

PENETAPAN JADWAL PERAWATAN MESIN *SPEED MASTER CD* DI PT. DHARMA ANUGERAH INDAH (DAI)

Julius Mulyono¹⁾, Dini Endah Setyo Rahaju¹⁾, Yulius Saolo Siagian²⁾
E-mail: saolo_54010@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT. Dharma Anugerah Indah merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan kemasan. Sistem penjadwalan perawatan mesin sangatlah penting bagi perusahaan untuk menekan biaya yang harus dikeluarkan. Penjadwalan perawatan akan dilakukan pada plate, blanket dan lampu pemanas UV yang merupakan komponen dari mesin speed master cd di departemen Offset Printing.

Dari data komponen kritis, kemudian dilakukan fitting distribusi untuk mengetahui distribusi yang paling cocok beserta parameternya. Melalui parameter-parameter distribusi dapat dilakukan penghitungan Mean Time To Failure (MTTF), kemudian dilakukan analisis kuantitatif untuk menentukan interval perawatan yang paling ekonomis berdasar metode $C(tp)$. Model perawatan yang digunakan akan memperhitungkan komponen-komponen biaya yang meliputi biaya tenaga kerja, biaya kehilangan produksi dan harga komponen. Model ini bertujuan untuk menentukan interval waktu perawatan dengan mengoptimalkan biaya. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa interval perawatan plate, blanket dan lampu pemanas UV yang paling ekonomis pada mesin 1 berturut-turut adalah 183 jam, 432 jam dan 906 jam. Sedangkan interval perawatan pada mesin 2 berturut-turut adalah 185 jam, 421 jam dan 741 jam.

Kata kunci: penjadwalan, perawatan, *fitting distribution*, *MTTF*, metode $C(tp)$

PENDAHULUAN

PT. Dharma Anugerah Indah merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan. Untuk bersaing dengan perusahaan yang lain PT. Dharma Anugerah Indah berupaya untuk mencapai target produksi. Pencapaian target produksi sangat ditentukan oleh kelancaran proses produksi. Untuk menunjang kelancaran proses produksi diperlukan adanya sistem perawatan mesin yang teratur agar mesin dapat selalu beroperasi dengan baik.

Perawatan dilakukan untuk mencegah kegagalan sistem maupun untuk mengembalikan fungsi sistem jika kegagalan telah terjadi. Jadi tujuan utama dari perawatan adalah untuk menjaga keandalan (reliabilitas) mesin agar mesin dapat selalu berjalan dengan normal dan menjaga kelancaran proses produksi/operasi. *Reliabilitas* mesin produksi yang tinggi dapat membantu kelancaran produksi dalam suatu perusahaan serta meminimasi jumlah kecacatan produk. Aktifitas produksi sering mengalami hambatan dikarenakan tidak berfungsinya mesin-mesin produksi yang merupakan komponen utama dalam industri manufaktur. Keandalan dari suatu sistem dapat didefinisikan sebagai probabilitas mesin dapat berfungsi dengan baik setelah beroperasi dalam jangka waktu dan kondisi tertentu^[1]. Kegagalan mesin dalam beroperasi mengakibatkan *downtime* yang

ujung-ujungnya menurunkan produktifitas perusahaan. Oleh karenanya diperlukan sebuah sistem perencanaan pemeliharaan agar menghasilkan ketersediaan (*availability*) mesin yang optimal^[2].

Kegiatan perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga dan mempertahankan kelangsungan operasional dan kinerja sistem agar berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Ketika suatu sistem mengalami kerusakan, maka sistem tersebut memerlukan perawatan perbaikan^[3]. Perawatan perbaikan ini menyebabkan biaya *downtime* yang mahal dan resiko yang tinggi jika sistem tersebut adalah sistem yang besar dengan unit-unit yang mahal harganya. Jika melakukan perawatan sebelum terjadinya kerusakan atau perawatan pencegahan, maka biaya yang dihasilkan akan lebih kecil daripada biaya perawatan perbaikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Fungsi Waktu Kerusakan (*Failure Function*)

Fungsi waktu kerusakan (*failure function*) adalah probabilitas suatu kegagalan yang terjadi antara waktu t_x dan t_y . Dalam mengevaluasi keandalan suatu sistem, variabel random yang dipakai umumnya adalah waktu. Pada saat $t = 0$ komponen atau sistem berada dalam kondisi akan beroperasi, sehingga probabilitas komponen atau sistem itu untuk mengalami kegagalan pada saat $t = 0$ adalah 0.

