

INTERVAL WAKTU PENGGANTIAN PENCEGAHAN OPTIMAL KOMPONEN SISTEM *PRINTING UNIT* U41 MENGGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT* DI PT. PIKIRAN RAKYAT*

DEFRI VIDIASARI, KUSMANINGRUM SOEMADI, FIFI HERNI MUSTOFA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: vidiasaridefri@yahoo.com

ABSTRAK

PT. Pikiran Rakyat adalah perusahaan percetakan yang memproduksi produk koran harian dengan oplah terbesar di Jawa Barat. Saat ini perusahaan sering mengalami kendala yang ditimbulkan oleh terjadinya kerusakan mesin pada saat produksi. Kerusakan mesin telah menyebabkan kerugian perusahaan. Model Age Replacement digunakan dalam memecahkan permasalahan ini bertujuan untuk menentukan umur penggantian pencegahan komponen yang memberikan ekepektasi biaya perawatan terendah. Penelitian difokuskan pada sistem printing unit U41 yang memiliki frekuensi kerusakan yang tinggi. Pengolahan data kerusakan menghasilkan identifikasi lima komponen kritis yakni komponen ink screw, ink form roller Ø 80 dan Ø 90, serta ink transfer roller Ø 90 dan Ø 110. Solusi model menghasilkan umur penggantian optimal bagi kelima jenis komponen tersebut.

Kata kunci: *Age Replacement, Interval Waktu Penggantian Pencegahan, Komponen Kritis*

ABSTRACT

PT. Pikiran Rakyat is a printing company that produces daily newspaper with a large circulation in West Java. Now companies often have constraints that caused by machine breakdown that occurs during the production. This machine breakdown has caused losses for the company. Age Replacement Model used in solving this problem, which purpose to determine the optimal age a preventive replacement of components that provides the lowest expectations of maintenance cost. Research focused on the system of printing units U41 which have a high frequency of breakdown. Data processing resulted in the identification of five critical is component ink screw, ink form roller Ø 80 and Ø 90, iink transfer roller Ø 90 and Ø 110. Solution models produce optimal replacement age for the five types of components.

Keywords: *Age Replacement, Time Interval Preventive Replacement, critical component*

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Mesin yang digunakan PT. Pikiran Rakyat dalam memproduksi koran adalah mesin Goss Universal. Mesin GOSS Universal terdiri dari 6 sistem besar yaitu *reelstand, printing unit, folder, counter, strapping*, serta *dampening*. PT Pikiran Rakyat juga membuka order untuk perusahaan yang melakukan subkontrak. Proses produksi koran dalam jumlah besar setiap hari dan target produksi yang harus terpenuhi menjadi tuntutan utama perusahaan. Pada saat ini mesin GOSS Universal tersebut sering mengalami kerusakan karena berproduksi setiap hari dalam jangka waktu yang panjang.

Kerusakan yang terjadi pada mesin sebagian besar disebabkan oleh komponen dari mesin yang mengalami kegagalan fungsi sehingga mesin tidak bisa menjalankan proses operasi. Hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena pendistribusian koran akan mengalami keterlambatan. Untuk menjaga agar mesin tetap berproduksi tanpa mengalami kerusakan ketika proses produksi berlangsung, diperlukan perawatan mesin yang sesuai untuk mencegah kerusakan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari 6 buah sistem besar mesin GOSS Universal terdapat sistem yang memiliki frekuensi breakdown yang tinggi karena mengalami penggantian komponen yaitu sistem *printing unit*. Terdapat 8 buah sistem *printing unit* yang digunakan dalam mencetak koran setiap harinya. Sedangkan dalam pencetakan komersil, bagian produksi biasanya memakai 2 buah sistem *printing unit* sehingga kedua sistem tersebut memiliki beban kerja yang lebih tinggi. Dari kedua sub printing unit yang digunakan, terdapat 1 buah *printing unit* yang memiliki kerusakan yang tinggi yaitu *printing unit* U41.

