



TEKNOLOGI NUSANTARA

Jurnal Penelitian Fakultas Teknik UNINUS
<http://ojs.uninus.ac.id/index.php/teknologinusantara>

Analisis Waktu Penggantian Komponen Kritis pada Mesin Heidelberg Speedmaster dengan Menggunakan Metode Age Replacement di PT. Karyamanunggal Lithomas Bandung

Analysis of Critical Component Replacement Time on the Heidelberg Speedmaster Machine by Using the Age Replacement Method at PT. Karyamanunggal Lithomas Bandung

Agung Gustiana¹, Rahmi Rismayani Deri², Rafika Ratik Srimurni³, Iyan Sofyan⁴

Teknik Industri Universitas Islam Nusantara ; Jl. Soekarno Hatta 530 Kotamasya Bandung, 40286 , Telp 0227509656

e-mail: *gustianaagung1@gmail.com, rahmirismayani@uninus.ac.id, rafika.ratik@uninus.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

[PT. Karyamanunggal Lithomas is a company engaged in the printing sector, the problem that often occurs in the company lies in maintenance activities on the Heidelberg Speedmaster machine which has been implementing corrective policies or repairs when machine components are damaged, which is feared to reduce the level of machine reliability. Agereplacement and minimization of downtime are the development of preventive maintenance, which is a method applied to determine preventive replacement intervals and inspections of machines and their criticalcomponents so that a company can schedule routine maintenance on machines by taking into account and processing existing historical damage data. Based on the results of data processing and analysis, the replacement time of critical components in the impression cylinder is every 1050 hours, the suction

head is every 1645 hours, the ink rollers are every 2026 hours, and the blanket cylinder is every 2380 hours. Companies need to implement preventive maintenance measures by replacing critical machine components on a regular basis. It is recommended to change the paradigm or mindset that maintenance activities are not only there when a machine breakdown occurs, but it is very important to prevent sudden or sudden machine damage]

Keyword: Age Replacement,
Downtime, Availability,
Maintenance

ABSTRAK

PT.Karyamanunggal Lithomas merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan, permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan terletak pada aktifitas maintenance pada mesin Heidelberg Speedmaster yang selama ini menerapkan kebijakan corrective atau perbaikan disaat komponen mesin mengalami kerusakan, yang dikhawatirkan akan mengurangi tingkat keandalan mesin. Age replacement dan minimasi downtime merupakan pengembangan dari preventive maintenance, yaitu metode yang diterapkan untuk menentukan interval penggantian pencegahan dan pemeriksaan terhadap mesin dan komponen-komponen kritisnya agar suatu perusahaan dapat menjadwalkan perawatan rutin terhadap mesin dengan memperhitungkan dan mengolah data kerusakan historis yang ada. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data waktu penggantian komponen kritis pada silinder impression setiap 1050 jam, suction head setiap 1645 jam, ink rollers setiap 2026 jam, dan silinder blanket setiap 2380 jam. Perusahaan perlu menerapkan tindakan perawatan pencegahan dengan cara melakukan penggantian terhadap komponen mesin kritis secara berkala. Disarankan untuk mengubah paradigma atau pola pikir bahwa kegiatan maintenance bukan hanya ada pada saat terjadi kerusakan mesin, tapi sangat penting untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin secara mendadak atau tiba-tiba.

© 2020 MJN. All rights reserved.

A. INTRODUCTION / PENDAHULUAN

Proses produksi sangat ditentukan oleh kondisi mesin atau peralatan pendukung lainnya. Agar suatu mesin dapat selalu berfungsi dengan baik diperlukan suatu pemeliharaan.