¹⁾ Staf pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Pada saat $t \rightarrow \infty$ probabilitas untuk mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang dioperasikan akan cenderung mendekati 1.

Fungsi Keandalan (Reliability Function)

Keandalan berarti probabilitas suatu sistem dapat berfungsi baik setelah beroperasi dalam jangka waktu dan kondisi tertentu. Suatu alat atau komponen dikatakan andal jika alat tersebut dapat berfungsi dengan baik, sehingga dapat dinyatakan sebagai $R(t)$, di mana $0 \leq R(t) \leq 1$ ^[4]. $R(t)$ dinyatakan dengan persamaan (1) berikut.

$$R(t) = P(\tau > t) = \int_t^\infty f(\tau) d\tau = 1 - F(t) \quad (1)$$

dengan:

$F(t)$ = fungsi distribusi kumulatif dari $f(t)$
 $F(t)$ dinyatakan dengan persamaan (2) berikut.

$$F(t) = P(\tau \leq t) = \int_{-\infty}^t f(\tau) d\tau \quad (2)$$

Mean Time to Failure (MTTF)

Mean time adalah rata-rata waktu ekspektasi terjadinya kerusakan dari unit-unit identik yang beroperasi pada kondisi normal. *MTTF* seringkali digunakan untuk menyatakan nilai ekspektasi $E(t)$, dan dapat dinyatakan dengan persamaan (3) berikut.

$$MTTF = E(T) = \int_0^\infty t f_T(t) dt ; t \geq 0 \quad (3)$$

dengan:

T = life time (time to failure)

Berdasarkan persamaan (3) *MMTF* dapat dinyatakan dengan persamaan (4) berikut. $F_T(t)$ dinyatakan dengan persamaan (5).

$$MTTF = \int_0^\infty t dF_T(t) \quad (4)$$

$$F_T(t) = CDF = P(T \leq t) = 1 - P(T > t) \quad (5)$$

$$F_T(t) = 1 - R(t)$$

Pemilihan Model Penggantian Pencegahan

Model penggantian komponen yang akan digunakan adalah dengan melakukan penggantian komponen pada selang waktu tp dengan mempertimbangkan probabilitas terjadinya penggantian komponen akibat kerusakan (*failure replacement*) di dalam selang waktu tp tersebut.

Sedangkan ekspektasi total biaya dalam interval $[0, tp]$ adalah biaya *preventive*

replacement ditambah ekspektasi biaya *failure replacement*, dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$C(tp) = \frac{C_p + C_f \cdot H(tp)}{t} \quad (6)$$

dengan:

- C = ekspektasi biaya per unit per satuan Waktu
- C_p = biaya-biaya yang dibutuhkan untuk satu kali penggantian pencegahan (*preventive replacement*)
- C_f = biaya-biaya yang dibutuhkan untuk satu kali penggantian kerusakan (*failure replacement*)
- $H(tp)$ = ekspektasi laju kerusakan selama interval tp (*Cummulative Hazard function* selama tp)

$H(tp)$ dalam persamaan (6) dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$H(tp) = \int_0^{tp} \lambda(tp) dt \quad (7)$$

dengan:

- $\lambda(tp)$ = laju kerusakan pada saat tp
- tp = interval *preventive replacement*

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah dalam diagram alir sebagaimana disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Penjelasan dari setiap tahapan dalam diagram alir metode penelitian sebagai berikut.