Printing unit yang mengalami kerusakan menyebabkan downtime ketika proses produksi. Oleh karena itu untuk meminimasi terjadinya *downtime* dan meningkatkan kualitas pelayanan terhadap konsumen, diperlukan upaya untuk memperbaiki masalah tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk perawatan pencegahan pada komponen mesin adalah metode *Age Replacement*. Model penggantian pencegahan ini dilakukan tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu pencegahan material berikutnya sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukan tindakan pergantian (Jardine,1973).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan usulan interval waktu penggantian pencegahan untuk penggantian komponen sistem *printing unit* U41 menggunakan metode *Age Replacement*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Perawatan

Perawatan adalah Suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang dapat diterima (Corder, 1992).perawatan bertujuan untuk:

1. Memperpanjang usia kegunaan aset,
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.

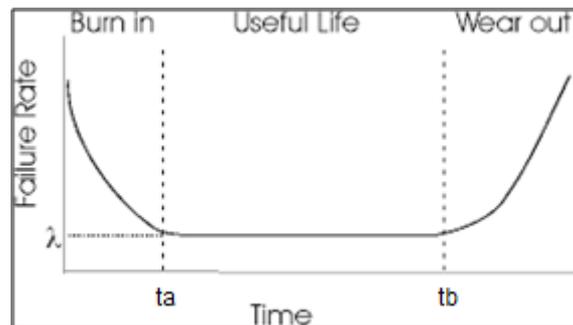
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

2.2 Konsep Perawatan

Dalam melakukan perawatan pada peralatan harus mengacu pada konsep-konsep perawatan diantaranya konsep *reliability*, *maintainability* dan *availability*. *Reliability* (keandalan) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan untuk suatu periode tertentu ketika digunakan dibawah kondisi operasi yang ditetapkan (Ebeling,1997). *Maintainability* (keterawatan) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau direparasi kepada kondisi yang telah ditentukan dalam waktu tertentu saat pemeliharaan yang dilakukan telah sesuai dengan tata cara yang telah ditentukan (Ebeling,1997). *Availability* (ketersediaan) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem beroperasi sesuai dengan fungsinya pada waktu tertentu ketika digunakan dibawah kondisi operasi yang ditetapkan (Ebeling,1997).

2.3 Laju Kerusakan

Menurut Ebeling (1997) laju kerusakan berubah-ubah sesuai dengan penambahan usia dari mesin tersebut.



Gambar 1. Kurva laju kerusakan

Dibawah ini merupakan kurva laju kerusakan (*Bath Up Curve*) yang terdiri atas tiga periode, yaitu:

1. Fasa *Burn In*, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang terus menurun sesuai dengan bertambahnya waktu.
2. Fasa *Useful Life*, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang konstan terhadap waktu.
3. Fasa *Wear Out*, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang terus meningkat terhadap waktu.

2.4 Tindakan Penggantian (*Replacement Decission*)

Berdasarkan waktu pelaksanaan terdapat 2 jenis tindakan penggantian pencegahan yaitu *Block Replacement* dan *Age Replacement* (Jardine,1973). *Block Replacement* adalah model penggantian pencegahan yang dilakukan pada interval waktu yang tetap. Meskipun pada interval tersebut komponen telah mengalami kerusakan. Model *block replacement* memiliki formulasi sebagai berikut:

$$C(t_p) = \frac{C_p + C_f \cdot H(t_p)}{t_p} \quad (1)$$

Dimana:

C_p = Biaya penggantian pencegahan

C_f = Biaya penggantian kerusakan

$H(t_p)$ = Nomor ekspektasi terjadi kegagalan pada interval $(0, t_p)$

t_p = Panjang siklus

Sedangkan *Age Replacement* adalah model penggantian pencegahan ini dilakukan

tergantung pada umur pakai komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval interval pencegahan berikutnya sesuai dengan interval waktu yang ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut penggantian. Model Age Replacement memiliki formulasi sebagai berikut:

$$C(t_p) = \frac{C_p \cdot R(t_p) + C_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))} \quad (2)$$

Dimana:

$C(t_p)$ = Total ongkos persatuan waktu jika penggantian dilakukan dalam interval (t_p)

$R(t_p)$ = Nilai reliability pada saat (t_p)

C_p = Biaya penggantian pencegahan

C_f = Biaya penggantian kerusakan

$M(t_p)$ = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan

T_f = Waktu penggantian kerusakan

T_p = Waktu penggantian pencegahan

t_p = Interval waktu penggantian pencegahan

2.5 Analisis Pareto

Diagram pareto adalah histogram data yang mengurutkan data dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Prinsip Pareto menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% daripada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya (Haughey,2014).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perumusan Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah kerusakan pada mesin yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada saat produksi menyebabkan kerugian-kerugian operasional dan keterlambatan pada pendistribusian koran pada konsumen.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan dasar teori yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang diteliti.

