

OPTIMALISASI KEBIJAKAN PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE RCM (*RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE*) DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN SUKU CADANG MENGGUNAKAN RCS (*RELIABILITY CENTRED SPARES*) PADA *CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 SLAB STEEL PLANT* DI PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk

OPTIMALIZATION MAINTENANCE POLICY USING RCM (RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE) AND MANAGEMENT SPARE PART PLANNING USING RCS (RELIABILITY CENTRED SPARES) AT CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 IN SLAB STEEL PLANT, PT. KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk

¹Made Shanti Sarashvati, ²Judi Alhilman, ³Nopendri

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹shanti.sarashvati@gmail.com, ²judi.alhilman@gmail.com, ³nopendri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Industri baja merupakan salah satu industri pendukung pembangunan nasional yang sedang direncanakan oleh pemerintah Indonesia. Permintaan baja nasional pada tahun 2013 mencapai 12,7 juta ton. Hal ini merupakan tantangan bagi industri baja nasional untuk tumbuh dan berkembang. PT Krakatau Steel merupakan satu-satunya industri nasional milik pemerintah yang bergerak di bidang produksi baja. Bisnis baja sangat berfluktuatif dipengaruhi oleh gejolak ekonomi dunia, akhir tahun 2012 harga baja turun sejalan dengan kelebihan suplai baja dunia oleh China.

Pada tahun 2013, perusahaan memutuskan menghentikan operasi pabrik SSP (*Slab Steel Plant*) karena biaya produksi slab lebih tinggi dibandingkan pembelian bahan baku slab baja impor. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) untuk mendapatkan *interval* waktu perawatan yang tepat. Pemilihan *maintenance task* berdasarkan perhitungan kualitatif menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan RCM *Worksheet*, didapatkan 1 *scheduled on-condition*, 5 *scheduled restoration*, 2 *scheduled discard task* dan 1 *run to failure* dilanjutkan perhitungan kuantitatif untuk mendapatkan *interval* perawatan. Selisih biaya perawatan apabila perusahaan menggunakan kebijakan *maintenance* usulan dibandingkan dengan kebijakan *maintenance* eksisting adalah Rp 12.476.379.035,01. Penelitian ini juga menggunakan metode RCS (*Reliability Centered Spares*) untuk memperhitungkan tingkat persediaan *spare part* yang harus disediakan perusahaan untuk setiap komponen kritis *repairable* dan *non-repairable* agar tidak terjadi *stock out*.

Kata kunci : *Failure Mode and Effect Analysis, RCM Worksheet, Reliability Centered Maintenance, Reliability Centered Spares*

Abstract - Steel industry is one of the national development supporting industries which carried out by Indonesia government. National steel demand in 2013 reached 12,7 million tons, this is a challenge for the national steel industry to grow and develop. PT Krakatau Steel is the only one state owned industry which is integrated steel plant in the country. Steel business is very fluctuating by the world economic changes, in the end 2012 steel prices fell with the excess supply of world steel by China.

In 2013, the company decided to turn off the SSP (*Slab Steel Plant*) because of production cost is higher dan purchasing imported raw material. Therefore, this research using RCM (*Reliability Centered Maintenance*) method to get the optimum interval maintenance. The selection of maintenance task based on qualitative calculation using FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) and RCM *Worksheet*, the results is 1 *scheduled on-condition task*, 5 *scheduled restoration task*, 2 *scheduled discard task* and 1 *run to failure task* and then doing quantitative calculation to get interval maintenance policy.

The company could save maintenance cost Rp 12.476.379.035,01 if using proposed maintenance policy. This research also using RCS (*Reliability Centered Spares*) method to calculate the level of inventory spare part that must be provided by the company for critical component repairable and non-repairable to avoid stock out.

