

# OPTIMASI JADWAL PERAWATAN PENCEGAHAN PADA MESIN TENUN UNIT SATU DI PT KSM, YOGYAKARTA

Fransiskus Tatas Dwi Atmaji

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University  
franstatas@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi sistem perawatan dan menentukan interval waktu penggantian komponen mesin yang optimal berdasarkan biaya perawatan minimum untuk komponen-komponen kritis pada mesin tenun di PT KSM, Yogyakarta. Pengujian data dilakukan menggunakan distribusi Weibull dua parameter, Parameter tersebut adalah parameter  $\beta$  dan parameter  $\theta$ . Setelah diketahui kedua parameter tersebut, maka dapat ditentukan fungsi kepadatan kemungkinan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakan. Dengan metode *age replacement* akan didapatkan jadwal perawatan pencegahan berdasarkan waktu penggantian komponen yang optimum dengan biaya yang paling minimum.

**Kata kunci:** *Age replacement*, interval waktu penggantian, biaya perawatan

## I. PENDAHULUAN

Proses produksi yang berjalan dengan lancar dan baik merupakan suatu hal yang sangat diharapkan oleh seluruh perusahaan. Untuk menjaga agar proses produksi tersebut agar dapat selalu dalam kondisi baik, maka diperlukan metode pengendalian yang optimum atas proses produksi dan elemen-elemen yang ada di dalamnya [1]. Salah satu elemen tersebut adalah sistem perawatan mesin-mesin produksinya. Mesin-mesin produksi akan berjalan dengan lancar apabila didukung oleh sistem perawatan yang terorganisasi dengan baik.

Perawatan peralatan, fasilitas atau mesin-mesin produksi pada umumnya kurang memperoleh perhatian dari pimpinan produksi dari perusahaan terutama pada perusahaan dengan skala kecil dan menengah yang pada umumnya dikelola secara tradisional [2].

Permasalahan ini juga dialami oleh salah satu industri tekstil yaitu PT. KSM yang berlokasi di Yogyakarta. Selama ini perusahaan belum memberikan perhatian yang cukup baik terhadap sistem perawatan mesin-mesin produksinya. Jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen mesin, sistem pengantiannya dilakukan saat komponen mesin tersebut benar-benar rusak. Jika komponen mesin masih bisa dipakai, akan tetap dipertahankan sampai komponen tersebut rusak total tanpa memperhatikan dan mempertimbangkan pengaruh dari rusaknya komponen tersebut seperti *down time* yang lama akibat proses produksi berhenti.

Melihat kondisi seperti di atas, maka penelitian ini

bertujuan untuk menentukan jadwal perawatan yang optimum berdasarkan interval waktu penggantian yang optimal untuk komponen kritis dengan total biaya perawatan yang minimum.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Distribusi Weibull Dua Parameter

Pengujian data dilakukan dengan menggunakan distribusi Weibull dua parameter (parameter  $\theta$  dan parameter  $\beta$ ). Parameter skala  $\theta$  (*scale parameter*) yang menunjukkan umur karakteristik, parameter bentuk  $\beta$  (*shape parameter*), parameter  $T$  (*Time parameter*), dan parameter  $\gamma$  (*location parameter*) yang menentukan bentuk distribusinya.

$$f(T) = \frac{\beta}{\theta} \left( \frac{T-\gamma}{\theta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{T-\gamma}{\theta} \right)^\beta} \quad (1)$$

Uji distribusi Weibull digunakan untuk mengetahui jenis laju kerusakan komponen kritis pada mesin tenun PT KSM. Disibusi Weibull ini memiliki sifat yang fleksibel terhadap berbagai macam jenis kerusakan yang terjadi pada mesin-mesin sehingga dapat ditentukan fungsi kepadatan kemungkinan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakannya [3].

