

RENCANA RINCI IMPLEMENTASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DI PT. X

Irfanul Fikri¹

Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Abstrak

Mesin/peralatan yang digunakan perlu dijaga kondisinya agar terhindar dari kerusakan paling tidak mengurangi waktu kerusakan. PT. X adalah perusahaan yang memproduksi alat-alat listrik. Bagian Produksi-I merupakan bagian produksi yang memiliki kerusakan tertinggi. Sistem perawatan periodik saat ini tidak berjalan sesuai rencana sehingga perawatan tetap dilakukan secara *corrective*. Penelitian ini menentukan rencana rinci implementasi *Total Productive Maintenance (TPM)* untuk dapat menghilangkan *six big losses* dan meningkatkan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Hasil penelitian pada mesin Dobby 50 No.4, ISIS 40 No.1 dan Komatsu 80, menggunakan jadwal perawatan sehingga dapat meminimasi *downtime*. Melakukan perawatan terhadap item yang dapat menyebabkan *six big losses* tertinggi. Rata-rata nilai OEE meningkat setelah menerapkan rancangan TPM dalam melakukan perawatan.

Kata kunci: Perawatan, (*Total Productive Maintenance*) TPM, *Six Big Losses*, OEE

Abstract

The condition of machines need to be maintained to avoid failure or at least reduce the failure time. PT. X is company that produces electrical appliances.. The machine that has high frequency of failure is found at Production-I section. However, maintenance system didn't go according to plan, so maintenance is still conducted in a corrective maintenance. This research determine the implementation Design of Total Productive Maintenance (TPM) to be eliminate of six big losses and improve Overalls Equipment Effectiveness (OEE). The result of this research to Dobby 50 No.4, ISIS 40 No.1 and Komatsu 80, using maintenance schedule to minimization downtime. Applying maintenance to the item that could caus six big losses. Can increase OEE value with applying TPM in maintenance.

Keywords: Maintenance, (*Total Productive Maintenance*) TPM , *Six Big Losses*, OEE

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin/peralatan yang digunakan perlu dijaga kondisinya agar terhindar dari kerusakan paling tidak mengurangi waktu kerusakan. Terdapat enam faktor kerugian besar yang akan dialami perusahaan akibat kerusakan mesin (*six big losses*). Berdasarkan laporan kerusakan mesin yang terjadi, tingkat frekuensi kerusakan paling tinggi terjadi pada mesin. Perusahaan tidak menyadari bahwa kerusakan-kerusakan kecil yang terjadi pada mesin dapat mempengaruhi kegiatan produksi. Oleh sebab itu, perusahaan

memerlukan perencanaan perawatan yang baik dan tepat terhadap mesin produksi yang dimiliki.

1.2 Rumusan Masalah

PT. X merupakan sebuah perusahaan yang sudah memiliki manajemen perawatan untuk mesin-mesin dan peralatan yang dimiliki, namun manajemen perawatan yang diterapkan dapat dikatakan masih kurang tepat. Hal tersebut disebabkan perawatan yang dilakukan saat ini belum dapat mencegah terjadinya kerusakan pada mesin. Berdasarkan frekuensi tingkat kerusakan yang terjadi, maka pada penelitian ini mesin

yang diteliti merupakan mesin-mesin yang digunakan.

1.3 Pembatasan Masalah

Dari beberapa metode mengenai sistem perawatan, *Total Productive Maintenance (TPM)* merupakan salah satu sistem perawatan yang dapat digunakan dalam mencegah terjadinya kerusakan mesin. Sistem perawatan ini digunakan karena dapat melibatkan seluruh bagian yang terlibat dalam suatu kegiatan produksi. Selain itu, dalam perawatannya pun dapat dilakukan secara langsung oleh pengguna mesin (operator). Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan implementasi TPM berdasarkan tahapan TPM. Data yang digunakan menggunakan data kerusakan yang terjadi selama periode 1 tahun Agustus 2015-Juli 2016.

1.4 Studi Literatur

1.4.1 Perawatan

Perawatan atau maintenance menurut Ebeling (1997) adalah aktivitas agar suatu komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu.

1.4.2 Konsep Keandalan

Menurut Ebeling (1997), keandalan atau *reliability* adalah suatu sistem probabilistik dimana ketika operasi berada pada suatu kondisi lingkungan, sistem akan menunjukkan fungsi yang dimaksud dengan sesuai dalam selang waktu tertentu. Tempat fungsi yang dapat menggambarkan keandalan suatu komponen atau sistem yaitu fungsi keandalan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi kepadatan probabilitas, dan fungsi laju kerusakan.

Setiap fungsi *reliability* hanya mempunyai satu fungsi kerusakan yang dapat dibedakan menjadi beberapa distribusi yaitu distribusi

eksponensial, distribusi normal, distribusi weibull Jardine (1973), Distribusi Eksponensial digunakan untuk komponen atau sistem yang memiliki laju kerusakan konstan. Distribusi lain yang dapat digunakan diantaranya adalah distribusi Normal yang memiliki laju kerusakan meningkat, dan Distribusi Weibull yang digunakan untuk komponen atau sistem yang laju kerusakannya tidak konstan.

