
PERANCANGAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA PT. ARTHA PRIMA SUKSES MAKMUR

Yugowati Praharsi¹, Iphov Kumala Sriwana², Dewi Maya Sari³

Abstract: PT. Artha Prima Sukses Makmur memiliki lima mesin dalam menjalankan kegiatan produksi sol sepatu yang berlangsung 24 jam setiap hari, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik dan dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Kerusakan mesin saat ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama. Perancangan penjadwalan *maintenancediperlukan* untuk mengurangi downtime pada mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi. Penjadwalan yang diusulkan adalah *preventive maintenance* dengan metode *age replacement*. Berdasarkan prinsip Pareto terdapat dua mesin kritis dari lima mesin yang ada. Hasil perhitungan dari data kerusakan mesin sebelumnya diketahui, jika dilakukan *preventive maintenance downtime* akan berkurang sebanyak 2.85%, dan terjadi penghematan sebesar 38%.

Keywords: *age replacement, biaya, downtime, preventive maintenance*

PENDAHULUAN

Perusahaan semakin hari semakin bergantung pada mesin dalam memproduksi barang. Mesin yang digunakan merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. Sejak era revolusi industri, perawatan industri telah menghasilkan beberapa teori perawatan dan model perawatan. Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. Menurut Ebeling (1997), *preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime* (Assauri, 2008).

PT. Arta Prima Sukses Makmur (PT. APSM) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan sol sepatu. Dalam proses pembuatan sol sepatu melibatkan lima mesin produksi. Pada perusahaan kerusakan mesin terjadi secara mendadak, dan perawatan dilakukan dengan sistem *breakdown maintenance*. Kerusakan yang terjadi secara mendadak dapat mengganggu jadwal produksi yang telah direncanakan. Oleh karena itu, diusulkan perawatan mesin dengan menggunakan sistem *preventive maintenance*.

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parman No. 1, Jakarta 11440
Email : yugowatip@ft.untar.ac.id

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parman No. 1, Jakarta 11440

³ Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parman No. 1, Jakarta 11440

Pengusulan penjadwalan perawatan mesin pada PT. APSM berupa waktu penggantian komponen dan waktu pemeriksaan komponen untuk komponen kritis pada mesin kritis. Diharapkan juga dengan pengusulan penjadwalan *preventive maintenance* juga akan menghasilkan penurunan tingkat *downtime*, penurunan biaya *maintenance*, peningkatan tingkat *availability*, dan peningkatan *reliability* mesin kritis. Beberapa tujuan dari studi yang dilakukan yaitu (Kurniawan, 2013):

1. menentukan mesin kritis pada mesin yang ada dalam PT. APSM;
2. menentukan komponen kritis pada mesin kritis yang terdapat pada PT. APSM;
3. menghitung interval waktu penggantian komponen kritis yang optimal;
4. menghitung interval waktu pemeriksaan komponen kritis;
5. mengetahui perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah *preventive maintenance*;
6. mengetahui perbandingan biaya perawatan sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.

Pemeliharaan pencegahan merupakan tindakan pemeliharaan yang bertujuan mencegah terjadinya kerusakan yang kecenderungan kerusakannya telah diketahui atau dapat diperkirakan sebelumnya. Melalui pemanfaatan prosedur *preventive maintenance* yang baik, dimana terjadi koordinasi yang baik antara bagian produksi dan bagian perawatan, maka akan didapatkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Kerugian waktu produksi dapat diperkecil.
- b. Biaya perbaikan yang mahal dapat dikurangi atau dihindari.
- c. Interupsi terhadap jadwal yang telah direncanakan waktu produksi maupun perawatan dapat dihilangkan atau dikurangi.

Menurut Ebeling (2008), *preventive maintenance* merupakan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodic, dimana seperangkat tugas pemeliharaan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan.