### B. MTTF

MTTF (*Mean Time to Failure*) adalah rata-rata dari selang waktu antar kerusakan komponen yang pertama dengan kerusakan selanjutnya dengan formulasi sebagai berikut:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n TTF}{n} \quad (2)$$

$$MTTF = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (3)$$

TTF = waktu antar kerusakan

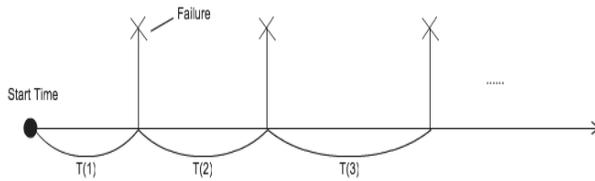
n = jumlah kerusakan

t = waktu proses kerusakan

$f(t) dt$  = fungsi kepadatan di waktu t

$R(t)$  = tingkat keandalan atau *reliability*

Jika digambarkan secara sederhana, selang waktu antar kerusakan komponen yang satu dengan berikutnya adalah selang dari titik T(1) ke T (2) dan seterusnya (Gambar 1).

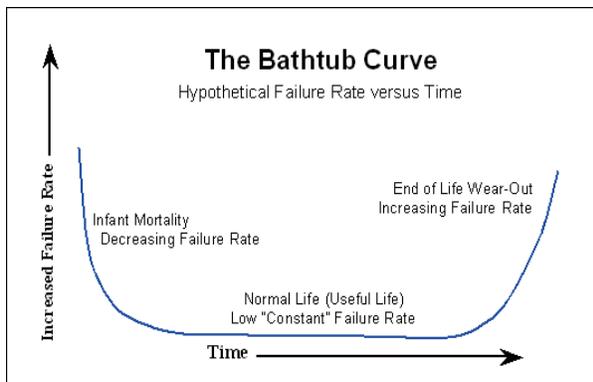


Gambar 1 Ilustrasi Mean Time To Failure

Rata-rata antar waktu kerusakan atau MTTF ini berguna dalam penentuan waktu penggantian komponen dalam sebuah mesin.

### C. Laju kerusakan komponen

Laju kerusakan komponen dalam sebuah mesin pada dasarnya sesuai dengan grafik *the bathtub curve* [4] dimana laju kerusakan akan menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Untuk itu diperlukan penentuan waktu penggantian yang tepat sebelum komponen tersebut rusak total dan tidak dapat berfungsi sama sekali.



Gambar 2 The Bathtub Curve [4]

Jika dilihat dari grafik Gambar 2, ada saat dimana laju kerusakan berada di titik terendah sebelum laju kerusakan tersebut naik kembali dan semakin parah. Pada saat titik terendah inilah penggantian komponen seharusnya dilakukan karena mencapai titik yang optimum.

### D. Metode Penggantian Pencegahan Berdasarkan Umur (*Age Replacement*)

Dalam metode ini interval waktu dimana perawatan pencegahan terjadi bergantung pada umur dari perawatan. Jika terjadi kerusakan (*failure*), maka dilakukan perbaikan dan waktu penggantian pencegahan berikutnya akan ditetapkan kembali sesuai dengan interval yang telah ditentukan. Tujuan yang ingin dicapai adalah mencari interval perawatan ( $t_p$ ) optimal yang meminimasi total biaya perawatan/unit waktu  $C(t_p)$ .

$$C(t_p) = \frac{\text{Total ekspektasi biaya/siklus}}{\text{Total ekspektasi panjang siklus}} \quad (4)$$

$$C(t_p) = \frac{C_p R(t_p) + C_f [1 - R(t_p)]}{(t_p + T_p) R(t_p) + T_f [1 - R(t_p)] + \int_0^{t_p} t f(t) dt} \quad (5)$$

$C_p$  = biaya yang dikeluarkan untuk siklus penggantian pencegahan

$C_f$  = biaya yang dikeluarkan untuk siklus penggantian perbaikan

$R(t_p)$  = fungsi reliabilitas pada saat  $t_p$

$f(t)$  = fungsi padat probabilitas kerusakan

$T_p$  = waktu yang diperlukan untuk melakukan penggantian pencegahan

$T_f$  = waktu yang diperlukan untuk melakukan penggantian pencegahan

$t_p$  = interval perawatan berdasarkan umur

## III. DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data waktu antar kerusakan komponen-komponen kritis mesin tenun yang ada di PT KSM, Yogyakarta. Komponen tersebut adalah teropong coklat, *picking stick*, *picker*, dan *span ram*. Dari data tersebut memberikan keterangan berupa nomor mesin, jenis kerusakan, penggantian komponen, dan tanggal terjadinya kerusakan. Dari data tersebut akan dihitung waktu antar kerusakan setiap jenis komponen.

