya potensi penurunan rata-rata *downtime* sebesar 47,83 %.

Referensi

- [1] J. Heo, M. Kim, and J. Lyu, "Implementation of reliability-centered maintenance for transmission components using particle swarm optimization," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 55, pp. 238-245, 2014.
- [2] F. Kurniawan, "Manajemen perawatan industri," *Yogyakarta. Graha Ilmu*, 2013.
- [3] P. Chemweno, L. Pintelon, A. Van Horenbeek, and P. Muchiri, "Development of a risk assessment selection methodology for asset maintenance decision making: An analytic network process (ANP) approach," *International Journal of Production Economics*, vol. 170, pp. 663-676, 2015.

- [4] H. J. Groenewald, M. Kleingeld, and J. Vosloo, "A performance-centred maintenance strategy for industrial DSM projects," in *Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE), 2015 International Conference on the*, 2015, pp. 50-53.
- [5] B. Yssaad, M. Khiat, and A. Chaker, "Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 55, pp. 108-115, 2014.
- [6] M. R. Rasindyo, K. Leksananto, and Y. Helianty, "Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinnati Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di Pt. Dirgantara Indonesia," *REKA INTEGRRA*, vol. 3, 2015.
- [7] W. Hayes, J. Cohen, and R. Ferguson, "Risk Priority Number: A Method for Defect Report Analysis," Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering INST2014.
- [8] L. Hakim, "Penerapan Rcm Pada Sistem Distribusi Air Di Pdam Pasir Putih Pematangan Barangan Kabupaten Rokan HulU," *Jurnal APTEK*, vol. 4, pp. 129-140, 2014.
- [9] W. Marzocchi, M. Taroni, and J. Selva, "Accounting for epistemic uncertainty in PSHA: Logic tree and ensemble modeling," *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 105, pp. 2151-2159, 2015.
- [10] T. Annaka, K. Satake, T. Sakakiyama, K. Yanagisawa, and N. Shuto, "Logic-tree approach for probabilistic tsunami hazard analysis and its applications to the Japanese coasts," in *Tsunami and Its Hazards in the Indian and Pacific Oceans*, ed: Springer, 2007, pp. 577-592.