Suatu barang dapat dikatakan mengalami kerusakan apabila suatu barang atau produk tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Konsep ini juga berlaku untuk mesin atau fasilitas yang dimiliki oleh suatu pabrik. Ketika suatu mesin atau peralatan tidak dapat melakukan fungsinya dengan baik, maka mesin atau peralatan tersebut dapat dikatakan mengalami kerusakan atau *breakdown*. *Downtime* didefinisikan sebagai waktu selama suatu peralatan, fasilitas atau mesin tidak dapat digunakan sehingga mesin atau peralatan tidak dapat menjalankan fungsinya seperti yang diharapkan. *Breakdown* terjadi ketika mesin mengalami kerusakan, dimana kerusakan dapat mempengaruhi kemampuan mesin secara keseluruhan dan menyebabkan penurunan hasil dari proses dan mempengaruhi kualitas dari produk (Lukmandani, dkk., 2011).

Secara umum istilah *reliability* mungkin dapat diartikan dengan mampu untuk diandalkan. *Reliability* sendiri berasal dari kata *reliable*, yang artinya dapat dipercaya (*trusty*, *consistent*, atau *honest*). Reliabilitas didasarkan pada teori statistik probabilitas, yang tujuan pokoknya adalah mampu diandalkan untuk bekerja sesuai dengan fungsinya dengan suatu kemungkinan sukses dalam periode waktu tertentu yang ditargetkan.

Setiap mesin memiliki pola kerusakan yang berbeda. Seperangkat peralatan yang sama akan memiliki pola kerusakan yang berbeda, jika dioperasikan pada keadaan lingkungan yang berbeda. Bahkan bila peralatan yang sama tersebut dioperasikan pada keadaan lingkungan yang sama pun tetap terbuka kemungkinan, bahwa kerusakan yang terjadi akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Keputusan yang berkaitan dengan masalah probabilitas, seperti menentukan waktu melaksanakan perawatan pencegahan untuk suatu peralatan, membutuhkan informasi

mengenai saat atau waktu peralatan tersebut akan mencapai kondisi gagal atau rusak (Tanurahardja, 2009). Transisi suatu peralatan dari kondisi baik ke gagal tidak bisa diketahui secara pasti waktunya, tetapi dapat diketahui informasi mengenai probabilitas terjadinya transisi tersebut pada waktu tertentu berdasarkan fungsi kerusakannya (Winata, dkk., 2013). Untuk melakukan analisa terhadap masalah yang terkait dengan perawatan mesin, dapat digunakan beberapa jenis distribusi kerusakan dan perbaikan untuk mendekati pola kerusakan dan perbaikan mesin yang terjadi. Jenis distribusi yang digunakan agar dapat mengetahui pola data yang terbentuk, antara lain: distribusi Weibull, distribusi eksponensial, distribusi normal dan distribusi lognormal.

Mean time to failure (MTTF) merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali. *Mean Time to Repair* (MTTR) merupakan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen (Kurniawan, 2013).

Metode *age replacement* adalah tindakan penggantian yang dilakukan pada saat pengoperasian mencapai umur tertentu yang telah ditetapkan, misalkan sebesar tp . Jika pada selang waktu tp tersebut tidak terdapat kerusakan, maka penggantian akan tetap dilakukan sebagai tindakan pencegahan. Jika sistem mengalami kerusakan pada selang waktu tp tersebut, maka dilakukan tindakan perbaikan dan penggantian berikutnya berdasarkan perhitungan tp terhitung mulai dari waktu penggantian perbaikan tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. APSM yang terletak di Jl. Kebun Dua Ratus no. 2, Kamal, Jakarta Barat. PT. APSM bergerak pada industri pembuat sol sepatu, dengan 200 jenis sol sepatu yang dihasilkan. Mesin yang digunakan dalam proses produksi sol sepatu ada 5 buah mesin, yaitu: 1 unit mesin penggiling, 1 unit mesin *mixer*, dan 3 unit mesin *injection molding*.

Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Untuk data primer, pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara. Adapun untuk data sekunder, pengumpulan data dilakukan dengan metode pengumpulan dokumen perusahaan. Data primer dilakukan dengan wawancara bebas, dengan tujuan untuk mengetahui:

- a. akibat dari kegagalan mesin yang bermasalah
- b. pelaksana perawatan dan perbaikan mesin pada perusahaan.
- c. cara penanganan perawatan dan pemeliharaan mesin pada perusahaan.

Data yang diperlukan dalam perhitungan adalah data:

- a. Data kerusakan mesin dan komponen mesin.
- b. Data harga komponen mesin penyebab *breakdown*.
- c. Data biaya produksi (bahan baku, tenaga kerja, biaya listrik)

Langkah-langkah pengolahan data dalam menentukan *preventive maintenance*, sebagai berikut :

1. Menentukan mesin kritis dari data kerusakan mesin, menggunakan diagram pareto dengan aturan '80-20' dalam penentuan mesin kritis.
2. Menentukan komponen kritis dari mesin kritis berdasarkan data kerusakan mesin, menggunakan diagram pareto dengan aturan '80-20' dalam penentuan komponen kritis pada mesin kritis.

3. Melakukan perhitungan dan analisa data kerusakan komponen, dengan menghitung *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) komponen kritis pada mesin kritis. Data yang digunakan untuk menghitung TTF dan TTR adalah tanggal, waktu mulai kerusakan, dan tanggal, waktu selesai perbaikan.
4. Menghitung *index of fit*, pendugaan parameter, *goodness of fit*, nilai MTTF dan MTTR. Perhitungan tersebut menggunakan *software* Minitab.
5. Menghitung interval waktu penggantian pencegahan dan pemeriksaan komponen. Data yang diperlukan adalah jumlah jam kerja dan jumlah waktu kerja per tahun.
6. Menghitung interval penggantian komponen yang harus diganti jika rusak, interval pemeriksaan, dan tingkat *availability*.
7. Menghitung *reliability*, *downtime*, total biaya sebelum dan setelah perhitungan *preventive maintenance*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal pertama yang dilakukan dalam perhitungan adalah menentukan mesin kritis, dari lima mesin yang, terdapat dua mesin kritis yakni *injection molding* A (IM-A) dan *injection molding* B (IM-B). Keduanya terpilih karena memiliki frekuensi *breakdown* yang tinggi, data kerusakan mesin dapat dilihat pada tabel 1. Data *breakdown* diambil dari periode Januari 2014-Agustus 2014.

Tabel 1. Data *Breakdown* Mesin

Nama Mesin	Frekuensi <i>Breakdown</i>	Frekuensi <i>Breakdown (%)</i>	Frekuensi Kumulatif
IM-A	29	48.33	48.33
IM-B	16	26.67	75.00
IM-C	10	16.67	91.67
Mixer	4	6.67	98.33
Penggiling	1	1.67	100.00
Total	60		

Dari dua mesin kritis yang terpilih akan dicari komponen kritis dari masing-masing mesin. Berdasarkan data *breakdown*, komponen yang menjadi komponen kritis mesin pada IM-A ada dua, yaitu: komponen *oil seal*, dan *screw*. Adapun pada mesin IM-B yang menjadi komponen kritis adalah *oil seal*. Data *breakdown* komponen masing-masing dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Data *breakdown* komponen IM-A

Nama Komponen	Frekuensi <i>Breakdown</i>	Frekuensi <i>Breakdown (%)</i>	Frekuensi Kumulatif
<i>Oil Seal</i>	16	55.17	55.17
<i>Screw</i>	7	24.14	79.31
<i>Table rotation</i>	4	13.79	93.10
<i>Oil Ring</i>	1	3.45	96.55
<i>Nozzel</i>	1	3.45	100.00
Total	29		