Pemeliharaan mesin dan pendukung lainnya merupakan faktor penentu dalam sebuah perusahaan. Karena dengan dilakukan pemeliharaan maka akan diketahui mesin tersebut PT. Karyamanunggal Lithomas merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak di bidang percetakan. Tentunya perusahaan juga tidak melupakan usaha berkesinambungan dalam peningkatan kualitas cetak dengan tujuan kepuasan konsumen. Dimana perusahaan percetakan ini tentunya memiliki beberapa mesin cetak yang digunakan dalam proses produksi. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mengatur penjadwalan dalam perawatan dan perbaikan suatu komponen mesin dengan baik agar mesin tidak mudah mengalami kerusakan, apabila terjadi kerusakan pada mesin dapat menghambatnya proses produksi. Salah satu masalah yang kini dihadapi oleh PT. Karyamanunggal Lithomas adalah tingginya downtime mesin-mesin produksi. Berdasarkan data tahun 2015-2020 angka downtime setiap mesin adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Downtime Mesin di Departemen Produksi

No	Nama Mesin	Tipe Mesin	Frekuensi Kerusakan (2015-2020)	Downtime (Jam)
1	Heidelberg Speedmaster	2 warna	117	2577
2	Omori	4 warna	90	1438
3	Oliver 58	1 warna	96	1156
4	GTO Printmaster	2 warna	102	986

(Sumber: Master Data PT. Karyamanunggal Lithomas Departemen Produksi)

Arti downtime adalah kehilangan waktu operasional mesin disebabkan kerusakan mesin dan perawatan mesin, sehingga jenis kerusakan pada mesin Heidelberg Speedmaster yang paling tinggi frekuensi kerusakannya yang akan diteliti untuk dirancang jadwal pemeliharannya. Perusahaan perlu memperhatikan proses penjadwalan preventive maintenance terutama pada komponen yang rawan atau sangat berpengaruh penting terhadap kelancaran produksi dan hasil kualitas produk yang dicetak. Mesin Heidelberg Speedmaster memiliki downtime yang terbesar selama kurun waktu 5 tahun dengan total downtime yang mencapai 2577 jam. Dan memiliki frekuensi kerusakan yang mencapai 117 kali. Untuk menjaga kondisi mesin-mesin tersebut dari kerusakan atau mengurangi jenis waktu kerusakannya, maka dibutuhkan sistem perawatan dan pemeliharaan mesin supaya proses produksi tidak terlalu lama berhenti. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul “Analisis Waktu Penggantian Komponen Kritis

Pada Mesin Heidelberg Speedmaster dengan Menggunakan Metode Age Replacement di PT.Karyamanunggal Lithomas Bandung”.

Sesuai dengan uraian latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1). Bagaimana merencanakan waktu optimal untuk melakukan perawatan penggantian (replacement) komponen mesin Heidelberg Speedmaster di PT. Karyamanunggal Lithomas guna meminimasi waktu downtime ?
- 2). Bagaimana menghitung tingkat ketersediaan (availability) pada mesin Heidelberg Speedmaster yang sudah dihitung menggunakan metode age replacement dan perawatan penggantian (replacement) komponen mesin Heidelberg Speedmaster secara preventive maintenance di PT. Karyamanunggal Lithomas ?

B. STUDY LITERATURE / TINJAUAN PUSTAKA

Fungsi Waktu Kerusakan (Failure Function) Fungsi waktu kerusakan (failure function) adalah probabilitas suatu kegagalan yang terjadi antara waktu x dan 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. 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]. $R(t)$.

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 $E(t)$, Pemilihan Model Penggantian Pencegahan

Model penggantian komponen yang akan digunakan adalah dengan melakukan penggantian komponen pada selang waktu t dengan mempertimbangkan probabilitas terjadinya penggantian komponen akibat kerusakan (failure replacement) di dalam selang waktu t tersebut. Sedangkan ekspektasi total biaya dalam interval $[0, t_p]$ adalah biaya preventif replacement ditambah ekspektasi biaya failure replacement. (Julius Mulyono, 2009)

C. RESEARCH METHOD / METODE PENELITIAN

Tempat penelitian lapang dilakukan di PT. Karyamanunggal Lithomas Padasuka Kecamatan Cibeunying Kidul Kota Bandung. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2020. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin Heidelberg Speedmaster dan dipilih komponen mesin dengan frekuensi kerusakan yang paling tinggi. Untuk menentukan komponen mesin kritis digunakan alat diagram pareto, serta untuk menerapkan kebijakan preventive maintenance menggunakan metode Age replacement guna menentukan interval penggantian optimal berdasarkan kriteria minimasi downtime.