Key words: *Failure Mode and Effect Analysis, RCM Worksheet, Reliability Centered Maintenance, Reliability Centered Spares*

1. Pendahuluan

Konsumsi baja Indonesia tahun 2013 berada pada angka 61,6 kg/kapita per tahun [1] dimana angka tersebut masih berada dibawah jika dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara sehingga pemerintah Indonesia berencana untuk meningkatkan konsumsi baja nasional. Permintaan baja nasional pada tahun 2013 mencapai 12,7 juta ton, namun demikian sebagian besar kebutuhan baja tersebut disuplai dari impor. PT Krakatau Steel merupakan satu-satunya industri nasional milik pemerintah yang bergerak di bidang produksi baja. Hingga saat ini, PT Krakatau Steel memiliki kapasitas produksi baja hingga 3,15 juta ton [2]. Proses produksi baja slab di SSP tempat dimana penulis melakukan penelitian, secara garis besar terdiri dari 3 tahapan proses yaitu tahap peleburan (*melting process*), proses metalurgi sekunder (*Secondary Metalurgy Process*), dan proses pencetakan kontinu (*Continuous Casting Process*).

Bisnis baja sangat berfluktuatif dipengaruhi oleh gejolak ekonomi dunia seperti diindikasikan oleh kurva harga baja HRC (*Hot Roll Coil*) global yang menunjukkan harga HRC tertinggi terjadi pada pertengahan tahun 2008 mencapai 1100 USD per tahun, kemudian jatuh bebas dalam tempo enam bulan mencapai 400 USD per tahun sejalan dengan krisis ekonomi dunia saat itu. Pemulihan harga baja terjadi secara perlahan sampai tahun 2011, namun demikian mulai akhir 2012 harga baja turun lagi sejalan dengan kelebihan suplai baja dunia oleh China.

Berdasarkan kondisi pasar baja dunia tersebut, PT Krakatau Steel (Persero) Tbk pada tahun 2013 memutuskan menghentikan operasi pabrik SSP mengingat biaya produksi *slab* sendiri lebih tinggi dibandingkan dengan pembelian bahan baku *slab* baja impor. Mesin yang tingkat keandalannya paling rendah di pabrik SSP adalah CCM3. Hal tersebut disebabkan oleh CCM3 sejak dibangun belum pernah mengalami revitalisasi atau *upgrading* seperti halnya CCM-1 dan CCM-2 yang telah direkondisi pada tahun 2012. Selain itu beberapa peralatan CCM3 khususnya *control system* telah usang sehingga sulit mendapatkan *spare parts* di pasaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diharapkan perusahaan dapat mendapatkan interval waktu perawatan yang tepat dengan menggunakan metode RCM sehingga mesin dapat dioperasikan kapan saja sesuai dengan keadaan ekonomi dunia serta dapat mengetahui jumlah persediaan *spare parts* yang tepat dengan pendekatan RCS. Sehingga kegiatan perawatan dan produksi tidak terganggu dan perusahaan dapat mengurangi waktu *downtime* yang disebabkan oleh *stock out*.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan (*maintenance*) memiliki definisi sebagai suatu aktivitas agar komponen/sistem yang rusak dapat dikembalikan/diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu [3] dalam [4].

2.2 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah aktivitas perawatan yang dilakukan sebelum sebuah komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi atau kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan perkiraan Interval waktu tertentu atau kriteria yang telah ditentukan dengan tujuan mengurangi peluang terjadinya kegagalan atau degradasi fungsi dari sebuah peralatan [5].

2.3 Corrective Maintenance

Corrective maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah suatu sistem mengalami kegagalan dengan tujuan agar sistem dapat bekerja kembali sesuai dengan fungsinya [6].

2.4 Risk Priority Number

Risk Priority Number merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi *criticality* dari suatu sistem. Perhitungan *Risk Priority Number* didasarkan pada nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* [7].