3.3 Pemilihan Metode Perawatan Pencegahan

Berdasarkan waktu pelaksanaan penggantian pencegahan terdapat 2 macam metode yang digunakan dalam menentukan interval penggantian pencegahan komponen dalam mesin yaitu metode *block replacement* dan *age replacement*. Berdasarkan studi lapangan, metode yang terpilih untuk menentukan interval waktu penggantian komponen mesin adalah *age replacement* karena metode *age replacement* merupakan metode penggantian pencegahan dengan interval waktu penggantian yang sesuai dengan umur pakai komponen, sehingga tidak terjadi pemborosan biaya.

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung, sedangkan pengolahan data berisikan perhitungan dengan menggunakan metode *Age Replacement*. Pengumpulan data diantaranya:

1. Sistem Produksi

Sistem produksi dalam memproduksi koran Pikiran Rakyat diuraikan dari proses pertama hingga koran selesai di produksi.

2. Karakteristik Sistem Perawatan

Karakteristik sistem perawatan ini merupakan penjelasan sistem perawatan pada setiap sistem pada tahap *pre press*.

3. Pemilihan Sistem Kritis
Pemilihan sistem kritis yaitu sistem yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi yaitu sistem printing unit U41.
4. Data Kerusakan Komponen Sistem Terpilih
Data kerusakan komponen sistem terpilih pada tahun 2011-2013.
5. Pemilihan Komponen Kritis
Komponen kritis dipilih dengan menggunakan analisis pareto. Komponen-komponen yang terpilih yaitu komponen yang memiliki jumlah kumulatif persentase biaya kerusakannya mencapai 80%.
6. Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis
Data waktu antar kerusakan komponen kritis diuraikan berdasarkan tanggal kerusakan komponen kritis
7. Data Waktu Penggantian Kerusakan Pencegahan dan Pencegahan
Data waktu yang digunakan diantaranya waktu menemukan kerusakan, waktu membongkar mesin, waktu memeriksa komponen, Waktu memasang komponen pengganti, waktu membersihkan dan mengoleskan, waktu memasang kembali.
8. Data Ongkos Penggantian Kerusakan dan Pencegahan
Ongkos yang dikeluarkan diantaranya Ongkos Komponen Pengganti, Ongkos Operator, Keuntungan yang hilang, dan Ongkos distribusi.
9. Uji Distribusi Waktu Antar Kerusakan
Uji distribusi waktu antar kerusakan dengan menggunakan uji *Goodness Of Fit*.
10. Perhitungan Parameter Distribusi Waktu Antar Kerusakan
Terdapat dua parameter yang digunakan dalam distribusi weibull yaitu parameter skala (σ) dan parameter bentuk (β).
11. Perhitungan Fungsi-Fungsi Keandalan Distribusi Waktu Antar Kerusakan

3.5 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Dan MTTF (*Mean Time To Failure*)

Waktu penggantian optimum ditentukan berdasarkan total biaya $C(t_p)$ yang minimum dengan kriteria minimisasi biaya penggantian. Perhitungan dilakukan berulang kali hingga menghasilkan biaya penggantian yang terkecil. Setelah menghitung waktu penggantian pencegahan dan fungsi keandalan lalu melakukan perhitungan nilai MTTF dengan persamaan sebagai berikut:

$$MTTF = \sigma \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (3)$$

Dengan:

σ = Parameter skala

β = Parameter bentuk

Γ = Fungsi gamma

3.6 Analisis

Analisis berisikan analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan dengan metode Age Replacement. Analisis yang dilakukan meliputi analisis model yang digunakan, analisis pengembangan model, analisis hasil model *Age Replacement*.

3.7 Kesimpulan

Kesimpulan berisikan kesimpulan dari analisis dan pengolahan data yang dilakukan.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berisi sistem produksi, karakteristik sistem, pemilihan sistem, data kerusakan sistem, pemilihan komponen kritis, data waktu kerusakan komponen, data waktu penggantian kerusakan dan pencegahan, data ongkos penggantian kerusakan dan pencegahan.