- a. Pada tahap studi literatur dilakukan pengumpulan informasi baik dari jurnal maupun dari buku yang diperlukan untuk menunjang penyelesaian masalah yang berkaitan dengan perawatan dan penjadwalan pergantian komponen mesin;
- b. Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan data yang terkait dalam pembahasan untuk penelitian ini. Data yang dipakai adalah data kerusakan komponen mesin *Speed Master CD*, data waktu penggantian komponen mesin *Speed Master CD*, serta data lain yang berhubungan dengan penelitian ini, data jam-jam operasi mesin *Speed Master CD*, dan data biaya yang dibutuhkan dalam penggantian komponen-komponen mesin *Speed Master CD*;
- c. Pemilihan komponen kritis untuk tiap mesin dilakukan untuk memilih komponen yang mempunyai kerusakan yang paling merugikan dengan menggunakan analisis *pareto*. Dari hasil analisis *pareto*, maka dapat diketahui komponen-komponen kritis pada mesin *Speed Master CD*;
- d. Penetapan distribusi waktu antar kerusakan dilakukan penetapan;
- e. Penetapan distribusi dari waktu antar kerusakan untuk setiap komponen kritis pada mesin *Speed Master CD* dengan menggunakan *software MINITAB 14*^[5]. Dari *output MINITAB 14* dapat diketahui parameter-parameter beserta distribusi yang

- paling cocok untuk mewakili waktu antar kerusakan untuk tiap komponen;
- f. Penghitungan *MTTF* dan *MTBF* di mana *MTTF* digunakan untuk menyatakan rata-rata usia pemakaian komponen sampai komponen tersebut mengalami kerusakan (memasuki usia keausan) atau nilai harapan (ekspektasi) lama sebuah komponen dapat digunakan sampai mengalami kerusakan, sedangkan *MTBF* adalah untuk komponen yang bisa diperbaiki (*repairable*). Hasil penghitungan *MTTF* untuk setiap jenis komponen didapat dengan menggunakan program *MINITAB 14*.
- g. Penghitungan penjadwalan perawatan yang paling ekonomis untuk tiap komponen kritis mesin *Speed Master CD*. Dari hasil penghitungan didapatkan jadwal yang paling tepat untuk melakukan *preventive maintenance*;
- h. Pada bagian kesimpulan dan saran akan diusulkan suatu jadwal perawatan mesin *Speed Master CD* yang merupakan hasil dari penelitian. Saran juga diberikan bagi peneliti selanjutnya guna menyempurnakan penelitian serupa di masa mendatang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Biaya yang Timbul Karena Kerusakan

Hasil perhitungan untuk biaya yang timbul karena kerusakan tiap komponen disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perhitungan Biaya Satu Kali Perbaikan Kerusakan

No	Nama Komponen	Downtime Jam	Kapasitas Lbr/jam	Profit Rp/lbr	Harga Komponen	Jumlah Komponen	Biaya Pekerja	Total Biaya, Rp
1	<i>Plate</i>	1,67	5.000	114	75.000	1	70.140	1.097.040
2	<i>Blanket</i>	1,167	5.000	114	700.000	1	49.014	1.414.204
3	Lumpu Pemanas <i>UV</i>	2,5	5.000	114	700.000	3	105.000	3.630.000

Contoh perhitungan dari tabel 1 dapat dilihat sebagai berikut :

1. Biaya akibat kerusakan komponen *Plate* (*opportunity cost*)

Biaya yang timbul karena adanya (*downtime*) yang mengakibatkan perusahaan kehilangan kapasitas produksinya

$$\begin{aligned}
 &= \text{downtime (jam)} \times \text{kapasitas mesin Speed Mester CD (pelat/jam)} \times \text{profit (Rp/pelat)} \\
 &= 1,67 \text{ jam} \times 5000 \text{ lbr/jam} \times \text{Rp } 114,-/\text{lbr} \\
 &= \text{Rp } 951.900,-
 \end{aligned}$$

2. Biaya komponen
Biaya yang dikeluarkan untuk mengganti komponen yang rusak.

Harga *Plate* = Rp 75.000,-
 C_f = biaya akibat kerusakan mesin *Speed Master CD* + biaya komponen + (biaya pekerja/jam x *downtime*)
 = Rp 951.900 + Rp 75.000 + Rp 70.140
 = Rp 1.097.040,-

Perhitungan Biaya Perawatan Pencegahan Kerusakan

Hasil perhitungan total biaya untuk satu kali perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya 1 Kali Perawatan Pencegahan

No	Nama Komponen	<i>Downtime</i>	Kapasitas lbr / jam	Profit Rp/lbr	Harga Komponen, Rp	Jumlah Komponen	Biaya Operator	Total Biaya, Rp
1	<i>Plate</i>	1,167	5000	114	75.000	1	49.014	789.204
2	<i>Blanket</i>	0,67	5000	114	700.000	1	28.140	1.110.040