2.5 Reliability Centered Maintenance

RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap aset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaanya dalam konteks operasionalnya [8]. Metode RCM terdapat 7 tahapan [9], yaitu:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi,
2. Definisi batasan sistem,
3. Deskripsi sistem,
4. Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional,
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [10],
6. *Logic Tree Analysis* (LTA) [8],
7. *Task Selection* (Pemilihan Kebijakan Perawatan).

2.6 Preventive Task

Metode RCM membagi preventive Tasks ke dalam tiga kategori [11], yaitu:

1. *Scheduled On-Condition Tasks*,
2. *Scheduled Restoration Tasks*,

3. Scheduled Discard Tasks.

2.7 Default Actions

Ketika tidak ada *preventive tasks* yang sesuai, maka langkah selanjutnya adalah menentukan *default actions* yang bisa dilakukan sebagai kegiatan *maintenance* [9]. RCM membagi *default actions* menjadi tiga kategori berdasarkan konsekuensi kegagalan yang ada, yaitu:

1. *Scheduled Failure-finding Tasks*,
2. *Redesign*,
3. *No Scheduled Maintenance*.

2.8 Reliability Centered Spares

RCS adalah suatu pendekatan untuk menentukan level *inventory spare part* berdasarkan *trough-life costing* dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung *inventory*. RCS dapat digunakan untuk menentukan level persediaan *spare part* berdasarkan kebutuhan peralatan dan pengoperasian *maintenance*.

2.9 Poisson Process

Sparepart diklasifikasikan berdasarkan komponen *repairable* dan non *repairable*. Komponen tersebut akan dihitung kebutuhannya menggunakan metode *Poisson process*. Pada perhitungan menggunakan metode *Poisson process*, terdapat perbedaan pada komponen *repairable* dan komponen non *repairable* dimana pada komponen *repairable* diperhitungkan variabel *scrap rate* dan rata-rata waktu perbaikan [12].

3 Pembahasan

3.1 Penentuan Subsistem Kritis pada Slab Steel Plant

Slab Steel Plant memiliki 4 mesin yang beroperasi untuk memproduksi baja *slab* yaitu *Electric Arc Furnace*, *RH vacuum degassing*, *Ladle Furnace* dan *Continous Casting Machine* 3. Penentuan mesin kritis dilakukan dengan menggunakan metode RPN (*Risk Priority Number*) yang menunjukkan mesin yang memiliki risiko tertinggi adalah mesin CCM 3 yaitu 168. Berdasarkan hasil wawancara kepada pihak perusahaan dan didapatkan data bahwa mesin CCM 3 belum mengalami pergantian atau *upgrade* sejak pembelian pertama pada tahun 1994 sementara mesin lainnya telah mengalami pergantian pada tahun 2012. Sehingga mesin CCM 3 membutuhkan *control* khusus dibandingkan mesin lainnya karena proses produksi yang dilakukan SSP adalah seri.

3.2 Penentuan Distribusi Time to Failure Subsistem Kritis

Penentuan distribusi (TTF) *Time to Failure* dilakukan menggunakan data historis kerusakan dari PT Krakatau Steel. Data kerusakan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data kerusakan dari tahun 2011-2013. Perhitungan TTF pada subsistem CCM 3 menggunakan uji Anderson-Darling yang diperoleh menggunakan perangkat lunak Minitab 17 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Distribusi Time to Failure Subsistem CCM 3

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTF (jam) ($\eta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$)
<i>Torch Cutting Machine</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1089,82$	1021,90
		$\beta = 7,33$	
<i>Segment</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1179,70$	1103,60
		$\beta = 7,01$	
<i>Mould</i>	Weibull Distribution	$\eta = 996,90$	918,45
		$\beta = 5,31$	
<i>Tundish Car</i>	Weibull Distribution	$\eta = 4278,78$	4067,07
		$\beta = 9,80$	
<i>Ladle Turret</i>	Weibull Distribution	$\eta = 2366,32$	2157,68
		$\beta = 4,44$	

Distribusi yang terpilih untuk setiap subsistem *Torch Cutting Machine*, *Segment*, *Mould*, *Ladle Turret* dan *Tundish Car* berdistribusi Weibull yang seluruh subsistem memiliki nilai parameter $\beta > 1$ yang berarti subsistem memiliki laju kerusakan tinggi dikarenakan usia mesin yang berada pada fasa *wear out*.

