



Pemeliharaan Mesin *Hydraulic Shear* Menggunakan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* dan Manajemen Suku Cadang

Faisal Mustaqim¹, Wilson Kosasih², Ahmad³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend S. Parman No.1 Jakarta 11440

E-mail: faisalmustaqim96@gmail.com, wilsonk@ft.untar.ac.id, ahmad@ft.untar.ac.id

Abstract

Production equipment that has a high operating time becomes a vital aspect in supporting the operational system, and its maintenance becomes a critical point that must be planned. This research discusses maintenance policies that focus on machine reliability and parts availability to produce proper maintenance actions, optimal maintenance scheduling and good spare-parts management. The research was conducted on a developing manufacturing company engaged the field of agricultural aids in the city of Bekasi. This study focused on hydraulic shear machines because they have the largest downtime value of 8,344.8 minutes. This problem has a negative impact on the company because it can reduce the yield. Based on these conditions, the study was conducted using the Reliability Centered Maintenance method to update the maintenance patterns and Poisson Process to determine the number of component requirements needed for the next one year. The data obtained in the form of historical damage to the machine, component cost, labor cost and production cost. This research produces an optimal preventive replacement time interval that is every 154 hours for the oil seal component, 242 hours for the shear blade component, and 324 hours for the oil hydraulic hose (1/2") component. While the number of critical components required for the next 1 year is 37 units for oil seal component, 10 units for shear blade components, and 7 units for oil hydraulic hose (1/2") component.

Keywords: *maintenance, reliability centered maintenance, spare parts management*

Abstrak

Peralatan produksi yang memiliki waktu operasi tinggi menjadi aspek vital dalam mendukung sistem operasional, dan pemeliharannya menjadi poin kritis yang harus direncanakan. Penelitian ini membahas kebijakan pemeliharaan yang berfokus pada keandalan mesin dan ketersediaan suku cadang untuk menghasilkan tindakan pemeliharaan yang tepat, penjadwalan pemeliharaan optimal dan manajemen suku cadang yang baik. Penelitian dilakukan pada perusahaan manufaktur berkembang yang bergerak pada bidang alat bantu pertanian di Kota Bekasi. Studi ini berfokus pada mesin *hydraulic shear* karena memiliki nilai *downtime* terbesar yakni 8.344,8 menit. Permasalahan ini berdampak buruk terhadap perusahaan karena dapat menurunkan rendemen. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* untuk memperbaharui pola pemeliharaan dan *Poisson Process* untuk mengetahui jumlah kebutuhan komponen yang diperlukan selama satu tahun ke depan. Data yang diperoleh berupa historis kerusakan mesin, biaya komponen, biaya tenaga kerja dan biaya produksi. Penelitian ini menghasilkan interval waktu penggantian pencegahan optimal yakni setiap 154 jam untuk komponen *oil seal*, 242 jam untuk komponen *shear blade*, dan 324 jam untuk komponen *oil hydraulic hose* (1/2"). Sedangkan jumlah kebutuhan komponen kritis selama 1 tahun ke depan yakni 37 unit untuk komponen *oil seal*, 10 unit untuk komponen *shear blade*, dan 7 unit untuk komponen *oil hydraulic hose* (1/2").

Kata kunci: *pemeliharaan, reliability centered maintenance, manajemen suku cadang*

Pendahuluan

Pemeliharaan mesin sangat diperlukan dalam sebuah industri terutama di bidang manufaktur yang memiliki peran penting selama proses produksi berlangsung. Buruknya penjadwalan pemeliharaan menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan terjadinya *breakdown* secara tiba-tiba (Ahyari, 2002). Kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik sangat dibutuhkan agar aktivitas produksi berjalan sesuai dengan *schedule* yang telah dibuat (Assauri, 1993). Pemeliharaan merupakan kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu komponen atau mesin dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi dapat diterima (Kurniawan, 2013). Kegiatan pemeliharaan yang baik dilakukan sesuai dengan *schedule* yang telah ditetapkan tanpa mengganggu jalannya proses produksi. Jika kegiatan pemeliharaan sering dilakukan akan meningkatkan biaya pemeliharaan, sebaliknya apabila pemeliharaan jarang atau sama sekali tidak dilakukan akan mengurangi keandalan pada sebuah mesin (Corder, 1997; Dhillon, 2002; Kosasih et al., 2014).