Tabel 3. Data *breakdown* komponen IM-B

Nama Komponen	Frekuensi Breakdown	Frekuensi Breakdown (%)	Frekuensi Kumulatif
<i>Oil Seal</i>	12	75.00	75.00
<i>Screw</i>	3	18.75	93.75
<i>Table rotation</i>	1	6.25	100.00
Total	16		

Tahap selanjutnya adalah mencari *index of fit* (*r*), distribusi yang dihitung ada empat yakni distribusi *weibull*, eksponensial, normal, dan log-normal. Penentuan distribusi berdasarkan nilai *r* yang terbesar. Untuk mendukung pemilihan distribusi dilakukan uji *goodness of fit* dengan bantuan *software* Minitab 16. Berdasarkan hasil dari *goodness of fit* akan dipilih nilai AD yang terkecil. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5, dengan contoh perhitungan pada *oil seal* IM-A.

Tabel 4. Perhitungan *index of fit* dan *goodness of fit* TTF oil seal IM-A

Distribusi	<i>index of fit</i>	AD
<i>Weibull</i>	0.98	1.151
Eksponensial	0.95	7.839
Normal	0.98	1.003
Lognormal	0.99	0.943

Tabel 5. Perhitungan *index of fit* dan *goodness of fit* TTR oil seal IM-A

Distribusi	<i>index of fit</i>	AD
<i>Weibull</i>	0.91	2.662
Eksponensial	0.86	11.592
Normal	0.94	1.444
Lognormal	0.96	1.360

Dengan mengetahui distribusi yang terpilih, dapat dihitung parameter-parameter pada komponen kritis sesuai dengan distribusi yang terpilih. Setelah menghitung parameter dapat dicari *mean time to failure* (MTTF) dan *mean time to repair* pada tiap komponen kritis. Rangkuman perhitungan MTTF dapat dilihat pada tabel 7, dan rangkuman perhitungan MTTR dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7. Hasil perhitungan MTTF komponen kritis pada mesin kritis

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTF (Jam)
<i>Oil seal</i> IM-A	Lognormal	$s = 0.267$ $t_{med} = 344.332$	356.804
<i>Screw</i> IM-A	Normal	$\sigma = 111.530$ $\mu = 574.267$	574.267
<i>Oil seal</i> IM-B	Lognormal	$s = 0.149$ $t_{med} = 423.669$	428.404

Penentuan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan metode *age replacement* untuk mencari umur penggantian optimal, dan juga dicari interval waktu pemeriksaan komponen. Hasil perhitungan penggantian dan pemeriksaan komponen dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 8. Hasil perhitungan MTTR komponen kritis pada mesin kritis

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)
<i>Oil seal</i> IM-A	Lognormal	$s = 0.108$ $t_{med} = 1.806$	1.817
<i>Screw</i> IM-A	Normal	$s = 0.197$ $t_{med} = 2.880$	1.078
<i>Oil seal</i> IM-B	Weibull	$\beta = 13.264$ $\theta = 1.873$	1.806

Tabel 9. Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dan pemeriksaan komponen kritis pada mesin kritis.

Komponen	Interval Penggantian (Jam)	Interval Pemeriksaan (Jam)
<i>Oil seal</i> IM-A	241	422.27
<i>Screw</i> IM-A	445	524.09
<i>Oil seal</i> IM-B	350	489.08

Berdasarkan hasil perhitungan interval waktu dapat diketahui tingkat ketersediaan (*availibilty*) dari komponen kritis pada mesin, hasil dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan tingkat *availibilty* total komponen kritis

Komponen	<i>Availibilty</i> jika dilakukan penggantian pencegahan	<i>Availibilty</i> jika dilakukan pemeriksaan	<i>Availibilty</i> Total
<i>Oil seal</i> IM-A	0.996708491	0.994079583	0.9908
<i>Screw</i> IM-A	0.996964881	0.996851593	0.9938
<i>Oil seal</i> IM-B	0.997567396	0.997587003	0.9952