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang paling sering digunakan karena dapat menggambarkan laju kerusakan yang meningkat maupun menurun. Pengujian distribusi Weibull dapat dilakukan dengan *Mann's Test* sehingga dapat diketahui apakah data berdistribusi Weibull atau tidak. Apabila data berdistribusi Weibull, maka dapat dihitung nilai dari parameter ρ dan θ dengan persamaan:

$$O = e^{-t/\theta} \quad (2)$$

Dengan parameter tersebut dapat diketahui fungsi keandalan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi kepadatan probabilitas, dan fungsi laju kerusakan dengan persamaan: Fungsi distribusi kumulatif.

$$F(t) = 1 - e^{-t/\theta} \quad (3)$$

Fungsi kepadatan probabilitas

$$(4)$$

Fungsi keandalan

$$R(t) = e^{-t/\theta} \quad (5)$$

Laju kerusakan

$$(6)$$

$$h(t) = \frac{1}{\theta} e^{-t/\theta}$$

1.4.3 Penentuan *Reliability Under Preventive Maintenance*

Untuk menentukan frekuensi pemeriksaan, perhitungan menggunakan *reliability under*

preventive maintenance Ebeling (1997). Untuk sistem yang kompleks peningkatan keandalan sering dapat dicapai melalui program pemeliharaan preventif. Program tersebut dapat mengurangi efek penuaan atau aus pada mesin dan memiliki peningkatan pada kehidupan sistem. Model keandalan berikut mengasumsikan bahwa sistem dikembalikan ke kondisi aslinya setelah pemeliharaan preventif.

$t-nT$ g

$$R(t) = \left[-n \left(\frac{t}{\theta} \right)^\beta \right] \exp \left[- \left(\frac{t}{\theta} \right)^\beta \right] \quad (7)$$

1.4.4 Model Optimal *Inspection Frequency (Minimization Downtime)*

Untuk memperoleh ekspektasi downtime yang terjadi pada saat dilakukannya perawatan, dapat dengan menggunakan perhitungan optimal *inspection frequency (minimization downtime)* menurut Jardine (1973). Untuk mengetahui besarnya *downtime* yang terjadi akibat banyaknya pemeriksaan, dapat menggunakan model persamaan berikut ini:

$$D(n) = g \quad i \quad (8)$$

1.4.5 *The Six Big Losses* dan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

The *six big losses* merupakan enam kerugian besar yang terjadi, yang menjadi bagian dari tindakan TPM untuk menghilangkan enam kerugian tersebut. Enam kerugian besar tersebut dapat dikalkulasikan dalam perhitungan OEE menurut Nakajima (1984). *Equipment failure/Breakdowns* (kerugian karena kerusakan peralatan). *Set-up and Adjustment Losses* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan). *Idling and minor stoppages losses* (kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat). *Reduced speed losses* (kerugian karena

penurunan kecepatan operasi). *Process defect losses* (kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang). *Reduced yield losses* (kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi produksi yang stabil).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari kegiatan operasi dengan *six big losses* pada mesin/peralatan. Formula matematis dari *overall OEE* dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance efficiency \times Rate of quality product \times 100\% \quad (9)$$

1.4.6 *Total Productive Maintenance (TPM)*

Menurut Nakajima (1984) Vice Chairman of the Japan Institute of Plant Maintenance mendefinisikan TPM sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam maintenance dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*), dan melakukan autonomous operator maintenance.

Total maintenance system, meliputi *maintenance prevention, maintainability improvement, dan preventive maintenance*. *Total participation of all employees*, meliputi *autonomous maintenance* oleh operator melalui kegiatan suatu grup kecil (*small group activities*). Dalam penerapan TPM terdapat 12 langkah yang perlu dilalui yang terbagi ke dalam 3 tahap, yaitu: Tahap Persiapan, Tahap Penerapan, Tahap Stabilisasi.

Autonomous Maintenance (AM) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan oleh operator memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam peningkatan pendayagunaan peralatan. Inti dari kegiatan ini adalah pencegahan dari memburuknya peralatan. Dalam tahap AM ini perlu

meiakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut: membersihkan (*cleaning*), menangani serta menanggulangi penyebab dan akibat dari debu dan kotoran (*solve difficult problem*), pemeriksaan menyeluruh (*general inspection*), Menyusun standar pembersihan dan pelumasan (*cleaning/lubrication standard*), *Autonomous Inspection* (*reevaluate steps 2 and 4*), Pengorganisasian dan keteraturan (*self audit*), Penerapan secara menyeluruh AM (*organization*).

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dari tugas akhir ini beserta penjelasannya adalah sebagai berikut.

2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi dilakukan melalui pengamatan dan wawancara secara langsung terhadap pihak perusahaan mulai dari bagian maintenance, produksi, hingga ke operator. Mesin yang diteliti merupakan mesin-mesin yang digunakan, khusus untuk memproduksi *core and case ballast*.

Mesin-mesin yang digunakan untuk produksi memiliki umur pemakaian serta tentu dapat bahkan sering terjadi kerusakan. Sistem perawatan saat ini belum berjalan dengan baik. Masalah yang terjadi seperti terjadinya line stop saat produksi yang menyebabkan *lost time* dan produk *reject* saat jalannya produksi sehingga tidak dapat mencapai target produksi. Terdapat 12 mesin yang digunakan pada Bagian Produksi-I. Untuk mengetahui mesin yang lebih membutuhkan perbaikan, maka dapat menggunakan diagram pareto.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur diperlukan dalam melakukan penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori yang dapat mendukung penggeraan penelitian ini. Teori yang

terdapat pada studi literature ini meliputi penentuan fungsi keandalan, laju kerusakan, penentuan interval perawatan menggunakan *reliability under preventive maintenance*, penentuan ekspektasi *downtime* menggunakan *optimal inspection frequency (minimazition downtime)*, penentuan *six big losses*, hingga konsep yang digunakan berkaitan dengan metode TPM.

2.3 Pemilihan Metode Penyelesaian Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, dibutuhkan suatu sistem perawatan untuk menghindari kerusakan mesin yang terdapat di PT. X. Pada penelitian ini untuk dapat meningkatkan OEE mesin pada PT. X, maka rancangan sistem perawatan yang dibuat dengan menggunakan metode TPM.