Kegiatan pemeliharaan dapat meminimasi kerugian yang ditimbulkan akibat terjadinya kegagalan pada mesin dan meningkatkan rendemen yang didapat oleh perusahaan. Pemeliharaan bertujuan mempertahankan dan menjaga suatu sistem atau fasilitas tetap berada dalam kondisi aman, ekonomis dan pengoperasian optimal (Kurniawan, 2013). Selain itu manajemen suku cadang sangat diperlukan, dikarenakan harus memiliki pengendalian tingkat persediaan, sehingga ketika sebuah suku cadang diperlukan maka selalu tersedia dan menjaga agar tingkat persediaan berada pada *level* seminimum mungkin (Indrajit & Djokopranoto, 2003).

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur berkembang yang bergerak pada bidang alat bantu pertanian di Kota Bekasi. Dalam kasusnya, perusahaan masih menerapkan *run to failure maintenance* pada sistem pemeliharaannya, di mana aksi dilakukan setelah mesin atau fasilitas produksi mengalami kegagalan atau kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik (Moubray, 2000). Pemeliharaan mesin bukan hanya tindakan *corrective*, tetapi terdapat tindakan *preventive* untuk mencapai keseimbangan antara keahlian sumber daya

manusia dengan kebutuhan *stakeholders* (Kennedy, 2009; Ahmad et al., 2014). Kondisi tersebut berpotensi mempengaruhi produktivitas mesin, karena akan mengalami *breakdown* secara tiba-tiba dan menurunkan jumlah rendemen yang akan didapat oleh perusahaan.

Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan penelitian ini mengenai pemeliharaan mesin *hydraulic shear* menggunakan pendekatan *reliability centered maintenance* dan manajemen suku cadang. *Reliability centered maintenance* merupakan landasan dasar untuk pemeliharaan fisik dan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal (Siddiqui & Ben, 2009). Dengan pendekatan tersebut diharapkan dapat memperbaharui pola pemeliharaan dan perencanaan jadwal pemeliharaan yang tepat pada komponen kritis serta mengetahui jumlah kebutuhan masing-masing komponen kritis pada mesin *hydraulic shear* sehingga tidak terjadi *stockout*.

Metodologi

Pada tahap awal, studi lapangan dilakukan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi permasalahan di perusahaan dan selanjutnya dilakukan studi literatur mengenai metode yang akan digunakan. Ketika metode sudah ditentukan, langkah berikutnya pengumpulan data berupa historis kerusakan mesin mulai dari bulan Februari 2018 hingga Januari 2020. Data tersebut akan dilakukan analisa menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis yang akan menjadi objek penelitian. Tools ini menggambarkan tingkat kejadian kerusakan (*occurrence* – O), tingkat keparahan (*severity* – S) dan tingkat deteksi kerusakan (*detection* – D) yang dinyatakan dengan *risk priority number* (RPN) (Stamatis, 1995).

Selanjutnya dilakukan perhitungan TTF dan TTR. Hasil dari perhitungan tersebut dilakukan uji *goodness of fit* dengan menggunakan *statistics software* untuk mengetahui jenis distribusi kerusakan pada masing-masing komponen kritis. Distribusi terpilih menentukan formula yang akan digunakan dalam menghitung parameter guna mendapatkan nilai MTTF dan MTTR komponen serta *reliability* komponen (Ebeling, 1997). Pemilihan

distribusi berdasarkan nilai *anderson darling* terkecil dan *p-value* terbesar (Anderson & Darling, 1954). Setelah nilai MTTF dan MTTR diketahui, *step* berikutnya melakukan perhitungan interval penggantian pencegahan dan pemeriksaan pencegahan komponen kritis. Digunakan metode *age replacement* dalam menghitung interval penggantian pencegahan.

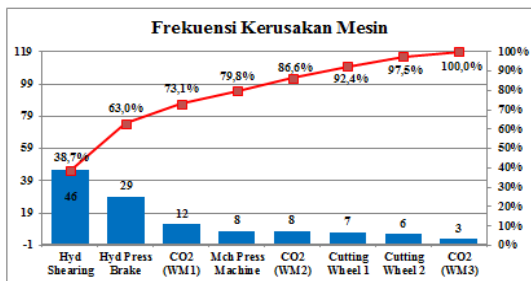
Kemudian melakukan perhitungan perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah melakukan *preventive maintenance* agar mengetahui apakah *reliability* meningkat atau tidak. *Reliability* didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang diperlukan untuk periode waktu tertentu ketika digunakan di bawah kondisi operasi yang ditetapkan (Ebeling, 1997). Selain itu juga dilakukan perhitungan perbandingan biaya dengan menerapkan *preventive maintenance* dan tanpa menerapkan *preventive maintenance*.