3.3 Penentuan Distribusi Down Time Subsistem Kritis

Penentuan distribusi TTF dilakukan menggunakan data historis kerusakan dari PT Krakatau Steel. Data kerusakan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data kerusakan dari tahun 2011-2013. Perhitungan DT (*Down Time*) pada subsistem CCM 3 menggunakan uji Anderson-Darling yang diperoleh menggunakan perangkat lunak Minitab 17. Hasil dari perangkat lunak Minitab 17 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi *Down Time* Subsistem CCM 3

Komponen	Distribusi	Parameter	MDT (jam) ($\eta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$)
<i>Torch Cutting Machine</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1,4020$	1,2553
		$\beta = 3,1812$	
<i>Segment</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1,6866$	1,5058
		$\beta = 2,9858$	
<i>Mould</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1,6777$	1,5090
		$\beta = 3,4752$	
<i>Tundish Car</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1,9621$	1,7393
		$\beta = 2,3929$	
<i>Ladle Turret</i>	Weibull Distribution	$\eta = 1,4708$	1,3141
		$\beta = 3,0394$	

Distribusi yang terpilih untuk setiap subsistem *Torch Cutting Machine*, *Segment*, *Mould*, *Ladle Turret* dan *Tundish Car* berdistribusi Weibull yang seluruh subsistem memiliki nilai parameter $\beta > 1$ yang berarti subsistem memiliki laju kerusakan tinggi dikarenakan usia mesin yang berada pada fasa *wear out*.

3.4 *Failure Mode and Analysis*

Metode *Failure Mode and Analysis* digunakan untuk melihat lebih rinci mengenai model kegagalan dan dampak kegagalan yang terjadi dari setiap subsistem yang ada pada CCM 3.

Tabel 3 *Failure Mode and Effect Analysis* CCM 3

Subsystem: Continuous Casting Machine 3									
No	Subsistem	Fungsi (F)	Failure Function (FF)	Failure Mode (FM) (Cause of Failure)	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan			
						Lokal	Sistem	Plant	
1	Tundish Car	1 digunakan untuk mengangkut baja cair dalam tundish	1,1 tidak dapat memindahkan baja cair	1 hydraulic tundish car bocor	1 terkena paparan panas dari baja cair bersuhu 1500 C	hydraulic mampet sehingga tundish car tidak dapat bergerak	tidak bisa melakukan proses casting	menghambat proses produksi secara keseluruhan termasuk proses EAF dan secondary	
					2 Seal (penyumbat) bocor				
					2 narrow side mould bocor				1 pemakaian narrow side mould diatas life time (umur ekonomis)
2	Mould	2 digunakan sebagai cetakan dimensi slab baja	2,1 tidak dapat membentuk ukuran slab sesuai dengan standar yang ditentukan (keperluan customer)	1 spray cooling zone 1/slang foot roll arah HSM lepas	1 terlalu panas continue, pemasangan kurang bagus	terjadi defect pada slab bagian transversal crack	tidak dapat melakukan sequence casting	slow down plant	
3	Segment	3 digunakan sebagai guide (penopang) pencetakan slab	3,1 tidak dapat mencetak baja sesuai dengan standar kualitas perusahaan	1 roll segment macet	1 kekurangan pelumas pada roll segment (automatic greasing system)	menyebabkan cacat produk terutama pada bagian surface slab (scratch)	tidak dapat melakukan sequence casting	slow down plant	
4	Torch Cutting Machine	4 berfungsi untuk proses pemotongan slab baja sesuai dengan permintaan customer	4,1 tidak dapat memotong slab baja sesuai dengan standar perusahaan	1 nozzle torch cutting machine cacat (tersumbat)	1 pendingin torch cutting machine tidak optimal (kotor)	tutup slide gate ladle	stop casting	slow down plant	
				2 nozzle torch cutting machine aus					
5	Ladle Turret	5 berfungsi untuk sequence casting	5,1 tidak dapat mensupply baja cair ke posisi casting	1 kerusakan pada motor penggerak	1 motor mengalami over heating	tidak dapat melakukan sequence casting	sequence casting rendah	slow down plant	
					2 motor kotor karena debu				