### A. Data kerusakan komponen (Tabel I)

TABEL I  
CONTOH DATA KERUSAKAN KOMPONEN *PICKER*  
MESIN TENUN TAHUN X

No	Tanggal kerusakan
1	1 Februari
2	19 April
3	3 Juni
4	31 Juli
5	7 September
6	26 November
7	8 Januari
8	12 Maret
9	25 April
10	24 Juni
11	3 Agustus
12	14 Oktober
13	17 Desember

(Sumber: PT KSM, Yogyakarta)

B. Data rata-rata total *downtime*

TABEL II  
DATA RATA-RATA TOTAL *DOWNTIME*

No	Nama komponen	Total <i>downtime</i> (jam)
1	Teropong Coklat	4,5
2	<i>Picking Stick</i>	2,5
3	A5	1
4	<i>Span Ram</i>	3
5	B12 x 55CB	1
6	<i>Picker</i>	1

(Sumber: PT KSM, Yogyakarta)

Tabel II menunjukkan rata-rata total waktu *downtime* yang terjadi untuk masing-masing penggantian komponen.

C. Data biaya pembelian/unit komponen (Tabel III)

TABEL III  
BIAYA PEMBELIAN/UNIT KOMPONEN

No	Nama komponen	Biaya/unit komponen (Rupiah)
1	Teropong Coklat	25.000
2	<i>Picking Stick</i>	12.500
3	A5	6.000
4	<i>Span Ram</i>	12.000
5	B12 x 55CB	2.350
6	<i>Picker</i>	5.650

(Sumber: PT KSM, Yogyakarta)

D. Data-data pendukung

Untuk perhitungan biaya, selain data kerusakan komponen dan data rata-rata total *downtime* juga diperlukan data-data pendukung lainnya seperti data kecepatan mesin, harga jual, dan biaya tenaga kerja (Tabel IV).

TABEL IV  
DATA-DATA PENDUKUNG

No	Data	Satuan
1	Kecepatan mesin tenun	4,19 m/jam
2	Harga jual kain tenun	Rp 3.750/meter
3	Biaya tenaga kerja	Rp 1.600/jam

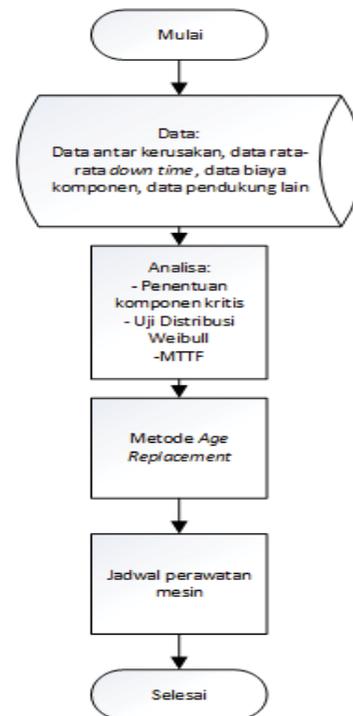
(Sumber: PT KSM, Yogyakarta)

E. Metodologi penelitian

Model penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

IV. ANALISA DATA DAN HASIL

Kondisi nyata di lapangan menunjukkan bahwa pola perawatan mesin tenun di unit 1 PT KSM masih berdasarkan pengalaman para teknisi dan proses perawatannya juga lebih mengarah ke tindakan perbaikan saat mesin sudah rusak sehingga mengakibatkan perbaikan yang lebih lama dan dapat mengakibatkan terganggunya proses produksi kain tenun. Beberapa langkah analisa dianalisis dibawah ini.