Langkah terakhir dihitung kebutuhan persediaan suku cadang tiap komponen kritis menggunakan pendekatan metode *Poisson process* dan model *economic order quantity* (EOQ).

Hasil dan Diskusi

Penentuan Mesin dan Komponen Kritis

Penentuan mesin kritis untuk menunjang penelitian, dikumpulkan historis kerusakan mesin pada area *construction*, seperti terlihat pada Gambar 1. Kemudian dipilih mesin yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi untuk menjadi objek penelitian.



Gambar 1. Data kerusakan mesin

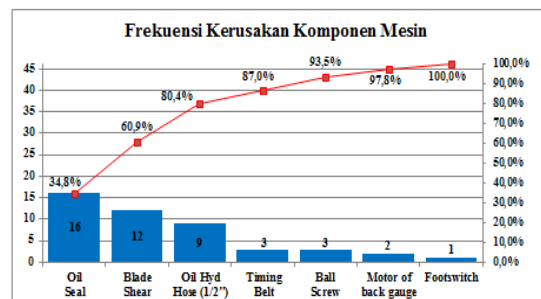
Mesin dengan frekuensi tertinggi terdapat pada mesin *hydraulic shear* yang merupakan mesin dengan frekuensi tertinggi diantara mesin-mesin lainnya dengan frekuensi kerusakan sebanyak 46 kerusakan. Maka dari

itu mesin *hydraulic shear* menjadi objek penelitian. Berdasarkan historis kerusakan pada mesin *hydraulic shear*, terdapat 7 komponen yang tercatat kerusakannya. Komponen tersebut akan dianalisis menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA) seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Penentuan S-O-D dalam FMEA dilakukan berdasarkan konsensus dengan pihak manajemen. Adapun kriteria penilaiannya mengacu pada skala *rating* 10 poin dari FMEA (lihat Lampiran).

Tabel 1. Hasil *failure mode and effect analysis*

Component	Severity	Occurance	Detection	RPN
Motor of Back Gauge	6	3	6	108
Shear Blade	7	7	7	343
Oil Seal	7	8	8	448
Footswitch	6	2	3	36
Ball Screw	6	4	6	144
Oil Hydraulic Hose	8	7	8	448
Timing Belt	5	4	5	100

Selain FMEA, digunakan diagram Pareto dengan prinsip 80/20 sebagai penguat dalam menentukan objek penelitian. Gambar 2 menunjukkan hasil pareto dari tiap komponen mesin *hydraulic shear*.



Gambar 2. Data kerusakan komponen mesin *hydraulic shear*

Berdasarkan hasil FMEA, terlihat komponen *oil seal*, *shear blade* dan *oil hydraulic hose (1/2")* memiliki nilai RPN tinggi dan terpilih menjadi objek penelitian. Hasil *failure mode and effect analysis* diperkuat dengan hasil pareto, karena ketiga komponen memiliki persentase kumulatif mencapai 80%.

Perhitungan Parameter, MTTF dan MTTR

Penentuan distribusi TTF dan TTR pada masing-masing komponen kritis dilakukan dengan pengujian *goodness of fit* menggunakan bantuan *statistics software*. Distribusi ini menghasilkan parameter dari tiap

TTF dan TTR pada ketiga komponen kritis. Hasil pengujian distribusi beserta hasil parameter dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil uji *goodness of fit* menunjukkan distribusi terpilih dari setiap komponen kritis. Tahap selanjutnya menghitung waktu rata-rata menuju kerusakan dan waktu rata-rata proses perbaikan terhadap ketiga komponen kritis. Perhitungan disesuaikan dengan distribusi terpilih pada tiap komponen kritis, karena tiap distribusi memiliki formula yang berbeda-beda. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan MTTF dan MTTR dari ketiga komponen kritis.