Perhitungan *reliability* sebelum *preventive maintenance* dan setelah perhitungan *preventive maintenance* dapat dilihat pada tabel 11, dimana $R(t)$ adalah *reliability* sebelum *preventive maintenance* dan $R_m(t)$ merupakan *reliability* sesudah perhitungan *preventive maintenance*. Berdasarkan perhitungan *downtime* sebelum dan sesudah *preventive maintenance* yang dapat dilihat pada tabel 12, terjadi penurunan *downtime* sebanyak 0.21 jam/bulan atau terjadi penurunan *downtime* sebesar 2.85 %.

Tabel 11. Tingkat *reliability* sebelum dan sesudah *preventive maintenance*

Komponen	$R(t)$	$R_m(t)$
<i>Oil seal</i> IM-A	0.55172	0.90786
<i>Screw</i> IM-A	0.50000	0.87000
<i>Oil seal</i> IM-B	0.47210	0.89967

Tabel 12. Perhitungan *downtime* sebelum dan sesudah *preventive maintenance*

Komponen	rata-rata <i>downtime</i> sebelum <i>preventive maintenance</i> (jam/bulan)	rata-rata <i>downtime</i> setelah <i>preventive maintenance</i> (jam/bulan)
<i>oil seal</i> IM-A	3.66	3.70
<i>screw</i> IM-A	0.93	0.81
<i>oil seal</i> IM-B	2.71	2.57
Total	7.29	7.08

Tabel 13. Perhitungan Biaya Sebelum dan Sesudah *Preventive Maintenance*

Komponen	Biaya Sebelum PM	Biaya Sesudah PM
<i>Oil seal</i> IM-A	Rp 5.867.903,00	Rp 2.340.517,00
<i>Screw</i> IM-A	Rp 4.713.043,00	Rp 4.169.383,00
<i>Oil seal</i> IM-B	Rp 3.888.644,00	Rp 2.398.330,00
Total	Rp 14.469.590,00	Rp 8.908.230,00

Hasil perhitungan biaya perawatan mesin sebelum dan sesudah *preventive maintenance* dapat dilihat pada tabel 13. Diketahui setelah perhitungan *preventive maintenance* terdapat penghematan biaya sebesar sebesar 38 %.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan *preventive maintenance* dapat menurunkan lama *downtime* dari 7.29 jam/bulan menjadi 7.08 jam/bulan, atau sebesar 0,21 jam/bulan (2,85%). Sedangkan penurunan biaya perawatan mesin dengan *preventive maintenance* adalah dari Rp 14.469.590,00 menjadi Rp 8.908.230,00, atau terjadi penghematan sebesar 38%. Tingkat kehandalan mesin juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan, jika kegiatan *preventive maintenance* dilaksanakan. Sebaiknya PT. Artha Prima Sukses Makmur melakukan penggantian pencegahan komponen dan pemeriksaan secara berkala, sesuai dengan perhitungan interval waktu yang telah dihitung.

Daftar Pustaka

- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi revisi 2008. Jakarta: Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.
- Ebeling, C.E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability for Engineering*. First edition. New York: McGraw Hill.
- Kurniawan, F. 2013. *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lukmandani, A.; Santosa, H.; Maukar, A.L. 2011. "Penjadwalan perawatan di PT. Steel Pipe Industry of Indonesia". *Widya Teknik*. Vol. 10 (1), pp. 103-116.
- Tanurahardja, W.O.. 2009. "Penjadwalan preventive maintenance di PT. Wahana Lentera Raya". *Widya Teknik*. Vol. 8 (1), pp. 86-96.
- Winata, I.A.; Prayogo, D.N.; Hidayat, A. 2013. "Penjadwalan perawatan dan penggantian spare-parts di PO. X, Bojonegoro". *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. Vol. 2 (2), pp. 1-12.