2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam tugas akhir ini. Data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data kerusakan mesin, kerja mesin, perawatan mesin, dan data hasil produksi.

2.5 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi penentuan mesin kritis, pengujian distribusi Weibull, perhitungan parameter distribusi Weibull, perhitungan waktu interval perawatan, perhitungan ekspektasi downtime untuk memperoleh jadwal perawatan. Penentuan *six big losses* dan nilai OEE hingga memperoleh rancangan TPM.

2.6 Analisis

Analisis dilakukan terhadap hasil rancangan penerapan TPM yang

diperoleh setelah melakukan pengolahan data. Analisis yang dilakukan meliputi analisis jadwal perawatan, analisis *six big losses*, analisis nilai OEE, dan analisis rancangan penerapan TPM.

2.7 Kesimpulan dan Saran

Langkah ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis. Selain itu, terdapat saran yang ditujukan baik untuk perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya pada masa yang akan datang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data kerusakan mesin-mesin, yang meliputi waktu terjadinya kerusakan (ti), komponen yang mengalami kerusakan dan lamanya waktu perbaikan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Data kerja mesin ini nantinya dibutuhkan untuk menentukan *six big losses* dan OEE mesin. Data kerja mesin meliputi waktu operasi, dan waktu *downtime*, dapat dilihat pada Tabel 2.

Kemudian data perawatan mesin berdasarkan sistem periodik yang telah dilakukan oleh perusahaan saat ini. Perawatan mesin ini terdiri dari check item yang dilakukan harian, bulanan, 3 bulanan, 6 bulanan, serta tahunan, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Kerusakan Mesin

	Jenis Mesin SO No.4	Pekerjaan Buka tutup peredam	Waktu 1 unit	Waktu Perbaikan V3/2012	Keterangan Perbaikan over hour	Waktu 2 (JAM)
2 3 4	MC Dobby yo Mc Dobby SO Nu4 Dobby SO N04	Setting clutch & break Setting fly societ sistemid	1 set 1 unit	8/9/2012 8/20/2012 8/27/2012	8/9/2012 8/20/2012 8/27/2012	3 3 4
6	MC Dobby SO No.4 Mc SO No.4	utroilee Setting uxolice	1 unit t unit	10/9/2012 10,W2012	10/9/2012 10/12/2012	2 2
8 9	Mc Dobby No.4 Mc Dobby SO No.4 Dobby SO NC4	Perbaikan kcone Perbaikan uncoiler Perbaikan unit uncoiler	1 unit 1 unit unit	10W2012 1012/2012 10/29/2012	1011/2012 10/24/2012 10, 29/2012	2 2
10 12	Mc Dobby SO No.4 MC Dobby SO MC Dobby SO No.4	Perbaikan Perbaikan uncoller uxoller	unit unit unit	11/16/2012 11/13/2012 12/10/2012	11/16/2012 11/23/2012 12/10/2012	2 2
13 14	Dobby SO Dobby SO	Perbaikan Buka kople motor Perbaikan	unit	12/21/2012	12.21/2012	3 2 2
16	Me SO Mc Dobby SO Na4 MC Dobby yo	Perbaikan sincusher Perbaikan Ganti bering belt Ganti bering belt	unit unit unit	2/18/2013 20/1/2013	Kontakt.v Anglo bxor di fly	2 3
18 19	Mc Dobby SO SO Nu4	Perbaikan Ganti bering belt Ganti belt conveyor	1 unit 1 unit	224/2013	2.2V2003 Y2/2013 2.281/2013	3 2 2
20 21 22	Mc Dobby SO No. Mc Dobby SO No.4 Mc Dobby	Tanah oli	unit PCS	3/V2013 3/1/2013	3/1/2013 3/1/2013	2 2
23 24	SO No. SO No.4 SO No.4	unit coavvy* Seti ram	unit unit unit	44/2013 4/15/2013 4119/2013	4/1/2013 4/15/2013 4/19/2013	2 2 2
23 26 27	Mc Dobby SO No.a MC Dobby 30 No.4	Perbaikan Tan&h oli ber&Q currant	1 20 pcs	4/22/2013 5/1/2013 5/24/2013	4/22/2013 5/1/2013 5/24/2013	2 2
28 29	Mc Dobby SO No.4 Mc Dobb No.4	Perbaikan Buka tutup unit clutch breasunit	i unit unit 1 set	6/27/2013 7117,203	7/17/2013 7/20/2013	2 2
31	MC SO		set	7/22/2013	Over Over	2

Tabel 2. Data Kerja Mesin

Keadaan Tersedia (Jun)	Data Kerja Mesin							Lading Time
	Schedule Shuwwn (Jun)	Time (Jun)	Warm Up Time (Jun)	Breakdown Machine (Jam)	Unplanned Downtime (Jun)	Total Delay (J)		
AguAus 12		2	25	25.5	12	127.84	165.34	381.00
Sel'anba 20 i 2	456	2	27	32.5		54.32	86.82	427.00
Cktcöer2012	528	5	28	37	10	77.20	12420	495.00
Novalber 2012		2	26	28	4	41.69	73.69	404.00
Desemba 2012		2	24	28		52.74	85.74	358.00

Jmmzi 2013		9	31	34.5	2	137.33	173.83	464.00
Fetruai 2013		2	25	32	12	215.21	259.21	453.00
2013	456	2	10	30.5	4	144.49	178.99	444.00
Apnl 2013		5	30	37	8	157.33	202.33	493.00
Met 2013		2	30	36	4	146.11	186.11	496.00
2013		2	25	30.5	2	13.88	146.38	429.00
Juli 2013	552	15	30	36.5	6	20007	24237	507.00