Gambar 3 Metodologi Penelitian

A. *Mean Time To Failure (MTTF)*

Berdasarkan tingkat kekritisan untuk beberapa komponen kritis yang ada pada mesin tenun, maka setelah dianalisa dengan metode ABC bagian mesin tenun yang tergolong kritis adalah teropong coklat, *picking stick*, *picker*, dan *span ram*. Keempat komponen tadi dikatakan kritis karena mempunyai bobot presentasi tertinggi bila dibandingkan dengan komponen yang lain baik dari segi tingkat kerusakan, biaya perawatan/tahun, frekuensi kerusakan, maupun waktu perawatan.

Setelah terpilih komponen kritisnya, maka dilakukan uji distribusi untuk menentukan waktu antar kerusakan. Dari uji distribusi yang dilakukan, keempat komponen kritis di atas terdistribusi Weibull sehingga bisa dilakukan perhitungan estimasi parameter untuk mencari parameter parameter  $\theta$  dan parameter  $\beta$  (Tabel V).

TABEL V  
REKAPITULASI PARAMETER  $\theta$  DAN PARAMETER  $\beta$ .

Nama parameter	Jenis Kerusakan			
	Teropong Coklat	<i>Picking Stick</i>	<i>Picker</i>	<i>Span Ram</i>
Parameter $\beta$	16,39	5,30	4,64	5,25
Parameter $\theta$	4029,91	5365,48	1369,88	1692,44

Setelah diketahui nilai parameter  $\theta$  dan parameter  $\beta$  untuk masing-masing kerusakan pada mesin tenun, maka dapat ditentukan parameter atau nilai MTTF (*Mean Time to Failure*).

TABEL VI  
REKAPITULASI PERHITUNGAN MTTF

Nama komponen	Jenis Kerusakan			
	Teropong Coklat	Picking Stick	Picker	Span Ram
MTTF (jam)	3.903,93	4.956,22	1.254,23	1.558,55

Tabel VI menunjukkan rata-rata selang waktu kerusakan (MTTF) yang terjadi pada komponen kritis mesin tenun, misalnya MTTF untuk kerusakan komponen teropong coklat adalah 3.903, 93 jam. Ini berarti bahwa rata-rata selang waktu kerusakan untuk komponen teropong coklat dengan kerusakan berikutnya adalah sekitar 3.903,93 jam.

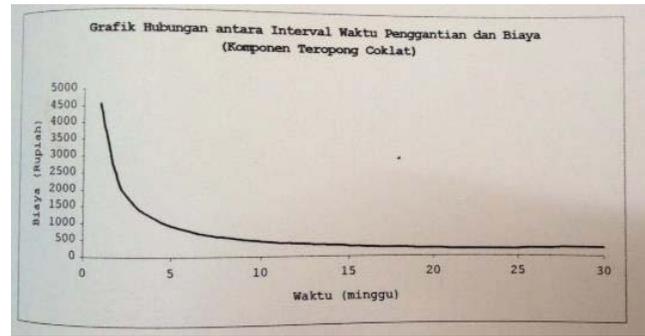
B. Penentuan interval waktu penggantian pencegahan berdasarkan umur (*Age replacement*)

Untuk perhitungan waktu penggantian pencegahan, interval yang digunakan adalah interval waktu/minggu. Hal ini dikarenakan kegiatan perawatan diasumsikan dilakukan pada hari Minggu agar tidak mengganggu kegiatan produksi di hari-hari reguler. Perhitungan waktu dan biaya dilakukan untuk siklus penggantian perbaikan ( $C_f$ ) dan siklus penggantian pencegahan ( $C_p$ ).