Tabel 2. Hasil uji distribusi & parameter

Component	Distribusi	Parameter
Oil Seal	TTF Lognormal	$s : 0,6140$
		$t_{med} : 238,4105$
	TTR Lognormal	$s : 0,1014$
		$t_{med} : 3,3275$
Shear Blade	TTF Lognormal	$s : 0,2869$
		$t_{med} : 343,6980$
	TTR Normal	$\sigma : 0,6559$
		$\mu : 5,9029$
Oil Hydraulic Hose (1/2")	TTF Normal	$\sigma : 152,4157$
		$\mu : 500,8687$
	TTR Lognormal	$s : 0,3899$
		$t_{med} : 1,5148$

Tabel 3. Hasil perhitungan MTTF dan MTTR komponen kritis

Component	MTTF (Jam)	MTTR (Jam)
Oil Seal	287,8650	3,3446
Shear Blade	358,1382	5,9029
Oil Hydraulic Hose	500,8687	1,6344

Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Pemeriksaan Pencegahan

Pemeliharaan mesin sebaiknya dilaksanakan secara terjadwal dan bersifat direncanakan. Tindakan tersebut dapat meminimalisir terjadinya *breakdown* pada mesin secara tiba-tiba yang akan menghambat kelancaran proses produksi. Tindakan penggantian pencegahan pada tiap komponen kritis dengan tingkat frekuensi kegagalan tinggi dapat mempengaruhi proses kerja sistem secara keseluruhan. Sedangkan tindakan pemeriksaan pencegahan bertujuan untuk meminimasi *downtime* mesin akibat kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba (Jardine, 1993).

Dengan dilakukannya perhitungan interval waktu penggantian dan pemeriksaan

pencegahan, didapat waktu optimal dalam melakukan tindakan penggantian dan pemeriksaan terhadap ketiga komponen kritis. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan interval waktu penggantian dan pemeriksaan pencegahan.

Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan menunjukkan bahwa penggantian komponen dilakukan setelah pemakaian 154 jam untuk komponen *oil seal*, 242 jam untuk komponen *shear blade* dan 324 jam untuk komponen *oil hydraulic hose* (1/2"). Sedangkan Hasil perhitungan interval waktu pemeriksaan pencegahan menunjukkan pemeriksaan komponen dilakukan setelah pemakaian 65 jam untuk komponen *oil seal*, 70 jam untuk komponen *shear blade* dan 124 jam untuk komponen *oil hydraulic hose* (1/2").

Tabel 4. Interval waktu penggantian dan pemeriksaan pencegahan

Component	Interval Waktu Penggantian	Interval Waktu Pemeriksaan
Oil Seal	154 Jam	65 Jam
Shear Blade	242 Jam	70 Jam
Oil Hydraulic Hose	324 Jam	124 Jam

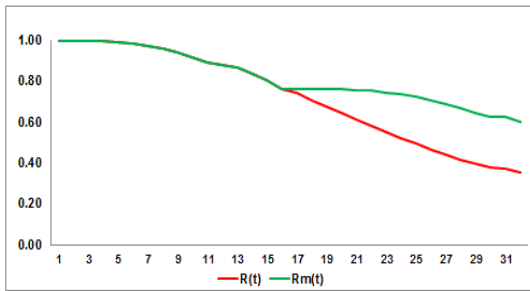
Perbandingan Reliability Sebelum dan Sesudah Preventive Maintenance

Keandalan sebuah komponen berhubungan apakah komponen tersebut dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan atau tidak. Peningkatan keandalan dapat dilakukan dengan cara pemeliharaan pencegahan, karena mampu meningkatkan umur pakai sebuah komponen

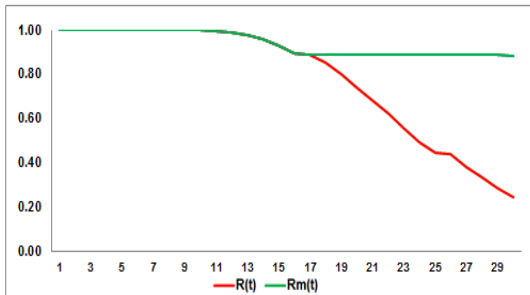
Perhitungan *reliability* pada ketiga komponen kritis disesuaikan dengan distribusi terpilih berdasarkan hasil uji *goodness of fit*. Hasil perhitungan perbandingan *reliability* komponen kritis dapat dilihat masing-masing pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5.