Tabel 3. Data Perawatan

1	Harian	BuJaoan Sl& Attwt Gers	Hitajic Punv
2	Pally & V-Beh seed rooter	Sl& Air Rotuy Limit Switch Geu Box	Ger Pat I-trib'ion Tmk of Fly Whett
3			
4	Unit Penganun (Remy)	Oil Required	Machine ConditiMI
5			
6	Ron Slide	3 Batanan Pumping Unit	dil'ukan oleh
7			
8	jarutan oli & Press di Band-bandoli & poava oli)	Filter & Oil	Untuk hingga tahunun dilukuj oleh pilak maintenance
9			
10	Roda gila valve	L'kricun Oil Oil	Vntok 3 dil'ukan setiq* JanuU
11			
12		& Elec&ic Eqv	April, Juli
13	Prog beban	6 Oil	
14			
15			
16	Pel unit	V Belt Accuracy of Every gauge	Untuk 6 bob—g dil'ukan setiq* Janua Juli
17			
18	Unit Unit cue	Solemid Valve Accuracy	
19	Air Kebersitn	glide cm & Brake	
20			
21			

Data yang terakhir adalah data hasil produksi. Data ini akan menjadi bagian dalam penentuan *six big losses* dan OEE.

Tabel 4. Data Hasil Produksi Mesin Dobby 50 No.4

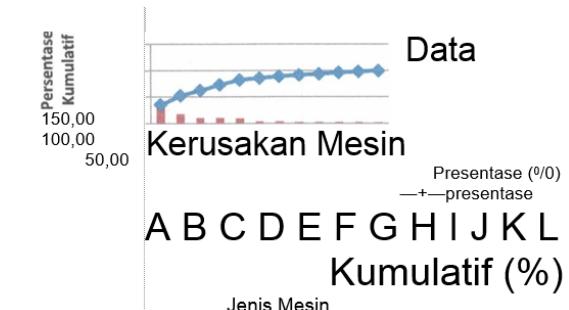
		Reuc6d he'd	l.sss	17.142
2012	1unn	24.778 29.008		33.3S4
2012			214	S.4S
		38.31		21.199 6.4S
		38.71		17.142
2013	Jus 2013	72.613	10326	10.729
2013		91396	54.739 17.4i' 201.152	49 18.414 2195*

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Penentuan Mesin Kritis

Penentuan mesin kritis dilakukan berdasarkan frekuensi kerusakan tertinggi yang terjadi selama satu tahun. Penentuan mesin kritis ini akan dilakukan dengan menggunakan

diagram pareto. Berdasarkan diagram pareto, diketahui bahwa mesin kritis yang terdapat pada Bagian Produksi



Gambar 1. Diagram Pareto Kerusakan Mesin
Keterangan:

A = Dobby 50 No 4B = Dobby 50 No 5
 B = JAM No. 5 E = Komatsu 80 F = Dobby 10G =
 C = ISIS 40 No.1D JAM No. 4 H = Komatsu 60 1
 D = JAM No.3 J = JAM No. 6K =
 E = JAM No.10 L = JAM No.7

3.2.2 Pengujian Distribusi Kerusakan
 Pengujian distribusi kerusakan dilakukan terhadap mesin kritis. Uji

yang dilakukan adalah Mann's Test yang mengacu pada Ebeling (1997). Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi Weibull dua parameter atau tidak. Pengujian dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasilnya Ho diterima, bahwa semua data berdistribusi Weibull.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Distribusi Weibull

No	Nama Mesin	M	Ftabel	Perbandingan	Keterangan
1	Dobby 50 No.4	1,74	1,86	M< Ftabel	Waktu Berdistribusi weibull
2	ISIS 40 No.1	1,11	3,58		Waktu Berdistribusi weibull
3	Komatsu 80	1,20	4,15		Waktu Berdistribusi weibull

3.2.3 Perhitungan Parameter Distribusi Weibull

Apabila data berdistribusi Weibull, maka parameter distribusi Weibull dapat dihitung. Parameter distribusi Weibull adalah α dan β . Perhitungan nilai parameter tersebut menggunakan metode least square (Ebeling, 1997).

3.2.4 Jadwal Perawatan

Penjadwalan perawatan ini dilakukan terhadap tiga mesin kritis yaitu mesin Dobby 50 No.4. ISIS 40 No.1 dan Komatsu 80. Penentuan interval perawatan menggunakan *reliability under preventive maintenance* setalah mengetahui nilai α dan β . Juga menentukan frekuensi dilakukannya pemeriksaan berdasarkan *inspection frequency (minimization downtime)*. Lalu menentukan nilai optimal *maximum availability* pada saat dilakukan perawatan dalam interval perawatan. Maka hasil yang diperoleh untuk jadwal perawatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jadwal Perawatan

No	Nama Mesin	Interval Perawatan T Saat ini (Hari)	Ekspektasi Downtime saat ini (hari)	Rencana interval perawatan T (hari)	Ekspektasi Downtime (hari)
1	Dobby 50 No.4	11	0,25	1	0,07
2	ISIS 40 No.1	239	0/23	3	0,06
3	Komatsu 80	146	0,18	3	0,06

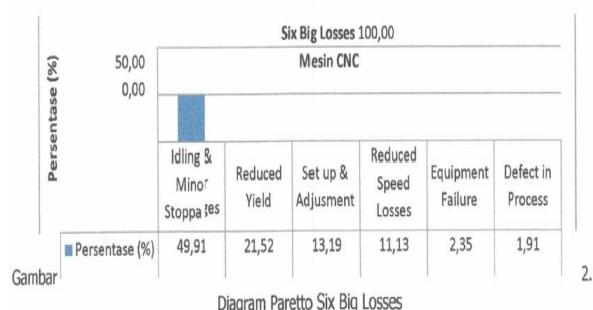
3.2.5 Six Big losses Menggunakan Diagram Pareto

Berdasarkan hasil penentuan *six big losses* menggunakan diagram pareto, maka terdapat 3 kerugian yang perlu dikurangi bahkan dihilangkan. Untuk melihat persentase *six big losses* pada mesin Dobby 50 No.4 dapat dilihat pada Gambar 2.