3.5 *Penentuan Interval Waktu Perawatan dan Biaya Perawatan*

1. *Scheduled on-condition Task*

Perhitungan interval waktu perawatan *Scheduled On-Condition Task* akan menggunakan pertimbangan P-F interval (*Potential Failure to Function Failure Interval*). Berdasarkan perhitungan kualitatif yaitu menggunakan RCM *Worksheet*, subsistem yang termasuk dalam kebijakan *Scheduled On-Condition* adalah *Tundish Car* karena memiliki penyebab kegagalan terkena paparan panas dari baja cair bersuhu 1500 C sehingga harus dikontrol sebelum terjadinya kejadian tersebut.

$$Interval \text{ Perawatan} = \frac{1}{2} \times P-F \text{ Interval} \tag{1}$$

2. *Scheduled Restoration Task dan Scheduled Discard Task*

Scheduled Restoration Tasks merupakan kegiatan perawatan secara *preventive* yang dilakukan untuk mengembalikan kemampuan komponen atau sebelum batas umurnya tanpa memperhatikan kondisinya. *Scheduled Discard Tasks* merupakan kegiatan perawatan secara *preventive* yang melakukan penggantian komponen. Berdasarkan pengukuran secara kualitatif menggunakan RCM *worksheet*,

subsistem yang termasuk kedalam *Scheduled Restoration Task* adalah *Ladle Turret, Tundish Car, Mould* dan *Segment*, sementara subsistem yang termasuk kedalam *Scheduled Discard Task* adalah *Torch Cutting Machine* yaitu melakukan pergantian *nozzle* karena terjadi *nozzle* tersumbat dan *nozzle* mengalami aus, persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (2) [13].

$$TM = \eta x \left(\frac{cm}{cfx(\beta-1)} \right)^{\frac{1}{\beta}} \tag{2}$$

3. *Run to Failure Task*

Run to Failure merupakan teknik pengaktifan kembali yang menunggu mesin atau peralatan rusak sebelum dilakukan tindakan pemeliharaan, yang mana sebenarnya adalah “no maintenance”. Berdasarkan pengukuran kualitatif menggunakan RCM *worksheet*, subsistem yang termasuk kedalam *Run to Failure Task* adalah *Tundish Car* ketika terjadi penyebab kegagalan komponen *seal* bocor.

Tabel 4 RCM *Decision Worksheet*

Information Reference			Consequence evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task	Initial Interval (hari)
							S1	S2	S3						
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	1,1	1	N	Y	N	Y	Y							Scheduled On Condition	84,73063
			Y	Y	N	Y	N	N	N						Run to Failure
		2	Y	Y	N	Y	N	Y							Scheduled Restoration Task
2	2,1	1	N	Y	N	Y	N	Y						Scheduled Restoration Task	31,54543
3	3,1	1	Y	N	N	N	N	Y						Scheduled Restoration Task	38,05741
4	4,1	1	N	N	N	Y	N	N	Y					Scheduled Discard Task	35,09533
		2	N	N	N	Y	N	N	Y					Scheduled Discard Task	35,09533
5	5,1	1	N	Y	N	Y	N	Y						Scheduled Restoration Task	74,64818
			Y	N	N	Y	N	Y							Scheduled Restoration Task

Tabel 5 RCM *Decision Worksheet* (Lanjutan)