RCM Worksheet

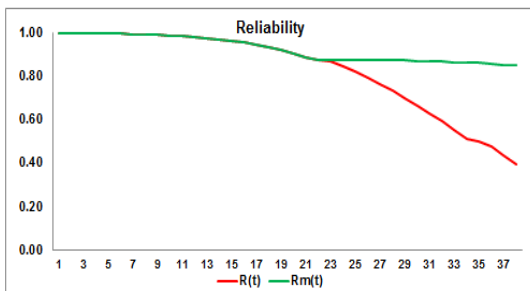
Pada pendekatan ini digunakan RCM *information worksheet* dan *decision worksheet*. RCM *information worksheet* merupakan lembaran kerja yang merangkum informasi mengenai kegagalan yang terjadi pada komponen kritis. RCM *information worksheet* mengenai komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7.



Gambar 3. Perbandingan reliability oil seal



Gambar 4. Perbandingan reliability shear blade



Gambar 5. Perbandingan reliability oil hydraulic hose (1/2")

Tahap selanjutnya menentukan dampak atau konsekuensinya yang ditimbulkan oleh kegagalan serta tindakan *proactive maintenance* untuk menghadapi kegagalan yang terjadi dengan membuat RCM *decision worksheet*. Hasil RCM *decision worksheet* komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 8. Nilai 1 pada kolom *function* karena hanya terdapat 1 fungsi yang mengalami kegagalan, Nilai A pada kolom *function failure* karena pola kerusakan komponen bersifat dimulai frekuensi kegagalan yang tinggi diikuti dengan keadaan konstan dan berakhir dengan *wear out* dan Nilai 1 pada kolom *failure mode* menyatakan modus kegagalan yang terjadi berjumlah 1. Sedangkan N memiliki arti "tidak" dan Y memiliki arti "ya". Pada proses penentuan *consequence evaluation* serta tindakan pencegahan (*proactive task*) dibantu dengan menggunakan diagram keputusan RCM

(*decision diagram*). Kegiatan *preventive task* pada ketiga komponen kritis terpilih yaitu *schedule discard task*, di mana pada *task* ini melakukan penggantian komponen lama dengan komponen baru pada atau sebelum batas umur pakai sehingga dapat mengembalikan ketahanan komponen terhadap *failure*. *Default action* tidak diisi karena *preventive task* sudah memungkinkan diimplementasikan.

Perbandingan Failure Cost Dan Preventive Cost

Perhitungan biaya pemeliharaan digunakan untuk mengetahui perbedaan antara sebelum melakukan *preventive maintenance* dan sesudah melakukan *preventive maintenance*. Tabel 9 menunjukkan hasil *saving cost* pada ketiga objek penelitian.

Hasil perhitungan menunjukkan pada saat menerapkan *preventive maintenance* dapat menghemat biaya pemeliharaan sebesar 79,65% untuk komponen *oil seal*, 79,46% untuk komponen *shear blade* dan 84,78% untuk komponen *oil hydraulic hose (1/2")*.

Perencanaan Persediaan Suku Cadang Komponen Kritis

Tiap komponen dibedakan menjadi *repairable* dan *non-repairable*. Seluruh komponen kritis tergolong dalam kategori *non-repairable* dikarenakan ketika komponen mengalami kerusakan, maka komponen lama diganti dengan komponen baru untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan sistem yang lebih cepat. *Confidence level* yang digunakan yaitu 95% karena data yang dibutuhkan pada penelitian ini tidak seluruhnya diberikan secara rinci oleh pihak perusahaan. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan kebutuhan komponen kritis pada mesin *hydraulic shear* dalam kurun waktu 1 tahun.

Hasil perhitungan kebutuhan komponen untuk memenuhi *confidence level* 95%, maka perusahaan wajib memiliki komponen *oil seal* 37 unit, komponen *shear blade* 10 unit dan komponen *oil hydraulic hose (1/2")* 7 unit.

