

IMPLEMENTASI *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* DI DEPARTEMEN NON JAHIT PT. KERTA RAJASA RAYA

**Tanti Octavia
Ronald E. Stok**

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

Yenny Amelia

Alumnus Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Peningkatan efektivitas dari fasilitas produksi di suatu perusahaan bukan hanya terbatas pada perawatan fasilitas kerja saja tetapi juga sumber daya manusia. *Total Productive Maintenance* (TPM) memberikan suatu solusi optimal terhadap peningkatan efektivitas dengan melibatkan semua sumber daya manusia yang bertanggung jawab terhadap fasilitas produksi. Suatu studi kasus terhadap pengimplementasian TPM dilakukan di departemen non jahit PT. Kerta Rajasa Raya.

Kata kunci : TPM, MTTF, *Autonomous Maintenance*.

ABSTRACT

The effectivity improvement of production facility in factory is not only on facility manintenance but also on human resources. Total Productive Maintenance (TPM) gives an optimal solution to effectivity improvement. A case study of TPM implementation have done in non sewing department of PT Kerta Rajasa Raya.

Keywords: TPM, MTTF, Autonomous Maintenance.

1. PENDAHULUAN

Terhentinya suatu proses di lantai produksi seringkali disebabkan adanya masalah dalam fasilitas produksi, misalnya kerusakan-kerusakan mesin yang tidak terdeteksi selama proses produksi berlangsung yang mengakibatkan terhentinya proses. Hal ini tentunya sangat merugikan pihak perusahaan karena selain dapat menurunkan tingkat kepercayaan konsumen juga mengakibatkan adanya biaya-biaya yang harus dikeluarkan akibat kerusakan itu.

Oleh sebab itu pihak perusahaan perlu melakukan terobosan-terobosan baru untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, salah satunya dengan melakukan implementasi *Total Productive Maintenance*.

2. *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*

Total Productive Maintenance merupakan suatu filosofi yang bertujuan memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di dalam industri, yang tidak hanya dialamatkan pada perawatan saja tapi pada semua aspek dari operasi dan instalasi

dari fasilitas produksi termasuk juga didalamnya peningkatan motivasi dari orang-orang yang bekerja dalam perusahaan itu. Komponen dari TPM secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu :

- *Total approach* : semua orang ikut terlibat, bertanggung jawab dan menjaga semua fasilitas yang ada dalam pelaksanaan TPM.
- *Productive action* : sikap proaktif dari seluruh karyawan terhadap kondisi dan operasi dari fasilitas produksi.
- *Maintenance* : pelaksanaan perawatan dan peningkatan efektivitas dari fasilitas dan kesatuan operasi produksi.

Keuntungan dari pelaksanaan TPM bisa dinikmati oleh semua pihak karena adanya peningkatan efektivitas dari fasilitas yang dapat dilihat melalui peningkatan *Overall Effectiveness*. *Overall Effectiveness* merupakan suatu indikator dari efektivitas suatu proses. TPM mempertimbangkan *Overall Effectiveness* sebagai salah satu ukuran *performance* dan perbaikan yang signifikan. Perhitungan *Overall Effectiveness* adalah sebagai berikut:

$$\text{Overall Effectiveness} = \% \text{ availability} \times \% \text{ performance} \times \% \text{ quality}$$

$$\% \text{ Availability} = \frac{\text{Loading time} - (\text{breakdown} + \text{set up time loss})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Performance} = \frac{\text{Quantity produced}}{\text{Time run} \times \text{capacity given time}} \times 100\%$$

atau

$$\% \text{ Performance} = \frac{\text{Time run} - \text{Minor stoppage} - \text{Reduce speed}}{\text{Time run}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Quality} = \frac{\text{Amount produced} - \text{Defect} - \text{Reprocesses d}}{\text{Produced}} \times 100\%$$

atau

$$\% \text{ Quality} = \frac{\text{Time run} - \text{Defect time} - \text{Reprocessi ng time}}{\text{Time run}} \times 100\%$$

Langkah-langkah yang ditempuh untuk implementasi TPM adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Implementasi Awal.
3. Tahap Implementasi TPM
4. Tahap Stabilisasi. Tahap ini merupakan tahap akhir dalam implementasi TPM

3. KONSEP KEANDALAN

Keandalan (R) dari suatu sistem dapat pula dikatakan probabilitas dari suatu sistem dapat berjalan dengan baik untuk melakukan tugas tertentu. Nilai R adalah antara 0 dan 1 karena merupakan nilai probabilitas. Keandalan juga ditentukan oleh waktu sebagai variabel random maka diperlukan suatu fungsi keandalan. Dinotasikan:

$R(t)$ = Probabilitas suatu sistem dapat berfungsi dengan baik selama $(0, t)$

Sehingga $R(t) = P \{ \text{peralatan beroperasi pada saat } t \}$

Jika x menyatakan umur suatu peralatan, maka:

$$\begin{aligned} R(t) &= P(x > t) \\ &= 1 - P(x \leq t) \\ &= 1 - F(t) \end{aligned}$$

Dimana $F(t)$ merupakan fungsi distribusi kumulatif (cdf) umur peralatan. Fungsi kepadatan probabilitas dari peralatan tersebut (pdf) merupakan turunan dari cdf , yaitu:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{-d(1 - R(t))}{dt} = \frac{-dR(t)}{dt}$$

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = \int_t^\infty f(t)dt$$

4. MTTF

Keandalan sering dinyatakan dalam angka ekspektasi masa pakai yang dinotasikan dengan $E(t)$ dan sering disebut dengan MTTF.

$$E(t) = \int_{-\infty}^{\infty} t \cdot f(t)dt$$

Kalau t selalu positif maka persamaan menjadi :

$$E(t) = \int_0^{\infty} t \cdot f(t)dt = \int_0^{\infty} t \cdot dF(t) = \int_0^{\infty} t \cdot d(1 - R(t)) = -\int_0^{\infty} t \cdot dR(t)$$

$$MTTF = E(t) = \int_0^{\infty} R(t)dt$$

5. MODEL DISTRIBUSI

Model dari suatu probabilitas kerusakan suatu alat dapat dicocokkan dengan distribusi statistik. Dalam analisa keandalan ada beberapa distribusi statistik yang umum digunakan. Distribusi statistik yang digunakan tergantung pada karakter kerusakan yang terjadi. Jika laju kerusakan dari sistem bergantung pada waktu yaitu jika laju kerusakan akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur sistem maka distribusi yang biasa digunakan adalah distribusi normal dan weibull. Fungsi kepadatan probabilitas untuk distribusi normal adalah :

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi normal :

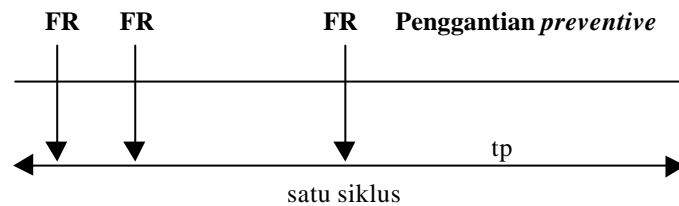
$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

6. MODEL PENGGANTIAN

Terdapat tiga periode laju kerusakan, yaitu:

- Periode I : disebut *bum-in, infant mortality*, atau tahap *debugging* dimana laju kerusakan produk semakin berkurang (menurun).
- Periode II : disebut masa penggunaan (*useful life*) dimana laju kerusakan cenderung konstan
- Periode III : disebut masa *wear out* dimana laju kerusakan meningkat
- Kurva laju kerusakan yang meliputi ketiga periode tersebut dinamakan *bathtub*.

Menentukan selang optimal diantara dua penggantian terencana (*preventive replacement*) dengan memperhatikan *breakdown* mesin. Pembentukan model:



Sumber: Jardine, 1987

Gambar 1. Model Penggantian Komponen Berdasarkan Total Biaya Harapan Minimum

Tujuan menentukan selang yang optimal diantara dua *preventive replacement* untuk meminimumkan total biaya harapan (*expected cost*) penggantian per satuan waktu.

Total biaya harapan = $TC(tp)$

$$\begin{aligned}
 TC(tp) &= \frac{\text{Total biaya harapan dalam selang waktu } (0, tp)}{\text{Panjang selang}} \\
 &= \frac{\text{Biaya Preventive Repl.} + \text{Biaya harapan Failure Repl.}}{\text{Panjang selang}} \\
 &= \frac{C_p + C_f \cdot H(tp)}{tp}
 \end{aligned}$$

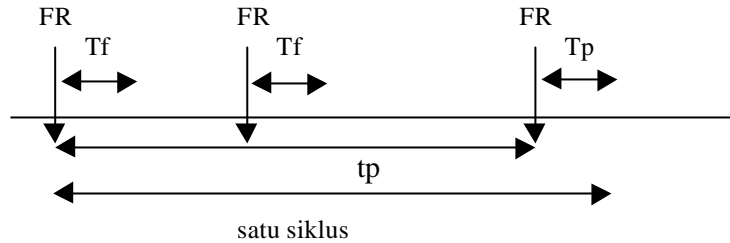
- C_p adalah biaya untuk satu penggantian *preventive*
- C_f adalah biaya untuk satu penggantian karena rusak (sebelum saat *preventive replacement*)
- $f(t)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas dari waktu kerusakan peralatan
- $H(tp)$ adalah nilai harapan dari banyaknya kerusakan yang terjadi dalam selang $(0, tp)$.