4.1.1 Sistem Produksi

Sistem produksi surat kabar pikiran rakyat adalah sebagai berikut:

1. Bagian Redaksi
2. *Pre press* (sebelum cetak)
Pada tahapan ini terdiri dari beberapa proses yang dikerjakan oleh mesin yaitu mesin *image sitr, plat maker, plat processor, plat puncher, pelipat plat*
3. *Press* (cetak)
Tahap ini mesin yang digunakan adalah mesin Goss Universal yang memiliki 6 sistem besar yang berperan dalam proses pencetakan yaitu *reelstand, printing unit, dampening system, folder, counter stacker* dan *strapping band*.

4.1.2 Karakteristik Sistem Perawatan

PT. Pikiran Rakyat menerapkan sistem *preventive maintenance* dilakukan pada siang hari meliputi *checking, cleaning, lubricating, replacing*. Perawatan korektif dilakukan ketika terjadi kerusakan yang dilakukan pada malam hari. Kerusakan pada sistem dapat dilihat dari hasil koran yang cacat. Bila terjadi terjadi kecacatan pada koran maka proses produksi dihentikan.

4.1.3 Pemilihan Sistem Kritis

Pemilihan sistem yang akan dijadikan bahan penelitian adalah sistem *printing unit U41*, dipilih berdasarkan data kerusakan dan wawancara serta memiliki beban kerja paling berat karena digunakan untuk pencetakan komersil.

4.1.4 Data Kerusakan Komponen Sistem

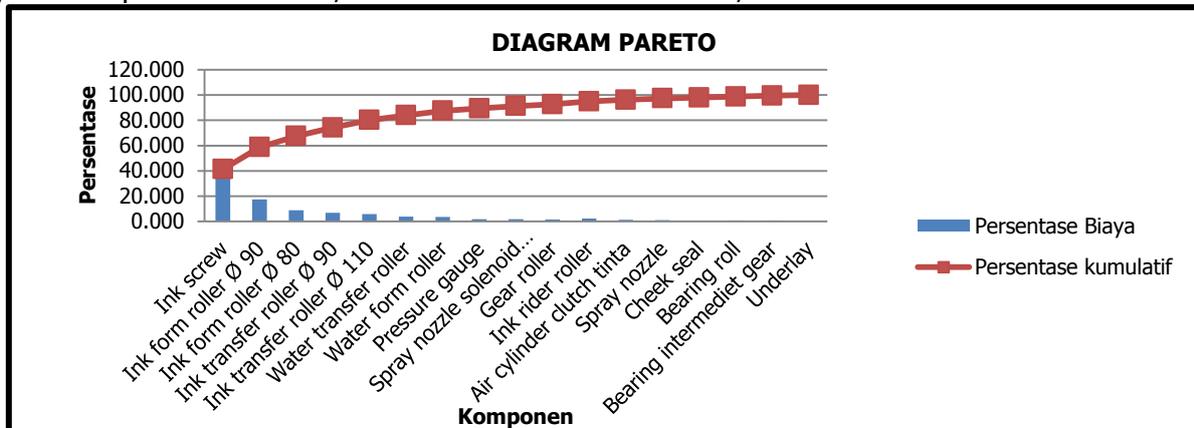
Data kerusakan komponen didapat dari logbook perawatan mesin dari tahun 2011-2013. Komponen yang mengalami kerusakan merupakan komponen mekanik yang terdiri dari 17 komponen.

Tabel 1. Data Kerusakan Komponen Sistem

No	Data Komponen Printing Units	Jumlah Kerusakan
1	Ink form roller Ø 90	8
2	Ink form roller Ø 80	5
3	Ink transfer roller Ø 90	5
4	Ink transfer roller Ø 110	4
5	Water transfer roller	4
6	Water form roller	4
7	Ink screw	6
8	Pressure gauge	1
9	Spray nozzle solenoid valve	2
10	Gear roller	1
11	Air cylinder clutch tinta	3
12	Spray nozzle	2
13	Ink rider roller	2
14	Cheek seal	1
15	Bearing roll	6
16	Bearing intermediet gear	4
17	Underlay	4
Total		62

4.1.5 Pemilihan Komponen Kritis

Komponen kritis didapat dengan menggunakan diagram pareto sehingga komponen kritis yaitu komponen ink screw, ink form roller Ø 90 dan Ø 80, ink transfer roller Ø 90 dan Ø 110.



Gambar 2 Diagram Pareto

4.1.6 Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis

Data waktu kerusakan direkapitulasi berdasarkan komponen-komponen yang terpilih menjadi komponen kritis dari tahun 2011-2013.