Contoh perhitungan data dalam Tabel 2 dijelaskan sebagai berikut:

- Biaya untuk satu kali perbaikan pencegahan untuk komponen *Plate*
 Komponen-komponen biaya yang diperlukan untuk menghitung biaya perawatan adalah
 = waktu perbaikan pencegahan (*Tp*) (jam) x kapasitas mesin *Speed Mester CD* (lbr/jam) x profit (Rp/lbr)

= 1,167 jam x 5000 lbr/jam x Rp 114,-/lbr
 = Rp 665.190,-

- Biaya komponen
 Harga *Plate* = Rp 75.000,-
 C_p = biaya akibat mesin berhenti + biaya komponen + (biaya pekerja/jam x *downtime*)
 = Rp 665.190 + Rp 75.000 + Rp 49.014
 = Rp 789.204,-

Tabel 3. Biaya 1 Kali Perawatan Pencegahan Pada Hari Libur

No	Nama Komponen	<i>Downtime</i>	Lembur Operator (jam)	Harga Komponen, Rp	Jumlah Komponen	Biaya Operator	Total Biaya, Rp
1	Lumpu Pemanas <i>UV</i>	2,25	16	700.000	3	344.000	2.444.000

Untuk perawatan komponen Lampu pemanas *UV* dapat dilakukan pada hari libur. Perhitungan biaya perawatan pencegahan disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Contoh perhitungan data dalam Tabel 3 dijelaskan sebagai berikut :

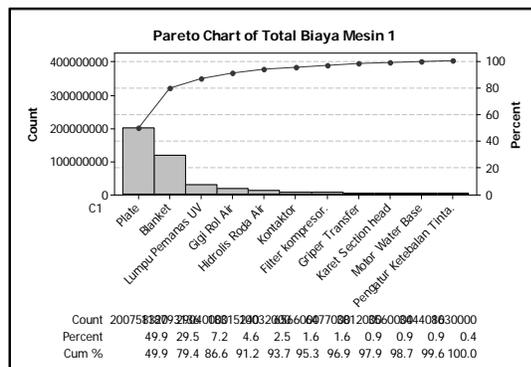
Biaya untuk satu kali perbaikan pencegahan untuk komponen *filter kompresor (Cp)*
 Harga *filter kompresor* = Rp 700.000,-
 C_p = biaya komponen + (upah lembur pekerja/jam x 8 jam x 2)
 = 3xRp.700.000 + Rp 344.000
 = Rp 2.444.000,-

Pemilihan Komponen Kritis

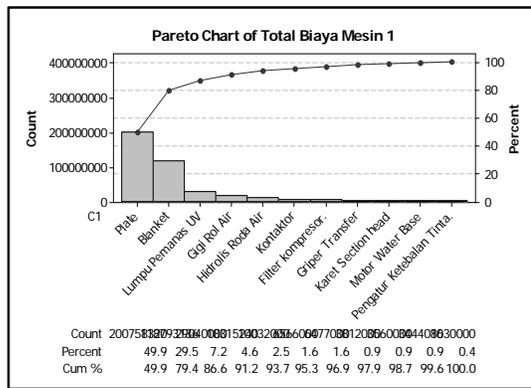
Pemilihan komponen kritis dilakukan berdasarkan total biaya yang ditimbulkan akibat kerusakan komponen. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan jenis kerusakan apa saja yang layak untuk diprioritaskan dalam perbaikan mesin potong dan untuk menyusun jadwal perawatan.

Pareto Chart

Pareto chart total biaya (C_f) untuk mesin 1 dan 2 sebagaimana disajikan pada Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa jumlah biaya tertinggi yang menjadi kriteria pemilihan komponen kritis yaitu komponen *Plate, Blanket* dan lampu Pemanas *UV*.