Downtime losses : *Equipment failure, Setup and adjustment*

Speed losses : *Idling and stoppage minor losses, Reduced speed*

Defect losses: *Defect in process, Reduced yield*



Melalui *six big losses* ini diketahui bahwa untuk mesin Dobby 50 No.4. ISIS 40 No.1 dan Komatsu 80 penyebab tertinggi *six big losses* adalah *idling and stoppage minor losses, reduced yield, and reduced speed losses*. Berdasarkan ketiga kerugian tersebut, maka untuk dapat mengurangi kerugian tersebut adalah dengan menentukan item check dalam *Autonomous Maintenance (AM)* sesuai dengan jadwal perawatan yang telah ditentukan.

3.2.6 Pengukuran Overall Effectiveness Equipment (OEE)

OEE merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan dalam kondisi ideal. Dengan melakukan penghapusan *six*

big losses peralatan, terdapat tiga rasio utama, yaitu:

Untuk mesin Dobby 50 No.4 nilai dari rasio tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan OEE

Bulan	Availability Vo)	Performance Efficiency f0,6)	Quality Ratio (96)	OEEU)
Agustus 2012	56.60	97.84	7743	42.88
September 2012	7967	8983	7531	53.89
Oktober 2012	74.91	86.75	69.70	45.30
November 2012	81.76	74.81	70.48	43.11
Desember 2012	76.05	98.09	8732	6529
Januari 2013	62.54	95.10	73.77	43.87
Februari 2013	42.78	97.76	85.83	35.90
Maret 2013	5969	98.70	81.85	48.22
April 2013	58.96	98.02	75.61	43.69
Mei 2013	6248	96.06	79A2	47.48
Juni 2013		8594	84.90	4807
Juli 2013	52.16	73.22	75.55	28.85
Rata-Rata	64.46	91.01	78.09	4535

Tabel 8. Nilai OEE yang Diharapkan Pada Mesin Dobby 50 No.4

Bulan	Running Time (Hour)	Planned Downtime (Hour)	Loading Time (Hour)	Downtime Loss (Hour)	Operating Time (Hour)	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Quality Ratio (%)	OEE(%)
Agustus 2014	408	27	381.00	66.53	314.47	82.54	97.84	77.43	62.53
September 2014	456	29	427.00	71.34	355.66	83.29	89.83	75.31	56.35
Oktober 2014	528	33	495.00	83.67	411.33	83.10	86.75	69.70	50.25
November 2014	432	28	404.00	64.18	339.82	84.11	74.81	72.00	45.30
Desember 2014	384	26	358.00	61.61	296.39	82.79	98.09	87.99	71.46
Januari 2015	504	40	464.00	83.00	381.00	82.11	95.10	73.77	57.61
Februari 2015	480	27	453.00	84.89	368.11	81.26	97.76	85.83	68.19
Maret 2015	456	12	444.00	75.94	368.06	82.90	98.70	81.85	66.97
April 2015	528	35	493.00	89.26	403.74	81.89	98.02	75.61	60.69
Mei 2015	528	32	496.00	87.10	408.90	82.44	96.06	79.12	62.65
Juni 2015	456	27	429.00	73.60	355.40	82.84	85.94	84.90	60.45
Juli 2015	552	45	507.00	93.36	413.64	81.59	73.22	75.55	45.13

Berdasarkan hasil OEE tersebut dapat diketahui tingkat efektifitas mesin saat ini. Setelah mengetahui nilai OEE saat ini, maka dilakukan penaksiran terhadap nilai OEE yang akan datang jika terdapat peningkatan nilai *availability* melalui hasil perhitungan minimasi *downtime* dengan menggunakan nilai *maximum availability*. Untuk nilai OEE yang diharapkan dapat dilihat pada Tabel 8. *Downtime losses* :

(Total delay x (1 - maximum availability)) + (D(n) x jumlah hari kerja) + (waktu setting mesin x jumlah hari kerja) + (waktu ganti cetakan x frekuensi ganti cetakan) + breakdown machine

Nilai OEE yang diharapkan dapat menjadi target yang perlu dicapai oleh perusahaan dalam rancangan penerapan TPM. Untuk rekapitulasi nilai OEE saat ini untuk seluruh mesin serta nilai OEE yang diharapkan dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai OEE

Bulan	Dobby 50 No.4 OEE(%)	ISIS 40 No. 1 OEE(%)	Komatsu 80 OEE(%)
Agustus 2014	42.88	63.92	66.26
September 2014	53.89	60.49	61.82
Oktober 2014	45.30	65.48	52.88
November 2014	43.11	57.28	40.71
Desember 2014	65.29	61.64	44.84
Januari 2015	43.87	63.50	50.52
Februari 2015	35.90	63.64	57.29
Maret 2015	48.22	65.35	56.14
April 2015	43.69	67.67	50.44
Mei 2015	47.48	68.37	47.36
Juni 2015	48.07	72.93	56.35
Juli 2015	28.85	55.44	63.82
Rata-Rata	45.55	63.81	54.04