Prosedur penelitian menggambarkan tahapan-tahapan data yang sudah didapat dari hasil observasi langsung dari sumber pertama mengenai perawatan mesin yang diteliti dan juga data yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa arsip atau berupa soft file. Setelah itu tahapan selanjutnya adalah pengolahan data untuk mendapatkan suatu hasil dari pengujian atau perhitungan. Berdasarkan observasi langsung di lapangan dan hasil dari wawancara terhadap karyawan yang bersangkutan, serta studi pustaka dan jurnal digunakan untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi perihal penentuan interval perawatan mesin yang optimal, dipilih model kebijakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan age replacement. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam prosedur penelitian :

Penentuan komponen kritis dilakukan dengan analisis diagram pareto untuk mengidentifikasi klasifikasi frekuensi kerusakan dengan tingkat resiko yang paling tinggi.

Perhitungan waktu antar kerusakan diperoleh dengan memperhitungkan waktu antara kerusakan pertama sampai dengan waktu terjadinya kerusakan berikutnya. Data awal yang menunjukkan tanggal dan waktu terjadinya kerusakan sehingga data tersebut diolah untuk mengetahui waktu antar pengantiannya.

Tahapan selanjutnya adalah mencari distribusi terpilih dengan perhitungan index of fit, distribusi yang digunakan adalah eksponensial, weibull, normal dan lognormal, distribusi kerusakan ini dapat memenuhi berbagai fase kerusakan. Menurut Ebeling (2019) rumus umum yang terdapat dalam metode Least Square Curve Fitting adalah sebagai berikut, juga penjelasan untuk menentukan distribusi kerusakan komponen (index of fit) dengan langkah sebagai berikut:

- a) Tentukan waktu antar kerusakan (t_i)

- b) Hitung nilai taksiran terhadap data waktu kerusakan (x_i)
- c) Hitung nilai distribusi kumulatif $F(t_i)$
- d) Hitung nilai taksiran terhadap fungsi distribusi kumulatif y_i
- e) Hitung nilai $x_i \cdot y_i$ dan hitung x_i^2
- f) Hitung nilai Index of Fit (r)

Hasil perhitungan *Index of Fit* dari antar distribusi yang telah di uraikan dengan rumus diatas maka dilakukan pemilihan *index of fit* terbesar untuk menentukan distribusi mana yang diperkirakan memenuhi.

Setelah itu perhitungan *goodness of fit* untuk menguji kesesuaian distribusi, uji distribusi ini dilakukan terhadap distribusi dengan nilai *index of fit* (r) terbesar sebagai validasi data yang telah dipilih apakah benar-benar cocok dengan distribusi yang dipilih. Menurut Ebeling (2019), pengujian yang akan dilakukan adalah uji bartllet untuk distribusi eksponensial. uji kolmogorov-smirnov untuk distribusi normal dan lognormal serta uji mann's untuk distribusi weibull.

Input : Pola distribusi yang memiliki index of fit terbesar

Output : Hasil uji hipotesis pola distribusi kerusakan yang sesuai dengan distribusi yang terpilih. Jika hasil pengujian didapatkan data tidak sesuai dengan distribusi tertentu maka dilakukan pengujian ulang dengan menggunakan nilai terbesar kedua dan seterusnya hingga diperoleh kesesuaian dengan distribusi tertentu.