Tabel 1. Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis

	Ink Screw	Ink Form Roller Ø 90	Ink Form Roller Ø 80	Ink Transfer Roller Ø 90	Ink Transfer Roller Ø 110
No	Waktu Antar Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan
1	0	0	0	0	0
2	220	140	220	260	261
3	182	160	181	255	277
4	233	152	240	220	239
5	207	164	200	205	
6	214	139			
7		128			
8		192			

4.1.7 Data Waktu Penggantian Kerusakan dan Pencegahan

Waktu penggantian kerusakan dan pencegahan untuk komponen ink screw dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Penggantian Kerusakan dan Pencegahan Komponen Ink screw

No	Kegiatan	Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Penggantian Pencegahan (menit)
1	Menemukan kerusakan	10	-
2	Membongkar komponen mesin	25	20
3	Memeriksa komponen yang rusak	5	-
4	Menunggu komponen dari gudang	15	-
5	Memasang komponen pengganti	20	20
6	Memasang mesin kembali	20	20
Total		95	60
		0,264/hari	0,167/hari

Sedangkan komponen ink form roller Ø 90 dan Ø 80, ink transfer roller Ø 90 dan Ø 110 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Penggantian Kerusakan dan Pencegahan Komponen ink form roller Ø 90 dan Ø 80, ink transfer roller Ø 90 dan Ø 110

No	Kegiatan	Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Penggantian Pencegahan (menit)
1	Menemukan kerusakan	10	-
2	Membongkar komponen mesin	25	20
3	Memeriksa komponen yang rusak	5	-
4	Menunggu komponen dari gudang	15	-
5	Memasang komponen pengganti	15	15
6	Membersihkan dan mengoleskan	5	5
7	Memasang mesin kembali	20	20
8	Cek nipping	5	5
Total		100	65
		0,278/hari	0,181/hari

4.1.8 Data Ongkos Penggantian Kerusakan dan Pencegahan

Data ongkos penggantian kerusakan dan penggantian pencegahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Ongkos Penggantian Kerusakan dan Pencegahan Komponen Kritis

No	Data Komponen Printing Units	Ongkos	
		C_f	C_p
1	Ink screw	14.911.364	1.650.000
2	Ink form roller Ø 90	13.795.855	525.000
3	Ink form roller Ø 80	13.690.855	420.000
4	Ink transfer roller Ø 90	13.625.855	325.000
5	Ink transfer roller Ø 110	13.625.855	355.000

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data berisi uji distribusi waktu antar kerusakan, perhitungan parameter distribusi dan perhitungan fungsi-fungsi keandalan.

4.2.1 Uji Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Distribusi waktu antar kerusakan dihipotesiskan mengikuti distribusi weibull dua parameter. Pengujian dilakukan menggunakan *Godness Of Fit*. Dari pengujian tersebut didapat bahwa komponen kritis berdistribusi weibull dua parameter dengan nilai $M < F_{crit}$.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Distribusi Weibull Dua Parameter

No	Komponen Kritis	M	F_{crit}	Kesimpulan
1	Ink screw	0,9175	6,39	Data Berdistribusi Weibull 2 Parameter
2	Ink form roller Ø 90	2,0012	4,28	Data Berdistribusi Weibull 2 Parameter
3	Ink form roller Ø 80	0,7553	6,94	Data Berdistribusi Weibull 2 Parameter
4	Ink transfer roller Ø 90	0,2195	6,94	Data Berdistribusi Weibull 2 Parameter
5	Ink transfer roller Ø 110	1,0263	19	Data Berdistribusi Weibull 2 Parameter

4.2.2 Perhitungan Parameter Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Terdapat 2 buah parameter dalam distribusi ini yaitu parameter σ (parameter skala) dan parameter β (parameter bentuk). Didapat rekapitulasi hasil perhitungan parameter dari setiap komponen adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Kritis

No	Komponen Kritis	σ	β
1	Ink screw	219,728	11,438
2	Ink form roller Ø 90	161,772	8,493
3	Ink form roller Ø 80	221,448	8,321
4	Ink transfer roller Ø 90	246,443	9,103
5	Ink transfer roller Ø 110	267,801	13,016

4.2.3 Perhitungan Fungsi-Fungsi Keandalan Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Dalam distribusi weibull terdapat fungsi-fungsi dalam distribusi weibull, diantaranya:

1. Fungsi kepadatan kemungkinan kerusakan
2. Fungsi kumulatif distribusi kerusakan
3. Fungsi keandalan
4. Fungsi laju kerusakan

4.3 Interval Waktu Penggantian Pencegahan dan MTTF (*Mean Time To Failure*)

Berikut ini adalah model *Age Replacement* untuk penentuan interval penggantian kerusakan dengan kriteria minimasi biaya penggantian. Perhitungan dengan persamaan 2 dihitung berulang kali dengan t_p yang berbeda sampai menghasilkan nilai $C(t_p)$ terkecil, contoh perhitungan komponen ink screw dapat dilihat pada Tabel 7:

Tabel 7. Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Ink Screw

tp (hari)	cf	Cp	Tp	Tf	α	β	R(tp)	F(tp)	r(tp)	f(tp)	M(tp)	C(tp)
149	14.911.364	1.650.000	0,167	0,264	219,73	11,44	0,988	0,012	0,0009	0,0009	1,062	12156,21
150	14.911.364	1.650.000	0,167	0,264	219,73	11,44	0,987	0,013	0,0010	0,0010	1,74	12114,06
151	14.911.364	1.650.000	0,167	0,264	219,73	11,44	0,986	0,014	0,0010	0,0010	1,889	12121,76

Rekapitulasi interval waktu penggantian pencegahan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Komponen Kritis	Interval Waktu Penggantian (Hari)	Biaya (Rp)
Ink screw	150	12.114,06
Ink form roller Ø 90	87	6.808,14
Ink form roller Ø 80	115	4.141,23
Ink transfer roller Ø 90	130	2.799,49
Ink transfer roller Ø 110	167	2.293,51

Waktu rata-rata kerusakan distribusi weibull untuk setiap komponen kritis dihitung dengan rumus *Mean Time To Failure* yang terdapat pada Persamaan 3.

$$MTTF = \alpha \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 219,728 \Gamma \left(1 + \frac{1}{11,438} \right)$$

$$MTTF = 219,728 \Gamma \times 1,09$$

$$MTTF = 219,728 \times 0,95546$$

$$MTTF = 209,94 \approx 210 \text{ hari}$$

Rekapitulasi hasil MTTF dan Biaya Untuk Setiap Komponen Kritis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Rekapitulasi Hasil MTTF dan Biaya Untuk Setiap Komponen Kritis

Komponen Kritis	Interval Waktu Penggantian (Hari)	Biaya (Rp/hari)
Ink screw	210	37.723,99
Ink form roller Ø 90	153	46.166,19
Ink form roller Ø 80	209	33.124,36
Ink transfer roller Ø 90	233	28.590,75
Ink transfer roller Ø 110	257	25.143,76

5. ANALISIS

5.1 Analisis Model Yang Digunakan

Terdapat dua macam model yang digunakan untuk menentukan penjadwalan penggantian pada suatu komponen yaitu model *Block Replacement* dan *Age Replacement*. Model yang terpilih pada penelitian ini adalah model *Age Replacement* yang bertujuan untuk menentukan umur optimal suatu komponen dimana penggantian pencegahan harus dilakukan untuk meminimasi *downtime*.

5.2 Analisis Pengembangan Model

Berisi langkah-langkah yang digunakan dalam penentuan jadwal penggantian pecegahan pada model *Age Replacement*. Pemilihan sistem yang akan dijadikan sebagai sumber penelitian yaitu sistem *printing unit* karena mengalami kerusakan tinggi dalam 3 tahun terakhir ini dibanding dengan sistem lainnya. Dari 8 buah sistem *printing unit*, *printing unit* U41 memiliki kerusakan yang paling tinggi karena beban kerjanya lebih berat dibanding *printing unit* lainnya. Dalam memilih komponen kritis yang akan dilakukan perhitungan dengan model *age replacement* digunakan metode analisis pareto. Perhitungan diagram pareto menggunakan persentase kumulatif dari biaya pada setiap komponen.

Komponen kritis yang terpilih merupakan komponen yang memiliki persentase mencapai 80% yaitu komponen ink screw, ink form roller \varnothing 90 dan \varnothing 80, ink transfer roller \varnothing 90 dan \varnothing 110. Dari uji *Goodness Of Fit* yang dilakukan, komponen kritis yang terpilih berdistribusi weibull 2 parameter. Hasil perhitungan nilai M memiliki nilai yang lebih kecil dari F_{crit} . Dari nilai parameter α dan parameter β pada tabel diatas seluruh nilai parameter β setiap komponen kritis lebih besar dari 1 ($\beta > 1$) sehingga laju kerusakan komponen tersebut terus meningkat seiring dengan waktu. Kerusakan yang terjadi ini disebabkan karena faktor gesekan, korosi, kelelahan serta umur dari komponen tersebut.