Information Reference			Consequence evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Biaya Perawatan	Can be Done by	
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	1,1	1	N	Y	N	Y	Y							Rp 869.250,00	Maintenance Crew	
			Y	Y	N	Y	N	N	N						Rp 115.038.913,07	Maintenance Crew
		2	Y	Y	N	Y	N	Y							Rp 61.883.024,02	Maintenance Crew
2	2,1	1	N	Y	N	Y	N	Y						Rp 53.778.142,80	Maintenance Crew	
3	3,1	1	Y	N	N	N	N	Y						Rp 53.666.559,90	Maintenance Crew	
4	4,1	1	N	N	N	Y	N	N	Y						Rp 44.853.424,75	Maintenance Crew
		2	N	N	N	Y	N	N	Y						Rp 44.853.424,75	Maintenance Crew
5	5,1	1	N	Y	N	Y	N	Y							Rp 46.923.050,34	Maintenance Crew
			Y	N	N	Y	N	Y								Rp 46.923.050,34

3.6 Penentuan Komponen Kritis

Pada penelitian kali ini, pengklasifikasian komponen kritis akan dilakukan untuk setiap subsistem objek penelitian yaitu *Ladle Turret*, *Tundish Car*, *Mould*, *Segment* dan *Torch Cutting Machine*. Pengklasifikasian komponen akan dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan jenis perbaikannya yaitu komponen *repairable* dan komponen *non-repairable*. Penentuan komponen kritis berdasarkan wawancara kepada pihak maintenance perusahaan dengan alasan komponen dikatakan kritis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Klasifikasi Komponen Kritis

Subsistem	Komponen Kritis	Kriteria	Alasan Kritis
<i>Ladle Turret</i>	<i>Motor Turning Turret</i>	<i>Repairable</i>	Motor rusak, <i>turret</i> tidak bisa berputar
	<i>Cylinder slide gate</i>	<i>Repairable</i>	<i>Cylinder</i> rusak, <i>slide gate</i> di <i>ladle</i> tidak bisa terbuka
<i>Tundish Car</i>	<i>Cylinder Lifting</i>	<i>Repairable</i>	<i>Cylinder</i> rusak, <i>tundish</i> tidak bisa naik atau turun
	<i>Cylinder slide gate</i>	<i>Repairable</i>	<i>Cylinder</i> rusak, <i>slide gate</i> di <i>tundish</i> tidak bisa membuka
	<i>Hose hydraulic Cylinder Lifting</i>	<i>Non-repairable</i>	<i>Hose</i> rusak/pecah, <i>tundish</i> tidak bisa naik atau turun
	<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	<i>Non-repairable</i>	Jika <i>hose</i> rusak/pecah, <i>slide gate</i> di <i>ladle</i> tidak bisa membuka
<i>Mould</i>	<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	<i>Non-repairable</i>	Jika <i>coupling</i> rusak, <i>mould</i> tidak bisa ber osilasi
<i>Segment</i>	<i>hose hydraulic Segment casting bow</i>	<i>Non-repairable</i>	Jika rusak/pecah, <i>Segment</i> terkait tidak bisa naik turun
	<i>Segment strightner</i>	<i>Non-repairable</i>	Jika rusak/pecah, <i>Segment</i> terkait tidak bisa naik turun
<i>Torch Cutting Machine</i>	<i>Heavy Dutty Cutting Torch</i>	<i>Non-repairable</i>	Jika rusak, TCM tidak bisa memotong

3.7 Penentuan Strategi Persediaan Komponen Kritis

Penentuan kebijakan strategi persediaan *spare part* perlu dilakukan identifikasi kebijakan yang tepat terlebih dahulu untuk menentukan perlu atau tidak persediaan tersebut dilakukan. Penentuan strategi kebijakan akan dilakukan dengan menggunakan *decision diagram*. Kebijakan berdasarkan *decision worksheet* ada 3 yaitu pemesanan dilakukan sebelum adanya *demand* dalam hal ini *demand* yang dimaksud adalah *failure*, disimpan dalam gudang (*hold parts*) atau perlu dilakukan perbaikan pada *maintenance task*.