Tahapan selanjutnya menentukan estimasi parameter distribusi pergantian komponen, setelah melakukan uji validitas maka langkah selanjutnya adalah melakukan penaksiran terhadap parameter. Untuk menentukan parameter distribusi kerusakan. Menghitung nilai gradient (b) berdasarkan distribusi yang digunakan

Perhitungan Nilai MTTF (*Mean Time To Failure*) adalah nilai rata-rata atau waktu terjadinya kerusakan (Ebeling, 2019). Nilai MTTF digunakan sebagai interval waktu untuk dilakukan perawatan berdasarkan rata-rata waktu antar kerusakan. Perhitungan nilai MTTF untuk masing-masing distribusi

Penentuan jadwal penggantian komponen dengan metode (*age replacement*) untuk menentukan interval waktu penggantian pencegahan adalah didasarkan pada umur komponen kritis (*age replacement*). Kebijakan penggantian pencegahan ini adalah melakukan tindakan

penggantian pada saat komponen telah mencapai umur tertentu dan penggantian kerusakan bila memang diperlukan (Jardine, 2013). Model ini bertujuan untuk menentukan umur penggantian pencegahan yang optimal. Dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan nilai *availability* adalah nilai persentase ketersediaan mesin untuk digunakan dalam proses produksi, merupakan ukuran sejauh mana mesin tersebut beroperasi sesuai dengan fungsinya. Perhitungan nilai *Availability* adalah untuk mengetahui berapa fungsi ketersediaan suatu subsistem mesin jika sudah dilakukan penggantian pencegahan ataupun dengan pemeriksaan. Nilai *availability* bernilai 1 atau 100 % ketika kerugian downtime adalah nol. Langkah-langkah berdasarkan Walpole (2016) dalam perhitungan *availability* sebagai berikut:

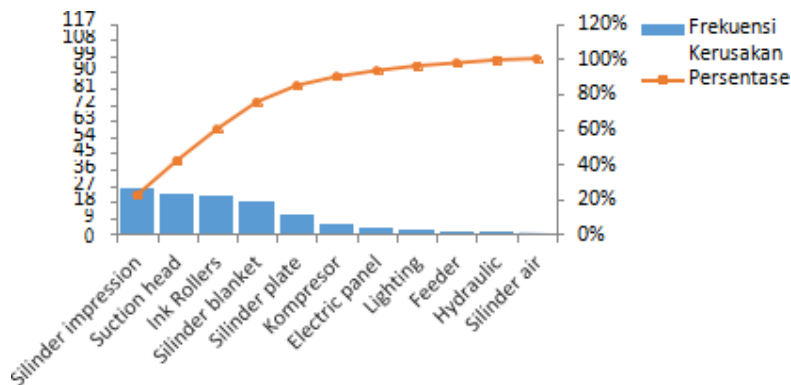
Availability berdasarkan interval penggantian pencegahan

D. CONCLUSION / HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Komponen Kritis Mesin Heidelberg Speedmaster merupakan salah satu jenis mesin printing yang dikategorikan mesin kritis karena mesin ini beroperasi dengan kapasitas yang besar pada tiap siklusnya. Berdasarkan aturan pareto dalam penentuan komponen kritis, nilai sekitar 80% dari total kerusakan akan ditentukan sebagai komponen kritis. Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20 atau hukum pareto, yaitu sekitar 80% dari total kerusakan mewakili 20% kerusakan lainnya (Silalahi, 2009). Tabel 2 menunjukkan pengelompokan penggantian komponen berdasarkan metode ABC, sedangkan diagram pareto dari data tersebut disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Kerusakan Komponen Mesin

No	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan	Kumulatif	Persentase	Keterangan
1	Silinder <i>Impression</i>	26	26	22%	A
2	<i>Suction Head</i>	23	49	42%	
3	<i>Ink Rollers</i>	21	70	60%	
4	Silinder <i>Blanket</i>	18	88	75%	
5	Silinder <i>Plate</i>	11	99	85%	B
6	Kompresor	6	105	90%	
7	<i>Electric Panel</i>	4	109	93%	
8	<i>Lighting</i>	3	112	96%	C
9	<i>Feeder</i>	2	114	97%	
10	<i>Hydraulic</i>	2	116	99%	
11	Silinder <i>Air</i>	1	117	100%	
	Total	117			