Gambar 2. Pareto Chart Total Biaya (C_f) Mesin 1



Gambar 3. Pareto Chart Total Biaya (Cf) Mesin 2

Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis

Data waktu antar kerusakan didapat dari penghitungan jam ke-berapa saat komponen rusak sampai pada jam ke-berapa di mana komponen itu rusak kembali, pengumpulan data waktu antar kerusakan didapatkan dari perhitungan jam kerja mesin per hari berdasarkan dari formulir kerja, data waktu antar kerusakan komponen kritis sebagaimana disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Menentukan Distribusi Data

Pada Tabel 6 dibawah ini disajikan bentuk distribusi serta parameter-parameter keandalan yang diakibatkan oleh karena selang waktu antar kerusakan komponen kritis. Semua hasil parameter ini akan digunakan dalam analisis kuantitatif.

Tabel 4. Data Waktu Antar Kerusakan Mesin 1

Plate Bagian 4				Blanket Bagian 3		Lampu Pemanas UV	
No	Jam	No	Jam	No	Jam	No	Jam
1	189	20	316	1	527	1	1351
2	198	21	240	2	491	2	1594
3	266	22	278	3	573	3	1173
4	206	23	265	4	604	4	1401
5	294	24	220	5	436	5	1521
6	196	25	217	6	489	6	942
7	221	26	263	7	546	7	1036
8	268	27	300	8	662	8	698
9	302	28	206	9	403		
10	261	29	282	10	396		
11	200	30	219	11	581		
12	260	31	224	12	549		
13	284	32	219	13	603		
14	236	33	242	14	525		
15	301	34	239	15	629		
16	182	35	241	16	564		
17	144	36	166	17	466		
18	160	37	261				
19	240						

Tabel 5. Data Waktu Kerusakan Komponen Mesin 2

<i>Plate</i> Bagian 2				<i>Blanket</i> Bagian 3		Lampu Pemanas <i>UV</i>	
No	Jam	No	Jam	No	Jam	No	Jam
1	233	19	301	1	543	1	973
2	143	20	236	2	446	2	1062
3	165	21	205	3	466	3	794
4	276	22	306	4	624	4	1254
5	234	23	289	5	447	5	948
6	162	24	228	6	525	6	717
7	302	25	300	7	572	7	867
8	225	26	220	8	484	8	891
9	239	27	200	9	687	9	1159
10	162	28	237	10	464	10	988
11	242	29	301	11	450		
12	298	30	241	12	538		
13	282	31	202	13	415		
14	242	32	279	14	528		
15	241	33	278	15	562		
16	262	34	221	16	451		
17	220	35	279	17	596		
18	199	36	239	18	452		

Tabel 6. Penetapan Bentuk Distribusi Tiap Komponen

	Nama Komponen	Jenis Distribusi	Parameter
Mesin 1	<i>Plate</i>	Normal	(238 , 42,77460) (<i>mu,sigma</i>)
	<i>Blanket</i>	Weibull	(8.37243; 563,94997) (<i>beta,alpha</i>)
	Lampu Pemanas <i>UV</i>	Normal	(1214,5; 308,45004) (<i>mu,sigma</i>)
Mesin 2	<i>Plate</i>	Normal	(241,36111; 44,00464) (<i>mu,sigma</i>)
	<i>Blanket</i>	3-parameter Weibull	(1,39841; 112,32481; 411,20506) (<i>beta,alpha,threshold</i>)
	Lampu Pemanas <i>UV</i>	Log-normal	(6,85973; 0,16828) (<i>mean,sigma</i>)

Tabel 7. *MTTF* Untuk Tiap Komponen Kritis

	Nama Komponen	<i>MTTF</i> (jam ke-)
Mesin 1	<i>Plate</i>	238
	<i>Blanket</i>	532,256
	Lampu pemanas <i>UV</i>	1214,5
Mesin 2	<i>Plate</i>	241,361
	<i>Blanket</i>	513,599
	Lampu pemanas <i>UV</i>	965,332

Perhitungan *MTTF*

MTTF adalah kerusakan yang bersifat *unrepairable*. Nilai *MTTF* untuk tiap komponen kritis disajikan pada Tabel 7 di atas. Berikut adalah hasil perhitungan *MTTF* yang diselesaikan menggunakan *software MINITAB 14*.

Analisis Data**Penentuan Interval Penggantian**

Dari perhitungan *MTTF* yang telah dilakukan sebelumnya diketahui rata-rata waktu kerusakan setiap komponen kritis dari mesin *Speed Master CD*. Dari interval penggantian yang tepat dapat dicari biaya rata-rata yang diperlukan selama selang waktu interval tersebut.