Selanjutnya dihitung kuantitas barang sekali pesan dengan biaya seminimal mungkin menggunakan model EOQ, seperti ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 5. RCM *information worksheet* komponen *oil seal*

RCM II INFORMATION WORKSHEET		Sub System		Hydraulic Piston		Failure Effect (What happens when it fails)
		Component		Oil Seal		
Function		Functional Failure (Loss of Function)		Failure Mode (Cause of Failure)		
1)	Menahan fluida bertekanan agar tidak keluar dinding piston	a)	Oli mengalami rembes dan berkurangnya tekanan ketika menahan <i>metal sheet</i>	1)	Seal bocor atau sobek	Terjadi rembesan <i>hydraulic oil</i> sehingga penambahan <i>hydraulic oil</i> akan sering dilakukan dan berkurangnya tekanan dalam menahan <i>metal sheet</i> saat proses pemotongan (ngempos)

Tabel 6. RCM *information worksheet* komponen *shear blade*

RCM II INFORMATION WORKSHEET		Sub System		Cutter and Blade Frame		Failure Effect (What happens when it fails)
		Component		Shear Blade		
Function		Functional Failure (Loss of Function)		Failure Mode (Cause of Failure)		
1)	Untuk memotong <i>metal sheet</i> sesuai dengan pola yang telah dibuat menggunakan <i>jig</i>	a)	Pemotongan tidak rata	1)	Mata <i>shear blade</i> tumpul dan rompal	Hasil pemotongan pada <i>metal sheet</i> tidak rata atau bergelombang

Tabel 7. RCM *information worksheet* komponen *oil hydraulic hose (1/2"*)

RCM II INFORMATION WORKSHEET		Sub System		Pipe Connection		Failure Effect (What happens when it fails)
		Component		Oil Hydraulic Hose		
Function		Functional Failure (Loss of Function)		Failure Mode (Cause of Failure)		
1)	Menyalurkan <i>hydraulic oil</i> untuk menggerakkan <i>hydraulic cylinder</i> secara naik turun	a)	<i>Hydraulic cylinder</i> tidak dapat bergerak	1)	Pecah atau retak pada bagian ujung hose	<i>Hydraulic cylinder</i> tidak dapat bergerak yang akan menyebabkan produksi terhenti

Tabel 8. Hasil RCM *decision worksheet* komponen kritis

RCM II DECISION WORKSHEET													Proposed Task	Initial Interval (hours)	Can be carried out by	
Component	Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action					
								S1	S2	S3						
								O1	O2	O3						
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
Oil Seal	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Schedule Discard Task	154	Maintenance Crew
Shear Blade	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Schedule Discard Task	242	Maintenance Crew
Oil Hydraulic Hose (1/2")	1	A	1	N	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Schedule Discard Task	324	Maintenance Crew

Tabel 9. Hasil persentase *saving cost*

Component	Total Failure Cost/Jam	Total Failure Cost/Period	Total Preventive Cost/ Jam	Total Preventive Cost/Period	Total Saving Cost/ Jam	Total Saving Cost/Period	Percentage Saving Cost
Oil Seal	Rp. 84.268,00	Rp. 12.118.878,00	Rp. 32.142,00	Rp. 2.474.921,00	Rp. 52.126,00	Rp. 9.653.957,00	61,86%
Shear Blade	Rp. 139.188,00	Rp. 24.924.222,00	Rp. 48.484,00	Rp. 5.866.621,00	Rp. 90.703,00	Rp.19.057.601,00	65,17%
Oil Hydraulic Hose (1/2")	Rp. 24.680,00	Rp. 6.180.748,00	Rp. 5.773,00	Rp. 935.197,00	Rp. 18.907,00	Rp. 5.245.551,00	76,61 %

Tabel 10. Kebutuhan komponen kritis

Component	Demand/year	Prob (%)
<i>Oil Seal</i>	37 Unit	96,40%
<i>Shear Blade</i>	10 Unit	97,29%
<i>Oil Hydraulic Hose (1/2")</i>	7 Unit	95,02%

Tabel 11. EOQ komponen kritis

Component	EOQ (Unit)	Frekuensi Pemesanan
<i>Oil Seal</i>	19	2
<i>Shear Blade</i>	2	5
<i>Oil Hydraulic Hose (1/2")</i>	4	2

EOQ memastikan perusahaan mencapai biaya pengelolaan *inventory* yang efisien terutama ditinjau dari *ordering cost* dan *inventory cost*. Merujuk pada Tabel 11, diperoleh jumlah optimal pemesanan dalam sekali pesan pada tiap komponen kritis yaitu 19 unit untuk komponen *oil seal*, 2 unit untuk komponen *shear blade* dan 4 unit untuk komponen *oil hydraulic hose (1/2")*.