Secara umum jika terdapat T subinterval maka :

$$H(T) = \sum_{i=0}^{T-1} [1 + H(T - i - 1)] \int_i^{i+1} f(t) dt, T \geq 1 \text{ dengan } H(0) = 0$$

Perhitungan $H(T)$ dilakukan dengan menggunakan bantuan program Pascal dengan menggunakan perhitungan $1/3$ Simpson. Menentukan selang *preventive replacement*

dengan mempertimbangkan *breakdown* mesin, bertujuan untuk meminimumkan *downtime*. Pembentukan model :



Sumber: Jardine, 1987

Gambar 2. Model Penggantian Komponen Berdasarkan *Minimum Downtime*

Terjadi konflik di dalam penentuan frekuensi penggantian *preventive*. Jika frekuensi penggantian *preventive* tersebut ditingkatkan maka akan terjadi pula peningkatan *downtime* yang disebabkan oleh karena penggantian *preventive* tersebut tetapi akan menurunkan *downtime* karena *failure replacement*.

$$D(tp) = \frac{\text{Ekspektasi Downtime Failure} + \text{Downtime Preventive}}{\text{Panjang siklus}}$$

$$= \frac{H(tp) \cdot Tf + Tp}{tp + Tp}$$

- Tf adalah *downtime* yang diperlukan untuk sekali *failure replacement*
- Tp adalah *downtime* yang diperlukan untuk sekali *preventive replacement*
- $f(t)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas dari waktu kegagalan peralatan
- *Downtime* karena *failure* = banyaknya *failure* dalam selang $(0, tp)$ dikalikan waktu yang diperlukan untuk membuat satu kali *failure replacement* = $H(tp) \cdot Tf$
- *Downtime* karena *preventive* = Tp

7. STUDI KASUS

Berikut ini adalah suatu studi kasus perawatan pada departemen non jahit PT. Kerta Rajasa Raya Distribusi *fitting* dilakukan untuk menentukan distribusi data waktu antar kerusakan komponen tersebut. Data waktu antar kerusakan ternyata mendekati distribusi normal.

Fungsi kepadatan probabilitas untuk baut:

$$f(t) = \frac{1}{45.98799 \sqrt{2\delta}} \exp \left[-\frac{(t - 127.40278)^2}{2 * 45.98799^2} \right]$$

Fungsi kepadatan probabilitas untuk sekun:

$$f(t) = \frac{1}{30.06512 \sqrt{2\delta}} \exp \left[-\frac{(t - 112.63095)^2}{2 * 30.06512^2} \right]$$

Fungsi kepadatan probabilitas untuk neklin:

$$f(t) = \frac{1}{71.96586 \sqrt{2\delta}} \exp \left[-\frac{(t - 385.74584)^2}{2 * 71.96586^2} \right]$$

MTTF untuk baut = 127.40278

MTTF untuk sekun = 112.63095

MTTF untuk plat neklin = 385.74584

Tabel 1. Biaya Failure Replacement (C_f)

Komponen	Harga	Kehlg. Prod.	Tf(jam)	Cf
Baut	Rp. 20	Rp. 2029653.6	0.33333	Rp. 676571.20
Sekun	Rp. 500	Rp. 2029653.6	0.41667	Rp. 846189.00
Neklin	Rp.300000	Rp. 2029653.6	1.00000	Rp. 2329653.60

Tabel 2. Biaya Preventive Replacement (C_p)

Komponen	Harga	Kehlg. Prod.	Tp(jam)	Cp
Baut	Rp. 20	Rp. 2029653.6	0.16667	Rp. 338296.27
Sekun	Rp. 500	Rp. 2029653.6	0.25000	Rp. 507913.40
Neklin	Rp.300000	Rp. 2029653.6	0.50000	Rp. 1314826.80

Selang Penggantian Komponen Yang Optimal

Hasil yang didapat dari perhitungan selang penggantian komponen yang optimal untuk meminimumkan total biaya harapan penggantian per satuan waktu adalah:

Tabel 3. Selang Penggantian (tp) Optimal Berdasarkan Total Biaya Harapan (TC) Minimum

Komponen	tp (jam)	TC
Baut	105	Rp. 5220.71837
Sekun	87	Rp. 7752.51472
Neklin	289	Rp. 5270.23471