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai OEE yang diharapkan

Bulan	Mc Dobby 50 No.4 OEE(%)	ISIS 40 No. 1 OEE(%)	Komatsu 80 OEE(%)
Agustus 2014	62.53	69.52	66.05
September 2014	56.35	71.60	64.72
Oktober 2014	50.25	69.99	57.25
November 2014	45.30	61.44	48.07
Desember 2014	71.46	65.86	64.63
Januari 2015	57.61	69.11	61.98
Februari 2015	68.19	69.12	67.08
Maret 2015	66.97	70.50	61.46
April 2015	60.69	71.85	59.71
Mei 2015	62.65	72.74	50.04
Juni 2015	60.45	75.17	66.90
Juli 2015	45.13	61.16	69.04
Rata-Rata	58.96	69.01	61.41

3.2.7 Rancangan Penerapan TPM (Total Productive Maintenance)

TPM merupakan salah satu metode dalam manajemen perawatan mesin. Terdapat 12 langkah penerapan TPM dari persiapan hingga stabilisasi. Penerapan TPM sebagai sistem baru bukanlah suatu hal yang bisa dilakukan dalam waktu yang singkat, tetapi memerlukan waktu yang cukup untuk persiapannya maupun untuk memulai serta melaksanakan programnya. Berdasarkan pengalaman beberapa perusahaan industri di Jepang yang telah berhasil menerapkan TPM.

Dalam penerapan TPM terdapat 12 langkah yang terbagi menjadi tiga tahapan. Untuk langkah 1-5 merupakan Tahap Persiapan terdiri dari:

Langkah ke-1 adalah memberitahukan keputusan top manajemen mengenai akan diperkenalkan TPM. Departemen yang dimiliki perusahaan terdiri dari Departemen Quality Assurance, Teknik, Logistik, Fabrikasi, Ballast, Transformer, Umum, Accounting, Keuangan, dan Pemasaran. Dalam penerapan TPM ini, seluruh bagian dari perusahaan memiliki peranan dalam mencapai target perusahaan. Dari setiap kepala departemen dapat menyampaikan langsung secara tertulis atau lisan kepada kepala bagiannya. Dan khusus Departemen Quality Assurance, Teknik, Logistik, Fabrikasi, Ballast, dan Transformer, kepala bagian harus melakukan sosialisasi kepada kepala shift lalu kepala shift mensosialisasikan kepada para operator.

Langkah ke-2 adalah menyelenggarakan pendidikan serta kampanye pergerakan TPM. Untuk pendidikan TPM dapat dilihat pada Tabel 6. Kegiatan pendidikan dijadwalkan per bagian, dimulai dari tingkat manajer hingga ke kepala bagian. Setelah seluruh bagian top manajemen telah memiliki pengetahuan yang cukup dari seminar-seminar yang telah diikuti, maka kepala bagian perlu menyalurkan ilmu yang diperoleh dengan mengadakan pendidikan untuk operator,

Tabel 11. Pendidikan TPM

No	Materi	Jenis Kegiatan	Durasi	Untuk
1	Pengantar: Definisi dan cara kerja TPM, Mengenali gambaran dasar dari TPM dan keuntungan dari penerapan TPM	Seminar	2 Jam	Seluruh Manajer & Kepala Departemen
2	Definisi 12 Langkah penerapan TPM dan Program Autonomous Maintenance Menimbang tugas dan tanggung – tanggung yang diperlukan untuk mewujudkan implementasi TPM dalam Corporate Culture Step 1 : pemberian moral (cleaning) Step 2 : mencari sumber penyebab (solve difficult problem) Step 3 : menyusun standar (cleaning/fabrication standard) Step 4 : total perawatan rutinitas (general inspection) Step 5 : autonomous inspection Step 6 : standarisasi (self audit) Step 7 : total perawatan rutinitas (organization)	Seminar	6 Jam	Seluruh Manajer, Kepala Departemen, dan Kepala bagian
3	Aktivitas TPM	Seminar	4 Jam	Kepala Departemen Quality Assurance, Teknik, Logistik, Fabrikasi, Ballast, dan Transformer

Langkah ke-3 adalah membentuk organisasi untuk mempromosikan TPM. Melalui tahapan ini membentuk organisasi kelompok kecil. Pada pengawasan kegiatan TPM dapat dilakukan oleh Kepala *Dept. Quality Assurance*, Teknik, Logistik, dan Fabrikasi. Sedangkan untuk kepala pelaksana, diserahkan kepada kepala bagian produksi pada Bagian Produksi-I bersama dengan kepala bagian maintenance sebagai kepala pelaksana TPM. Untuk anggota pelaksana perlu dibentuk kelompok kecil berdasarkan shift, yaitu operator dengan anggota bagian produksi dan maintenance. Untuk ketua regunya dapat ditentukan berdasarkan hasil musyawarah anggota regu.

Langkah ke-4 adalah menentukan kebijakan dasar serta target (goal) dari TPM. Tujuan yang ingin dicapai dalam penerapan program TPM ini adalah mampu melibatkan operator dalam membentuk personel yang dapat memperbaiki performansi secara keseluruhan dalam keandalan mesin dan peralatan. Target yang ingin dicapai, dapat menurunkan terjadinya *six big losses* yang memiliki frekuensi tertinggi pada Bagian Produksi-I yaitu Mesin Dobby 50 No.4NC (*Idling & Minor Stoopages Losses*), Mesin ISIS 40 No.1 (*Reduce Yield*), Mesin Komatsu 80 (*Idling & Minor Stoopages Losses*). Harapan peningkatan OEE sebagai berikut, mesin Dobby 50 No.4 (45,55% menjadi 58,96%), mesin ISIS 40 No.1 (63,81% menjadi 69,01%), dan mesin Komatsu 80 (54,04% menjadi 61,41%). Hasil yang diharapkan program TPM dapat terlaksana sesuai rancangan TPM yang telah dibuat, sehingga dapat meningkatkan nilai OEE hingga 85% serta dapat tercipta lingkungan kerja yang baik antara operator, kelompok maintenance, ketua shift, kepala produksi dan kepala maintenance serta menajer perusahaan.