Perhitungan $C(tp)$ Plate secara manual dengan menggunakan *software Mathcad* sebagaimana disajikan pada Tabel 8 yang berdistribusi normal dengan parameter $\mu=238$, $\sigma = 42,77460$ dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$tp = 183$$

$$H(tp) = \int_0^{tp} \lambda(t) dt$$

$$H(183) = \int_0^{183} \frac{1}{42,7746\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t-238)^2}{2 \times 42,7746^2}\right] dt = 0,1045$$

Sehingga $C(tp)$ dapat dihitung sebagai berikut:

$$C(tp) = \frac{C_p + (C_f \times H(tp))}{tp}$$

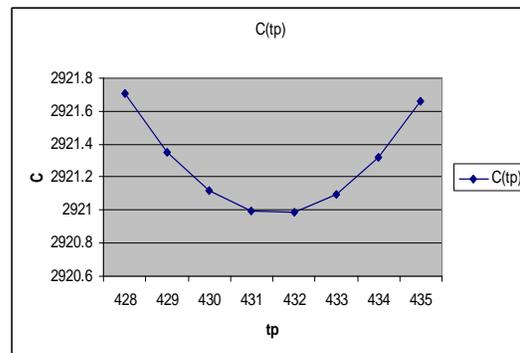
$$C(183) = \frac{C_p + (C_f \times H(183))}{183}$$

$$= \text{Rp } 4939,2383$$

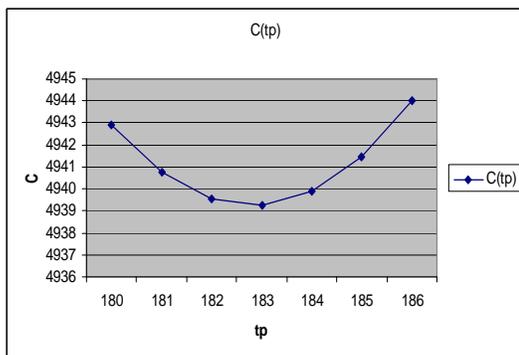
Tabel 8. Perhitungan $C(tp)$ Plate

Distribusi Normal				
$\mu = 238, \sigma = 42,77460, MTTF = 238$				
tp (jam)	C_p (Rp)	C_f (Rp)	$H(tp)$	$UEC(tp)$ (Rp)
181	789204	1097040	0,0958	4940,7714
182	789204	1097040	0,1001	4939,5393
183	789204	1097040	0,1045	4939,2383
184	789204	1097040	0,1091	4939,8749
185	789204	1097040	0,1139	4941,4555

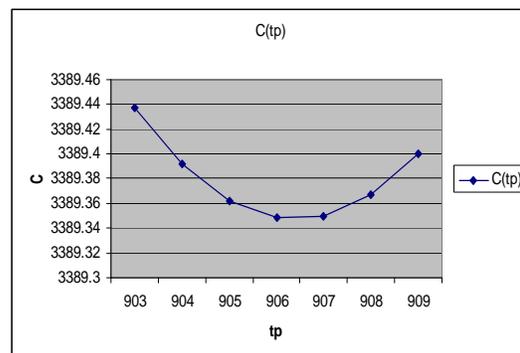
Nilai tp terendah didapatkan dari memasukkan sejumlah nilai tp dan akan ke luar nilai $C(tp)$ -nya. Dari Tabel 8 terlihat bahwa biaya akan menurun seiring bertambahnya waktu ke t , kemudian pada t ke- n biaya akan mengalami kenaikan lagi. Nilai minimum yang terjadi adalah pada saat $tp = 183$ dengan $C(tp)$ sebesar Rp. 4939,2383. Hubungan antara tp terhadap biaya C untuk tiap-tiap komponen dari kedua mesin disajikan pada Gambar 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 sebagai berikut.