Inventory Cost Komponen Kritis

Inventory cost dipengaruhi oleh *ordering cost*, *holding cost* dan *purchasing cost*. Manajemen persediaan yang baik dapat menghindarkan perusahaan dari kelebihan maupun kekurangan *inventory*, sehingga perusahaan dapat meminimalisir kerugian yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Tabel 12 menunjukkan total *inventory cost* yang dibutuhkan perusahaan selama 1 tahun untuk semua komponen kritis pada mesin *hydraulic shear*.

Tahap selanjutnya menghitung *re-order point* (ROP). Model ROP merupakan tingkat atau titik persediaan di mana tindakan pemesanan kembali harus diambil untuk mengisi persediaan barang atau komponen (Render & Heizer, 2001). ROP sangat penting dalam menentukan jangka waktu pemesanan kembali pada komponen kritis. Dikarenakan barang yang dipesan tidak bisa langsung ada dan digunakan, sehingga terhindar dari kemungkinan *stockout*. Perhitungan ROP tidak didasari oleh distribusi kegagalan tiap komponen namun perhitungan ini menggunakan pendekatan persediaan model Q ekonomis. Penentuan ROP ini bergantung pada *lead time* pemesanan dan MTTF dari tiap

komponen. Hasil perhitungan ROP dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12. *Inventory cost*

Component	Inventory Cost
<i>Oil Seal</i>	Rp. 3.109.250
<i>Shear Blade</i>	Rp. 76.853.500
<i>Oil Hydraulic Hose (1/2")</i>	Rp. 3.356.250
Total Inventory Cost	Rp. 83.318.625

Tabel 13. *Re-order point* komponen kritis

Component	Re-Order Point
<i>Oil Seal</i>	5 Unit
<i>Shear Blade</i>	1 Unit
<i>Oil Hydraulic Hose (1/2")</i>	2 Unit

Tabel 13 menunjukkan pemesanan kembali dilakukan jika persediaan pada masing-masing komponen kritis tersisa 5 unit untuk komponen *oil seal*, 1 unit untuk komponen *shear blade* dan 2 unit untuk komponen *oil hydraulic hose (1/2")*.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan yang sesuai dari tiap komponen kritis berdasarkan hasil RCM *decision worksheet* yaitu *schedule discard task*, dimana pada *task* ini melakukan penggantian komponen lama dengan komponen baru pada atau sebelum batas umur pakai sehingga dapat mengembalikan kehandalan sistem secara menyeluruh. Interval waktu penggantian optimal pada masing-masing komponen kritis yaitu 154 jam untuk komponen *oil seal*, 242 jam untuk komponen *shear blade* dan 324 jam untuk komponen *oil hydraulic hose (1/2")*. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *poisson process*, kebutuhan tiap komponen kritis dalam kurun satu tahun yaitu 37 unit untuk komponen *oil seal*, 10 unit untuk komponen *shear blade* dan 7 unit untuk komponen *oil hydraulic hose (1/2")*. Maka daripada itu, hasil penelitian ini memberikan rekomendasi kepada perusahaan sehingga pihak manajemennya dapat merencanakan dan menjadwalkan kegiatan pemeliharaan serta menentukan jumlah persediaan suku cadang tiap komponen kritis secara tepat.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Kosasih, W. & Wijoyo, B. (2014). Penentuan Jadwal Penggerindaan pada Mata Pahat Mesin Giling dan Penggantian Mata Gerinda dengan Menggunakan Metode Preventive Maintenance. *Jurnal Kajian Teknologi*, 10(2), 73-82.
- Ahyari, A. (2002). *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Anderson, T, W. & Darling, D, A. (1954). A Test of Goodnees of Fit. *Journal of American Statistical Association*, 49(268), 765-769.
- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Corder, A. (1996). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Dhillon, B.S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. New York: CRC Press LLC.
- Ebeling, C. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Company.
- Indrajit, R., & Djokopranoto. (2003). *Konsep Manajemen Supply Chain: Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan Bagi Perusahaan Modern di Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Widiasaranan Indonesia
- Moubray, J. (1991). *Reliability Centered Maintenance II, Second Edition*. New York: Industrial Press Inc.
- Jardine, A.K. (1993). *Maintenance, replacement and reliability*. Canada: Pittman Publishing Company.
- Kennedy, J. (2009). What Is Maintenance?. *The Asset Journal*, 3(1), pp. 3-11.
- Kosasih, W., Ahmad & Nurtanti, W. (2014). Pemeliharaan Terencana: Penjadwalan Interval Pembersihan Nozzle dan Penggantian Nozzle Heater pada Mesin Automatic Injection Molding E-110B (Studi Kasus: Perusahaan Guna Plast). Paper presented at 2nd Indonesian Statistical Analysis Conference, Bandung (pp. 211-214). Bandung, ID: Jurusan Teknik Industri Universitas Parahyangan.
- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri Teknik dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Render, B & Heizer, J. (2001). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Siddiqui, A. W. & Ben, M. (2009). *Reliability Centered Maintenance in Handbook Of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer.
- Stamatis, D.H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee, WI: ASQC Press.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara serta semua pihak yang memberikan wawasan dan keahlian yang sangat membantu penelitian ini.