Langkah ke-5 adalah menyusun master plan untuk pengembangan TPM. Untuk master plan yang dibuat hanya hingga tahap penerapan. Tahap persiapan semua dilakukan oleh seluruh top manajemen yang terdiri dari seluruh manajer serta kepala *Dept. Quality Assurance*, Teknik, Logistik, dan Fabrikasi. Tahap pembentukan diikuti oleh kepala Bagian Produksi-I bersama dengan kepala *Dept. Quality Assurance*, Teknik, Logistik, dan Fabrikasi dalam menyusun kelompok kecil. Penerapan dilakukan oleh operator Bagian Produksi-I, dalam kegiatan *AM (Autonomous Maintenance)*, pengembangan check sheet oleh bagian maintenance, serta evaluasi penerapan TPM oleh seluruh pihak perusahaan.

Untuk langkah 6-10 merupakan Tahapan Penerapan terdiri dari:

Langkah ke-6 adalah peresmian dimulainya penerapan TPM. Penentuan jadwal pertemuan rutin, dan mulai melakukan pertemuan rutin, untuk mengetahui sistem perawatan yang baru, yang akan dilaksanakan perusahaan, khususnya di Bagian Produksi-I. Acara ini penting dilaksanakan meskipun sifatnya seremonial, tapi diharapkan memberikan kesadaran pada seluruh jajaran manajemen, untuk dapat bersama-sama merasa bertanggung jawab atas suksesnya penerapan kebijakan dalam sistem perawatan ini.

Langkah ke-7 adalah melaksanakan kegiatan 'improvement' keefektifan masing-masing peralatan. Menghilangkan *six big losses* secara berkala berdasarkan persentase *six big losses* tertinggi sesuai dengan hasil pengamatan. *Improvement* tersebut meliputi: membuat *visual control system* dalam menvisualisasikan metode perawatan, menempelkan label/tag pada bagian-bagian mesin yang mengalami kerusakan, modifikasi

peralatan bila perlu, untuk dapat meningkatkan kerja mesin, kerjasama regu dalam melakukan pengembangan peralatan.

Langkah ke-8 adalah mengembangkan program 'Autonomous Maintenance' (AM). Dalam tahap ini dilakukan oleh anggota regu yang telah dibentuk pada persipan. Untuk melaksanakan AM, perlu 7 tahap kegiatan yang perlu dilakukan serta perlu menetapkan prosedur-prosedur perawatan. Mesin Dobby 50 No.4NC yang memiliki rata-rata OEE 45,55% perlu fokus melakukan AM tahap ke 1-3. Untuk mesin ISIS 40 No.1 yang memiliki rata-rata OEE 63,81% perlu fokus melakukan AM tahap ke 1-5. Untuk

mesin Komatsu 80 yang memiliki rata-rata OEE 54,40% perlu fokus melakukan AM tahap ke 1-4.

Langkah-9 adalah menyempurnakan sistem perencanaan maintenance serta keahlian manajemen dari bagian maintenance. Untuk mengetahui item check yang dilakukan sesuai jadwal perawatan dan berdasarkan six big losses yang perlu dihilangkan untuk ketiga mesin. Selain menentukan item check serta waktu perawatan, juga mengusulkan check sheet yang dapat digunakan untuk dapat mendukung kegiatan perawatan.

Langkah-10 adalah menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan. Untuk rincian pendidikan yang perlu diikuti dapat dilihat pada Tabe112.

Tabel 12. Pendidikan dan Pelatihan

	Pernaharnln pflar-pilar TPM	1/2 hari	
2	MembangunTPM kedaihan: QMS (Quality Management System)	4 Jam	
3	Permasalahan dan Kendala TPM, Manfaat dan Peluang;	1 Jam	
4	Pemillharv?engembangan Area Awal TPM Pilot, Studi Kasus	1 Jam	
5	"Why-Why" analisis	1/2 hari	
	PM - desain dan eksperimen	3 hari	
7	OEE analisis dengan metode grafik	1/2 hari	

Seluruh &KepalaLJQZiemen
KG*ila Lepartid*zn dan kc*pala baga Onky/As-wrance , Fa,Onl.7a.
Balla*.

Untuk langkah 11-12 merupakan Tahapan Stabilisasi terdiri dari:

Langkah ke-11 adalah mengembangkan tahap awal. Berdasarkan check sheet yang telah dilakukan saat melakukan penerapan TPM, perlu adanya evaluasi. Hal tersebut dilakukan untuk dapat -melakukan analisis pada gangguan mesin yang terjadi. Analisis dilakukan dengan melakukan identifikasi *six big losses* yang terjadi pada mesin serta melakukan

perhitungan dalam penentuan nilai OEE setelah melakukan penerapan TPM. Setelah mengetahui gangguan mesin yang terjadi selama ini, dapat melakukan pengembangan terhadap penerapan TPM yang telah dilakukan. Langkah ke-12 adalah penerapan TPM secara menyeluruh. Rancangan penerapan TPM, digambarkan melalui gantchart. Untuk usulan penerapan TPM, dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Gantchart