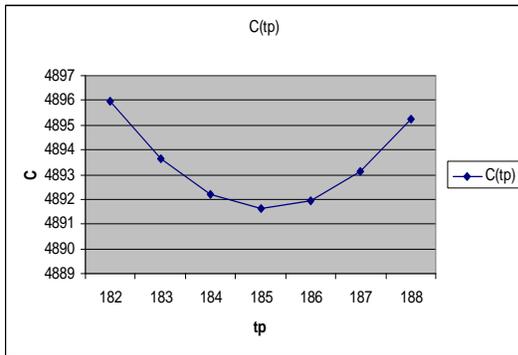
Gambar 5. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen *Blanket* Mesin 1



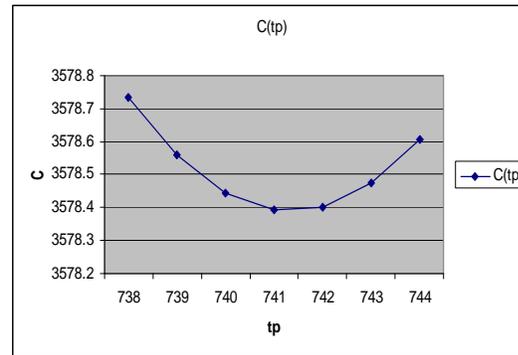
Gambar 4. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen *Plate* Mesin 1



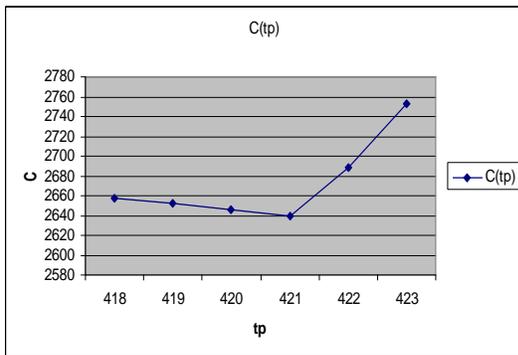
Gambar 6. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen *Lampu Pemas UV* Mesin 1



Gambar 7. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen *Plate* Mesin 2



Gambar 9. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen Lampu Pemanas UV Mesin 1



Gambar 8. Hubungan Antara tp Terhadap Biaya C Komponen *Blanket* Mesin 2

Rekapitulasi $C(tp)$

Rekapitulasi hasil perhitungan $C(tp)$ untuk mesin 1 dan 2 disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan $C(tp)$ Untuk Mesin 1 dan 2

Komponen	Mesin 1			Mesin 2		
	<i>Plate</i>	<i>Blanket</i>	Lampu Pemanas UV	<i>Plate</i>	<i>Blanket</i>	Lampu Pemanas UV
Interval perawatan	183	432	906	185	421	741
$C(tp)$	4939,2383	2920,9861	3389,3482	4891,6229	2639,0499	3578,3931
$R(t), \%$	90,37	89,76	85,17	90,29	96,75	94,25

Perbandingan Biaya (C_f) - $C(tp)$

Pada bagian ini akan dihitung biaya yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan komponen kritis (C_f) dengan biaya yang ditimbulkan karena adanya pergantian atau perbaikan komponen (C_p) dengan interval tp melalui metode $C(tp)$. Perhitungan didasarkan pada data kerusakan komponen kritis.

Sedangkan untuk perhitungan total biaya akibat adanya penggantian komponen dapat dilakukan pada interval yang tetap dan paling ekonomis yaitu pada interval tp yang telah didapat pada perhitungan di atas. Total biaya $C(tp)$ mesin 1 dan 2 disajikan pada Tabel 10 dan 11 sebagai berikut.

Tabel 10. Total Biaya $C(tp)$ Mesin 1

Komponen	Tp (jam)	$C(tp)$	Jumlah Perbaikan	Total Biaya (Rp)
Plate	183	789.204	47	37.092.588.00
Blanket	432	1.110.040	20	22.200.800.00
Lampu Pemanas UV	906	2.444.000	10	24.440.000.00

Tabel 11. Total Biaya $C(tp)$ Mesin 2

Komponen	$tp(\text{Jam})$	$C(tp)$	Jumlah Perbaikan	Total Biaya (Rp)
Plate	185	789.204	47	37.092.588.00
Blanket	421	1.110.040	20	22.200.800.00
Lampu Pemanas <i>UV</i>	741	2.444.000	12	29.328.000.00

Dengan melakukan perhitungan $C(tp)$ di atas, PT. Dharma Anugrah Indah dapat menghemat biaya perawatan untuk tiap komponen kritis dengan cara membandingkan antara metode yang lama yaitu melakukan perbaikan atau penggantian komponen di saat terjadi kerusakan dengan metode $C(tp)$ atau

preventive maintenance. Berikut hasil dari perbandingan total biaya dan penghematan/efisiensi yang didapat untuk mesin 1 dan 2 sebagaimana disajikan pada Tabel 12 dan 13 berikut.