Selang penggantian (tp) yang optimal didapat dari ekspektasi biaya penggantian per jam yang paling minimal yang harus dikeluarkan bila dilakukan penggantian. Hasil yang didapat dari perhitungan selang penggantian komponen yang optimal dengan mempertimbangkan *breakdown* untuk meminimumkan *downtime* per satuan waktu adalah:

Selang penggantian (tp) yang optimal didapat dari ekspektasi *downtime* per jam yang paling minimal yang terjadi bila dilakukan penggantian. Selang penggantian optimal akhir yang ditetapkan didapat dengan mempertimbangkan minimum total biaya dan juga *downtime*. Pada komponen baut dan sekun, perhitungan selang penggantian (tp) dengan mempertimbangkan total biaya harapan minimum dan *downtime* minimum memberikan

hasil yang sama. Sedangkan untuk komponen plat neklin, hasil perhitungan tp memberikan hasil yang berbeda. Bila terjadi perbedaan maka dipilih tp dengan memperhatikan kedekatan dengan MTTF. MTTF plat neklin adalah 386 maka dipilih tp 289 jam. Hal ini karena penggantian yang seringkali juga akan merugikan perusahaan.

8. AUTONOMOUS MAINTENANCE

Autonomous maintenance adalah salah satu bentuk pemeliharaan secara mandiri yang dilakukan oleh operator, yang memberikan tanggung jawab pada operator terhadap fasilitas yang digunakan, melakukan aktivitas perawatan fasilitas sendiri, operator dilatih, dibangun, didorong untuk membersihkan, melumasi, memeriksa, melakukan perbaikan sederhana terhadap setiap kerusakan yang terjadi pada fasilitasnya.

Program *autonomous maintenance* di departemen non jahit PT. Kerta Rajasa Raya diterapkan dengan:

- Operator memeriksa kondisi mesin yang digunakan dengan bantuan *check list* pemeriksaan rutin setiap akhir shift sehingga kondisi fasilitas selalu dapat terdeteksi
- Operator melakukan pencatatan terhadap kerusakan- kerusakan yang terjadi pada form laporan harian potong sehingga selalu dapat diketahui jenis kerusakan, kapan dan berapa lama setiap kerusakan terjadi
- Operator melakukan kegiatan perawatan baik itu perawatan sesuai dengan jadwal perawatan yang sudah ditetapkan
- Operator melakukan pencatatan pada form permintaan perawatan yang berupa identifikasi terhadap kerusakan-kerusakan yang tidak biasa terjadi, sebagai masukan untuk bagian *maintenance* dalam melakukan analisa kerusakan
- Operator bisa memperbaiki sendiri bila terjadi kerusakan ringan pada mesin karena sudah tersedia catatan tentang langkah-langkah yang harus dilakukan untuk setiap kerusakan yang terjadi pada dokumentasi kerusakan sehingga kepanikan yang terjadi akibat kerusakan mesin bisa diatasi
- Tersedianya fasilitas peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan dan perawatan fasilitas
- Operator bekerja dengan tetap menjaga kebersihan mesin dan lingkungan kerja di sekitarnya.

9. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi kasus diatas sebagai berikut

1. Persiapan implementasi TPM dilakukan dengan :
 - Merumuskan perhitungan tingkat efektivitas dan penggunaan mesin yang sebelumnya belum ada, sebagai alat pengukur perbaikan tingkat efektivitas fasilitas.
 - Mengubah sistem perawatan mesin *Breakdown Maintenance* menjadi *Preventive Maintenance*. *Preventive Maintenance* diterapkan dengan melakukan perawatan secara terencana sesuai dengan jadwal perawatan yang sudah dibuat.
2. Program *autonomous maintenance* mulai dibangun dengan melakukan dokumentasi terhadap setiap kerusakan yang terjadi dan melakukan pemeriksaan rutin pada fasilitas

untuk mendeteksi terjadinya kerusakan. Semua kegiatan ini dilakukan oleh operator dengan bantuan form-form yang sudah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aven, Terje, 1996. *Reliability and Risk analysis*. London: Elsevier.
- Corden, Antony, 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Davis, R.K., 1995. *Productivity Improvement Through TPM*. London: Prentice Hall.
- Jardine, A.K.S., 1987. *Maintenance, Replacement and Reliability*. New York: Pitman Publishing.
- Knezevic, Jezdimir, 1993. *Reliability, Maintenance and Supportability: A Probabilistic Approach*. London: McGraw-Hill Book Company.
- Rao, Singiresu S., 1997. *Reliability Based Design*. London: Mc Graw-Hill Book Company.