Keterangan	Tahun 2014					Tahun 2015					Tahun 2015-2017	
	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli - 2 tahun yang akan datang
I. Tahap Persipan												
1. Perkenalkan TPM pada Top Management												
2. Pendidikan seminar mengenai TPM												
3. Membentuk kelompok peranungguawab TPM												
4. Menentukan target dari pelaksanaan TPM												
5. Menyusun master plan rencana penerapan TPM												
II. Tahap Awal Penerapan												
6. Peresmian dimulainya penerapan TPM												
III. Tahap Penerapan												
7. Kegiatan Improvement pada peralatan												
8. Mengembangkan programAutonomus Maintenance												
9. Penyempurnaan kegiatan perawatan												
10. Pelatihan untuk pengembangan keahlian teknis operasi												
IV. Tahap Stabilisasi												
11. Mengembangkan tahap awal TPM												
12. Penerapan TPM secara menyeluruh												

3.3 Analisis

3.3.1 Analisis Jadwal Perawatan

Dalam rekapitulasi rencana interval perawatan T, mesin Dobby 50 No.4NC memiliki rencana interval perawatan lebih intensif dibandingkan dengan mesin lainnya, yaitu melakukan perawatan Ix setiap harinya untuk mencapai keandalan 0,96. Untuk kedua mesin lainnya, memiliki pencapaian keandalan yang berbeda karena memiliki interval waktu kerusakan yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin ISIS 40 No.1. Mesin Komatsu 80 merupakan mesin yang memiliki umur pakai paling tua, sehingga mengalami frekuensi kerusakan yang tinggi. Melalui perhitungan sebelumnya, dapat terlihat bahwa selama ini interval perawatan yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan, bahwa jadwal perawatan yang direncanakan tidak dilakukan. Oleh sebab itu, ekspektasi downtime yang terjadi saat ini pun cukup tinggi. Berdasarkan perhitungan, dengan melakukan perawatan sesuai dengan rencana interval perawatan, dapat terlihat penurunan ekspektasi downtime.

3.3.2 Analisis Six Big Losses

Penyebab tingginya *six big losses* akan menjadi landasan untuk menentukan item check.

Setelah mengetahui penyebab *six big losses* dengan menggunakan diagram *fishbone*, menghasilkan item check. Item check tersebut menjadi acuan dalam melakukan tindakan pencegahan, dalam perawatan preventive sesuai dengan jadwal perawatan yang telah ditentukan sebelumnya. Kerugian yang memiliki persentase tertinggi menjadi hal utama untuk dikurangi bahkan dihilangkan dalam menentukan jadwal perawatan pada autonomous maintenance dalam rancangan TPM.

3.3.3 Analisis Nilai OEE (Overall Effectiveness Equipment)

Berdasarkan pengolahan data, rata-rata nilai OEE pada setiap mesin mengalami peningkatan meskipun tidak signifikan. Hasil penentuan nilai OEE yang diharapkan ini menggambarkan OEE yang akan diperoleh perusahaan khusus ketiga mesin tersebut bila melakukan perawatan berdasarkan jadwal perawatan, dengan menerapkan TPM. Terutama dalam kegiatan AM pada mesin Dobby 50 No.4NC fokus pada aktifitas 1-3.

3.3.4 Analisis Rancangan TPM (Total Productive Maintenance)

Rancangan TPM ini diusulkan berdasarkan kondisi perusahaan saat ini. Dalam rancangan TPM ini, peneliti juga mengusulkan check sheet untuk dapat meningkatkan sistem perawatan saat ini. Secara keseluruhan, usulan rencana penerapan TPM dilakukan mulai bulan Agustus 2015 seluruh kegiatan telah terjadwal pada gantchart. Penerapan TPM bukanlah hal yang mudah, sehingga dalam menstabilkan kegiatan TPM perlu waktu yang cukup lama, sekitar 35 tahun.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Penjadwalan perawatan dilakukan untuk mesin yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi yaitu mesin mesin Dobby 50 No.4NC, mesin ISIS 40 No.1 dan Komatsu 80. Interval waktu perawatan (T) pada jadwal perawatan, untuk ketiga mesin tersebut memiliki nilai T—I, 3, 3 hari. *Six big losses* tertinggi pada ketiga mesin tersebut adalah *akibat idling & minor stoppages* sebesar 49,91 %, *reduced yield* sebesar 43,81 %, dan *idling & minor stoppages* sebesar 38,19%. Rata-rata nilai OEE saat ini untuk ketiga mesin

tersebut sebesar 45,55%, 63,81 %, dan 54,04%. Rancangan TPM melalui 12 tahapan, dengan rencana penerapan pada bulan Agustus 2014.

Perencanaan penerapan terdapat pada master plan dan gantchart, Adanya usulan check sheet untuk membantu dalam mendokumentasikan data perawatan.

4.2 Saran

Saran dari peneliti untuk perusahaan berdasarkan hasil penelitian adalah perusahaan khususnya Bagian Produksi-I perlu mendokumentasikan data produk untuk mesin JAM, agar dapat menentukan nilai OEE serta perbaikan sistem perawatan lebih lanjut untuk mesin tersebut. Perlu memasukkan jadwal perawatan ke dalam jadwal perencanaan produksi. Perusahaan perlu memberikan motivasi kepada karyawan dalam bekerja, seperti memberikan reward berupa hadiah kepada karyawan ikepala bagian, atau kelompok terbaik dalam pelaksanaan perawatan. Penelitian dapat dikembangkan dengan menganalisis sistem setelah penerapan TPM dilakukan, dan melakukan penelitian terhadap aspek yang lebih luas yang dapat mempengaruhi nilai OEE perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ebeling, Charles. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. McGraw-Hill Companies. Inc. Singapore.
- [2] Jardine, A.K.S. (1973). Maintenance, Replacement and Reliability. Pitman Publishing. London.
- [3] Nakajima Seichi. (1984). Introduction To TPM (Total Productive Maintenance). Productivity Press, Inc. Tokyo.
- [4] HIGGINS Morrow, "Maintenance Engineering Hand Book" , Ms Graw Hill.