Tabel 12. Perbandingan Total Biaya $Cf-C(tp)$ Mesin 1

Nama komponen	Total Biaya		Penghematan	Persentase Penghematan, %
	Cf	$C(tp)$		
Plate	40.590.480	37.092.588.00	3.497.892.00	8,62
Blanket	24.041.468	22.200.800.00	1.840.668.00	7,66
Lampu Pemanas <i>UV</i>	29.040.000	24.440.000.00	4.600.000.00	15,84

Tabel 13. Perbandingan Total Biaya $Cf-C(tp)$ Mesin 2

Komponen	Total Biaya		Penghematan	Persentase Penghematan, %
	Cf	$C(tp)$		
Plate	39.493.440	37.092.588.00	2.400.852.00	6,08
Blanket	25.455.672	22.200.800.00	3.254.872.00	12,79
Lampu Pemanas <i>UV</i>	36.300.000	29.328.000.00	6.972.000.00	19,21

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan.

Dari pengolahan data dan analisis hasil, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Komponen kritis pada mesin *Speed Master CD* di PT. Dharma Anugrah Indah yaitu : *Plate*, *Blanket* dan Lampu Pemanas *UV*;
- Hasil *fitting* distribusi menunjukkan untuk komponen-komponen mesin 1 yaitu *Plate* berdistribusi normal, komponen *blanket* berdistribusi *weibull*, dan komponen lampu pemanas *UV* berdistribusi normal, sedangkan pada mesin 2 komponen *plate* berdistribusi normal, komponen *blanket* berdistribusi *3-parameter weibull*, dan komponen lampu pemanas *UV* berdistribusi *log-normal*;
- Interval perawatan untuk komponen kritis adalah sebagai berikut:
 - Mesin 1: *plate* setiap 183 jam, *blanket* setiap 432 jam, lampu pemanas *UV* setiap 906 jam;

- Mesin 2: *Plate* setiap 185 jam, *blanket* setiap 421 jam, lampu pemanas *UV* setiap 741 jam.

- Dengan melakukan *preventive maintenance* PT. Dharma Anugrah Indah dapat menghemat antara total biaya perawatan kerusakan. Untuk mesin 1 dengan penggantian komponen menghasilkan penghematan sebesar 8,62 % untuk komponen *plate*, 7,66 % untuk komponen *blanket* dan 15,84 % , untuk lampu pemanas *UV*, sedangkan untuk mesin 2 dengan penggantian komponen menghasilkan penghematan sebesar 6,08 % untuk komponen *plate*, 12,79 % untuk *blanket*, 19,21 % untuk lampu pemanas *UV*.

b. Saran.

Saran yang dapat diberikan oleh Penulis adalah sebagai berikut:

- Perawatan terhadap komponen mesin *Speed Master CD* hendaknya dilakukan sesuai dengan interval perawatan yang

- tepat, sehingga kelancaran proses percetakan dapat berjalan dengan lancar dan tidak mengganggu jalannya proses produksi;
2. Perawatan untuk komponen lampu pemanas *UV* seharusnya dilakukan pada saat libur karena tidak akan mengganggu jalannya proses produksi, sehingga akan mengurangi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Grosh, D.L., *A Primer of Reliability Theory*, John Wiley & Sons, New York, 1989
- [2] Sherwin, D.J. dan Bossche, A., *Reliability, Availability, and Productiveness of Systems*, Chapman dan Hall, London, 1993
- [3] Jardine, A.K.S., *Maintenance, Replacement and Reliability*, Pitman Publishing, 1973, London
- [4] Ramakumar, R., *Engineering Reliability: Fundamental and Applications*, Prentice Hall International Inc., New Jersey, 1993
- [5] Iriawan, N., dan Astuti, S.P., *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006