5.3 Analisis Hasil Model *Age Replacement*

Berisikan analisis dari hasil perhitungan dengan menggunakan model *Age Replacement*.

5.3.1 Analisis Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan model *Age Replacement* dan MTTF dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Menggunakan Model *Age Replacement* dan MTTF

No	Komponen Kritis	Waktu Penggantian (hari)	MTTF (hari)
1	Ink screw	150	210
2	Ink form roller \varnothing 90	87	153
3	Ink form roller \varnothing 80	115	209
4	Ink transfer roller \varnothing 90	130	233
5	Ink transfer roller \varnothing 110	167	257

Dari hasil perbandingan waktu penggantian pencegahan dan waktu rata-rata terjadi kerusakan didapat interval waktu penggantian pencegahan lebih kecil dari waktu rata-rata kerusakan. Hal ini dikarenakan biaya penggantian kerusakan jauh lebih besar dibanding dengan biaya penggantian pencegahan. Sehingga waktu penggantian pencegahan yang optimal menjadi lebih pendek.

5.3.2 Analisis Perbandingan Ongkos Penggantian Komponen

Perbandingan ongkos penggantian komponen pada *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 didapat hasil perbandingan ongkos *corrective maintenance* jauh lebih besar dari ongkos *preventive maintenance*. Hal ini dikarenakan ongkos kerugian akibat *downtime* yang tinggi dibanding ongkos lainnya. Kerugian akibat *downtime* terjadi akibat dari mesin mengalami kerusakan sehingga terjadi keterlambatan produksi sehingga koran terlambat didistribusikan. Keterlambatan koran mengakibatkan penjualan koran secara eceran menurun. Hal itu merupakan kerugian bagi perusahaan karena kesempatan memperoleh keuntungan menurun.

5.3.3 Analisis Penghematan Ongkos

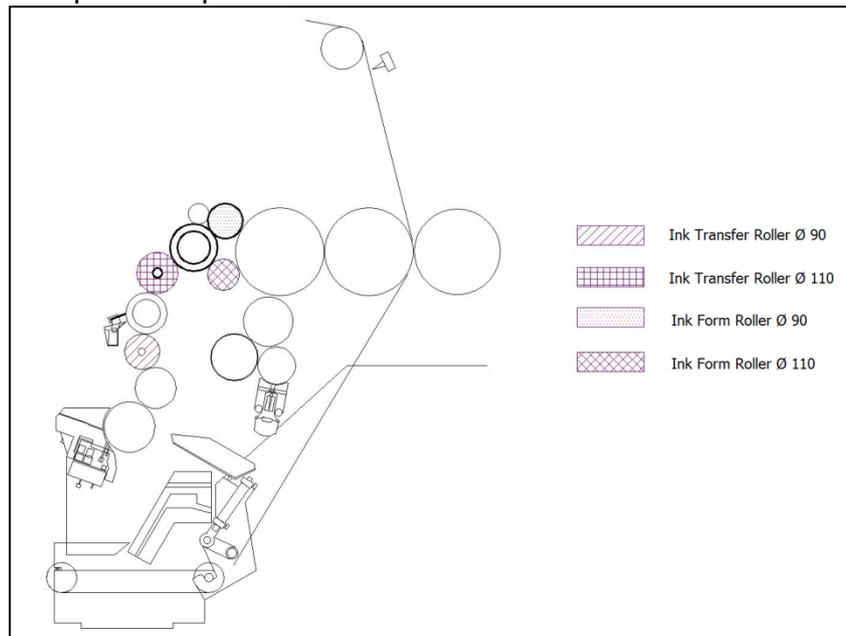
Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 nilai estimasi biaya total pada penggantian pencegahan lebih rendah dibanding estimasi biaya total pada penggantian kerusakan. Untuk menentukan

persentase penghematan yang dilakukan dengan model matematis age replacement. Berikut perhitungan persentase penghematan komponen kritis:

$$\begin{aligned} \text{Persentase penghematan Ink screw} &= \frac{37.723,999 - 12.114,064}{37.723,999} \\ &= 67,8\% \\ \text{Persentase penghematan Ink form roller } \varnothing 90 &= \frac{46.166,189 - 6.808,137}{26.935,28} \\ &= 84,7\% \\ \text{Persentase penghematan Ink form roller } \varnothing 80 &= \frac{33.124,361 - 4.141,229}{33.124,361} \\ &= 87,5\% \\ \text{Persentase penghematan Ink transfer roller } \varnothing 90 &= \frac{28.590,748 - 2.799,486}{28.590,748} \\ &= 90,2\% \\ \text{Persentase penghematan Ink transfer roller } \varnothing 110 &= \frac{25.143,760 - 2.293,511}{25.143,760} \\ &= 90,8\% \end{aligned}$$

5.3.4 Analisis Penggabungan Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Kritis

Agar dalam penggantian pencegahan tidak dilakukan berulang kali maka dilakukan penggabungan interval penggantian pencegahan. Interval waktu penggantian pencegahan gabungan berdasarkan letak komponen dan waktu interval pengantiannya. Letak komponen kritis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Letak Komponen Kritis *Printing Unit*

Komponen ink screw tidak memungkinkan dilakukan penggabungan karena letak komponen yang berbeda dengan komponen lainnya sehingga tidak memungkinkan dilakukan penggabungan. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai $C(tp)$ gabungan. Waktu penggantian dengan nilai $C(tp)$ terkecil dipilih menjadi waktu penggantian pencegahan penggabungan. Rekapitulasi hasil perhitungan nilai waktu penggantian pencegahan gabungan dan ongkos penggantian pencegahan gabungan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Interval Waktu Penggantian Pencegahan Gabungan Dan Biaya Penggantian

No	Komponen	Interval Waktu Penggantian (hari)	Biaya (Rp/hari)
1	Ink screw	150	12.114,06
2	Ink form roller Ø 90	95	11.567,41
3	Ink form roller Ø 80		
4	Ink transfer roller Ø 90	140	5.421,79
5	Ink transfer roller Ø 110		

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perhitungan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari hasil wawancara dan data kerusakan, sistem yang terpilih adalah sistem *printing unit* U41 yang memiliki beban kerja tertinggi.
2. Komponen kritis yang terpilih yaitu ink screw, ink form roller Ø 90, ink form roller Ø 80, ink transfer roller Ø 90, ink transfer roller Ø 110.
3. Dari perhitungan uji Godness Of Fit didapat perhitungan nilai M lebih kecil dari F_{crit} sehingga komponen kritis berdistribusi weibull dua parameter.
4. Dari hasil perhitungan parameter setiap komponen kritis didapat nilai parameter $\beta > 1$, sehingga laju kerusakan setiap komponen bertambah seiring dengan waktu pemakaiannya.
5. Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan model *Age replacement* memiliki waktu yang lebih singkat dibanding dengan rata-rata interval waktu kerusakan. Sehingga menghasilkan biaya penggantian pencegahan lebih rendah dibanding biaya penggantian kerusakan.
6. Dengan menggunakan interval waktu penggantian tersebut diperoleh nilai persentase penghematan dari setiap komponen kritis. Komponen ink transfer roller Ø 110 dan ink transfer roller Ø 90 memiliki nilai persentase terbesar yaitu 90,8% dan 90,2%, dilanjutkan dengan komponen ink form roller Ø 80 dan ink form roller Ø 90 dengan nilai persentase sebesar 87,5% dan 84,7%. Komponen yang memiliki nilai persentase terendah adalah ink screw sebesar 67,8%.
7. Dilakukan penggabungan interval waktu penggantian pencegahan yaitu komponen ink form roller Ø 90 dan ink form roller Ø 80 dengan interval waktu 95 hari serta komponen ink transfer roller Ø 90 dan ink transfer roller Ø 110 dengan interval waktu 140 hari.

REFERENSI

Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Jakarta: Erlangga.

Ebeling, Charles. E. 1997. *Reliability and Maintainability Engineering*. London: McGraw-Hill International Edition.

Haughey, Duncan. 2014. Pareto Analysis Step by Step.
<http://www.projectsart.co.uk/pareto-analysis-step-by-step.php>.

Jardine, A.K.S., 1973. *Maintenance, Replacement and Reliability*, New York: Pitman Publishing.