Tabel 7 Strategi Persediaan *Spare part* Komponen

No	Komponen	Strategi Persediaan
1	<i>Motor Turning Turret</i>	<i>Hold Parts</i>
2	<i>Cylinder slide gate</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
3	<i>Cylinder Lifting</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
4	<i>Cylinder slide gate</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
5	<i>Hose hydraulic Cylinder Lifting</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
6	<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
7	<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	<i>Hold Parts</i>
8	<i>hose hydraulic Segment casting bow</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
9	<i>Segment strightner</i>	<i>Order Parts Before Demand</i>
10	<i>Heavy Dutty Cutting Torch</i>	<i>Hold Parts</i>

3.8 Perbandingan Kebutuhan Spare part

1. Repairable

Komponen kritis yang termasuk kedalam kategori *repairable* pada penelitian ini berjumlah empat komponen yaitu *Cylinder Lifting*, *Cylinder slide gate*, *Motor Turning Turret* dan *Cylinder slide gate*. Perhitungan probabilitas kebutuhan suku cadang pada masing-masing n didapat dengan mengalikan nilai probabilitas P1 (*to scrap*) dan nilai probabilitas P2 (*in repair*) sehingga akan didapatkan nilai P. Dalam perhitungan komponen *repairable* jumlah kerusakan yang mungkin terjadi berbeda dengan jumlah kebutuhan *spare*. Dalam penelitian ini, nilai P atau persentase *confidence interval* yang digunakan adalah 95% sesuai dengan target yang ingin dicapai oleh perusahaan, persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (4) dan (5) [12].

$$\lambda_1 t = \frac{A.N.M.T}{MTBF} \quad (3)$$

$$\lambda_1 t = R.\lambda_1 t \quad (4)$$

$$\lambda_2 t = \frac{A.N.RT}{MTBF} \quad (5)$$

Tabel 8 Perbandingan Persediaan Spare part Repairable

Nama Komponen	Eksisting (unit)	Usulan (unit)
<i>Motor Turning Turret</i>	1	3
<i>Cylinder slide gate Ladle Turret</i>	2	3
<i>Cylinder Lifting</i>	1	2
<i>Cylinder slide gate</i>	2	2

2. Non-repairable

Komponen kritis yang termasuk dalam kategori *non-repairable* berjumlah enam komponen yaitu *Hose hydraulic Cylinder Lifting*, *Hose hydraulic ladle slide gate*, *Hose hydraulic ladle slide gate*, *hose hydraulic Segment casting bow*, *Segment strightner* dan *Heavy Duty Cutting Torch*. Jumlah *spare part* yang diperhitungkan merupakan nilai yang mendekati nilai P (persentase *confidence interval*) yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, nilai P atau persentase *confidence interval* yang digunakan adalah 95% sesuai dengan target yang ingin dicapai oleh perusahaan, persamaan yang digunakan pada persamaan (6) [12].

$$\lambda t = \frac{1}{MTBF} \cdot t = \frac{A.N.M.T}{MTBF} \quad (6)$$

dimana:

A : Jumlah Komponen

P : *Confidence interval*

N : Jumlah Mesin yang digunakan

T : *Initial Period*

M : *Utilitas/Operating Machine*

Tabel 9 Perbandingan Persediaan Spare part Non-Repairable

Nama Komponen	Eksisting (unit)	Usulan (unit)
<i>Hose hydraulic Cylinder Lifting</i>	6	8
<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	6	8
<i>Hose hydraulic ladle slide gate</i>	12	15
<i>hose hydraulic Segment casting bow</i>	15	13
<i>Segment strightner</i>	15	13
<i>Heavy Duty Cutting Torch</i>	12	13