Lampiran

Tabel L1. Kriteria severity rating dari FMEA

FMEA Severity Rating		
Effect	Severity of Effect	Ranking
Hazardous without warning	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi operasi sistem yang aman tanpa peringatan	10
Hazardous with warning	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi operasi sistem yang aman dengan peringatan	9
Very High	Sistem tidak dapat dioperasikan dengan kegagalan yang merusak tanpa membahayakan keselamatan	8
High	Sistem tidak dapat dioperasikan dengan kerusakan peralatan / komponen	7
Moderate	Sistem tidak dapat dioperasikan dengan kerusakan kecil	6
Low	Sistem tidak dapat dioperasikan tanpa kerusakan	5
Very Low	Sistem dapat dioperasikan dengan penurunan kinerja yang signifikan	4
Minor	Sistem dapat dioperasikan dengan beberapa penurunan kinerja	3

FMEA Severity Rating		
Effect	Severity of Effect	Ranking
<i>Very Minor</i>	Sistem dapat dioperasikan dengan gangguan minimal	2
<i>None</i>	Tidak berpengaruh	1

Tabel L2. Kriteria *occurance rating* dari FMEA

FMEA Occurance Rating		
Probability of Failure	Failure Prob.	Ranking
<i>Very High: Failure is almost inevitable</i>	>1 in 2	10
	1 in 3	9
<i>High: Repeated failures</i>	1 in 8	8
	1 in 20	7
<i>Moderate: Occasional failures</i>	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2.000	4
<i>Low: Relatively few failures</i>	1 in 15.000	3
	1 in 150.000	2
<i>Remote: Failure is unlikely</i>	<3,4 in 1.000.000	1

Tabel L3. Kriteria *detection rating* dari FMEA

FMEA Detection Rating		
Detection	Likelihood of Detection by Design Control	Ranking
<i>Cannot Detect</i>	Pengendalian desain tidak dapat mendeteksi potensi penyebab / mekanisme dan mode kegagalan selanjutnya	10
<i>Very Remote</i>	Sangat kecil kemungkinan kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan berikutnya	9
<i>Remote</i>	Kesempatan jarak jauh kendali desain akan	8

FMEA Detection Rating		
Detection	Likelihood of Detection by Design Control	Ranking
	mendeteksi potensi penyebab / mekanisme dan mode kegagalan berikutnya	
<i>Very Low</i>	Sangat kecil kemungkinan kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan selanjutnya	7
<i>Low</i>	Kemungkinan kecil kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan berikutnya	6
<i>Moderate</i>	Kemungkinan sedang kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan berikutnya	5
<i>Moderately High</i>	Peluang cukup tinggi kendali desain akan mendeteksi potensi penyebab / mekanisme dan mode kegagalan berikutnya	4
<i>High</i>	Kemungkinan besar kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan berikutnya	3
<i>Very High</i>	Peluang yang sangat tinggi dari kendali desain akan mendeteksi sebab / mekanisme potensial dan mode kegagalan berikutnya	2
<i>Almost Certain</i>	Pengendalian desain akan mendeteksi potensi penyebab / mekanisme dan mode kegagalan selanjutnya	1

Halaman ini sengaja dikosongkan.
This page is intentionally left blank.