TABEL VII  
CONTOH TABEL PERHITUNGAN  $C(t_p)$  DENGAN METODE *AGE REPLACEMENT* UNTUK KERUSAKAN KOMPONEN TEROPONG COKLAT

Minggu	Jam	$C_p$ (Rp)	$C_f$ (Rp)	R(t)	F(t)	Integral	$C(t_p)$ (Rp)
1	154	71509	101963	1,00	0,00	0,00	4554,71
4	616	71509	101963	1,00	0,00	0,00	1155,23
8	1232	71509	101963	1,00	0,00	0,00	579,02
12	1848	71509	101963	0,99	0,00	0,00	386,32
16	2464	71509	101963	0,99	0,00	0,73	289,90
20	3080	71509	101963	0,98	0,01	35,32	233,31
23	3542	71509	101963	0,88	0,11	379,94	212,93
27	4158	71509	101963	0,40	0,59	3104,00	247,76

Dengan melihat contoh perhitungan pada Tabel VII di atas dapat dilihat bahwa total biaya perawatan/unit waktu yang paling minimum terjadi pada minggu ke-23 dengan biaya sebesar Rp212,93/jam karena setelah minggu ke-23 biaya perawatannya akan mulai naik kembali. Jadi untuk komponen teropong coklat, interval waktu penggantian yang paling optimum dengan menggunakan metode *Age Replacement* adalah pada selang waktu minggu ke-23. Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara waktu penggantian dan biaya.



Gambar 4 Grafik Hubungan Interval Waktu Penggantian Dan Biaya Untuk Komponen Teropong Coklat.

Pengujian dan analisa data dilakukan untuk semua komponen kritis dilakukan proses yang sama seperti contoh untuk komponen teropong coklat. Tabel VIII menjelaskan tentang rekapitulasi biaya perawatan yang optimum untuk komponen kritis dalam rupiah.

TABEL VIII  
REKAPITULASI BIAYA PERAWATAN OPTIMUM

Komponen	Jenis Kerusakan				Total biaya
	Teropong Coklat	Picking Stick	Picker	Span Ram	
Biaya	Rp.212,93	Rp.85,55	Rp 192.08	Rp 330,55	Rp 821,12

Sedangkan Tabel IX menjelaskan tentang rekapitulasi jadwal perawatan yang optimum untuk komponen kritis dalam satuan minggu.

TABEL IX  
REKAPITULASI JADWAL PERAWATAN YANG OPTIMUM

Komponen	Jenis Kerusakan			
	Teropong Coklat	Picking Stick	Picker	Span Ram
Minggu ke	23	27	6	9

V. KESIMPULAN

Perawatan mesin-mesin produksi dalam sebuah industri mutlak diperlukan untuk menjaga kelangsungan proses produksinya. Dengan melakukan penggantian komponen mesin pada saat yang optimum, dalam hal ini penggantian di saat yang tepat dengan biaya yang paling minimum, akan berpengaruh terhadap total biaya perawatan pada bagian *Maintenance* suatu perusahaan.

Dari hasil analisa data pada penelitian ini, didapatkan jadwal perawatan pencegahan untuk komponen kritis pada mesin tenun di PT KSM, Yogyakarta berdasarkan interval waktu penggantian yang optimum dengan total biaya perawatan yang minimum seperti yang tercantum di Tabel VIII dan Tabel IX. Penggantian komponen kritis yang dilakukan pada saat optimum dimana sebelum komponen tersebut rusak total dan di saat penggantian mencapai kondisi biaya paling minimum tentunya akan menghemat total biaya perawatan

mesin tenun di PTKSM, Yogyakarta dan berpengaruh terhadap meningkatnya tingkat ketersediaan atau *availability* mesin tersebut untuk melakukan proses produksinya. Hasil analisa ini dapat dijadikan acuan bagi pihak perusahaan khususnya di bagian *maintenance* untuk mengevaluasi kondisi sistem perawatan yang ada saat ini agar lebih mengutamakan kegiatan perawatan pencegahan sebelum mesin tenun tersebut mengalami rusak total.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahsyari, Agus. 1987. *Manajemen Produksi: Pengendalian Produksi*, Edisi 4, BPFE, Yogyakarta.
- [2] Assauri, S. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: BPFE UI.
- [3] Dennis J, Wilkins. 2002. *The Bathtub Curve and Product Failure Behavior*, Reliasoft Inc, United States of America.
- [4] Ebelling, C.E. 1997. *An introduction to reliability and maintainability engineering*, Mc, Graw-Hill, New York.