4 Kesimpulan

Metode RCM digunakan untuk menentukan kegiatan *preventive maintenance* yang sesuai diterapkan oleh setiap subsistem mesin CCM 3. Berdasarkan perhitungan metode RCM didapatkan 1 *Scheduled On-Condition*, 5 *Scheduled Restoration Task*, 2 *Scheduled Discard Task* dan 1 *Run to Failure Task*. Interval waktu *scheduled on condition* yang didapatkan adalah 2,8 bulan, rata-rata interval waktu perawatan *Scheduled Restoration Task* untuk setiap komponen adalah 2,4 bulan, rata-rata interval waktu pergantian komponen *Scheduled Discard Task* adalah 1,1 bulan.

Metode RCM juga digunakan untuk memperhitungkan *maintenance cost* yang harus dikeluarkan sesuai dengan jenis perawatan usulan yang sesuai untuk setiap komponen. Total biaya perawatan eksisting perusahaan dengan menggunakan *time based maintenance* untuk setiap komponen adalah

Rp 20.115.000.000,00/ 3 tahun, sementara total biaya perawatan usulan yang ditawarkan dengan menggunakan metode RCM adalah Rp 7.638.620.964,99/ 3 tahun. Sehingga perusahaan dapat menghemat total biaya Rp 12.476.379.035,01.

Karena komponen dari mesin sulit didapatkan, maka dari itu perusahaan membutuhkan perencanaan jumlah komponen kritis agar tidak terjadi *stock out*. Klasifikasi komponen kritis dibagi menjadi dua yaitu komponen *repairable* dan komponen *non-repairable*. Berdasarkan perhitungan jumlah kebutuhan komponen *repairable* memiliki total 10 komponen yang spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 8 dan untuk total kebutuhan komponen *non-repairable* adalah 70 komponen yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Daftar Pustaka

- [1] W. S. Association, "Profil Industri Baja," 2016.
- [2] P. K. Steel, "with Times," *Annu. Rep.*, 2016.
- [3] A. R. Eliyus and J. Alhilman, "Estimasi Biaya Maintenance Yang Optimal Dengan (Studi Kasus : Pt Toa Galva)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, pp. 48–54, 2014.
- [4] C. E. Ebeling, "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.pdf." 2000.
- [5] J. Alhilman, R. Saedudin, F. Tatas, and A. Gautama, "LCC application for estimating total maintenance crew and optimal age of BTS component," *Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, vol. 3, 2015.
- [6] N. A. S. Saputra, Muhammad Tamami Dwi, Judi Alhilman, "Maintenance Policy Suggestion on Printing Machine GOSS Universal Using Reliability Availability Maintainability (RAM) Analysis And Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Int. J. Innov. Enterp. Syst.*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [7] R. R. Saedudin, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, "The optimization of maintenance time and total site crew for Base Transceiver Station (BTS) maintenance using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Life Cycle Cost (LCC)," *8th Int. Semin. Ind. Eng. Manag.*, pp. 1304–1308, 2014.
- [8] U. T. Kirana, "Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 Pada Line 3 PT XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, 2016.
- [9] Moubroy, *reliability-centered-maintenance-ii.pdf*. 1991.
- [10] R. R. and M. N. Arffin, "Reliability Centered Maintenance in Schedule Improvement of Automotive Assembly Industry," vol. 9, no. 8, pp. 1232–1236, 2012.
- [11] J. Alhilman, N. Athari, and F. T. D. Atmaji, "Software Application for Maintenance System : A Combination of Maintenance Methods in Printing Industry," *5rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, 2017.
- [12] L. E. S. M. Sztandera, "Spare parts allocation – fuzzy systems approach 2 Spare parts stock level calculations – item approach," *Inf. Syst.*, pp. 245–249.
- [13] N. Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin KOMORI LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) di PT ABC," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. April, pp. 31–37, 2016.