Gambar 1 Diagram Pareto Komponen Mesin

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa golongan A mempunyai persen kumulatif 0-80%, golongan B dari 80-95%, dan golongan C dari 95-100% Taufik dan Septiani (2015). Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui kelas A memiliki jumlah kerusakan sebesar 80% dari seluruh total kerusakan, kelas B sebesar 15%, dan kelas C sebesar 5% dari total kerusakan. Berdasarkan pengelompokan komponen kritis dengan metode ABC dan diagram pareto, diperoleh empat komponen kritis yaitu silinder impression dengan 26 kali kerusakan, suction head dengan 23 kali kerusakan, ink rollers dengan 21 kali kerusakan, dan silinder blanket dengan 18 kali kerusakan. Sehingga empat komponen ini merupakan komponen kritis di mesin Heidelberg Speedmaster.

Identifikasi Distribusi Kerusakan (Index Of Fit)

Identifikasi distribusi kerusakan digunakan untuk menentukan pola distribusi yang terbentuk dari suatu data berdasarkan data waktu antar kerusakan. Dilakukan dengan perhitungan Index of Fit r dengan mencari nilai r terbesar sehingga dipilih dan dianggap paling sesuai dengan pola distribusi tertentu berdasarkan waktu antar kerusakan. Pada tahap identifikasi distribusi, jenis distribusi yang digunakan adalah distribusi Eksponensial, Weibull, Normal, dan Lognormal dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting*.

Pola distribusi yang terbentuk dari hasil perhitungan index of fit pada komponen mesin silinder impression adalah distribusi Weibull, dan hasil perhitungan index of fit pada komponen suction head adalah distribusi Weibull, karena memiliki nilai r terbesar (Ebeling, 2019). Berikut ini adalah hasil rekapitulasi dari perhitungan index of fit untuk setiap komponen terpilih pada mesin *Heidelberg Speedmaster* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Index of Fot Distirbusi terpilih

Komponen	Eksponensial	Weibull	Normal	Log Normal	Distribusi Terpilih
Silinder <i>impression</i>	0,942937819	0,989274653	0,987766975	0,975856221	Weibull
Suction head	0,889619202	0,989235596	0,984332312	0,967117553	Weibull
Ink Rollers	0,958235397	0,981810334	0,964587507	0,968484070	Weibull
Silinder <i>Blanket</i>	0,888894244	0,985788335	0,980826890	0,964129895	Weibull

Dari hasil pengujian *index of fit* untuk setiap komponen kritis yang diuji, maka dapat disimpulkan distribusi yang terpilih adalah distribusi weibull dan dilihat dari nilai *index of fit* r terbesar.

Goodnest Of Fit

Setelah mengetahui pola distribusi yang terbentuk dari hasil pengujian index of fit r pada silinder impression, suction head, ink rollers dan silinder blanket. Didapatkan hasil hipotesis bahwa distribusi yang terbentuk adalah distribusi weibull. Untuk mengetahui hipotesis tersebut benar maka dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan uji Mann's Test (Ebeling, 2019).

Formula Hipotesis

H0: Data waktu antar kerusakan silinder impression berdistribusi Weibull

H1: Data waktu antar kerusakan silinder impression tidak berdistribusi Weibull Tingkat Kepercayaan (α) = 0.05

Kesimpulan : Hasil uji mann test, data waktu antar kerusakan silinder impression menunjukkan bahwa $F_{hitung} \leq$

$F_{tabel} (0,66 \leq 2,69)$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, yaitu data waktu antar kerusakan silinder impression berdistribusi Weibull.

Kesimpulan : Hasil uji mann test, data waktu antar kerusakan suction head menunjukkan bahwa $F_{hitung} \leq F_{tabel} (0,83 \leq 2,94)$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, yaitu data waktu antar kerusakan suction head berdistribusi Weibull.

Kesimpulan : Hasil uji mann test data waktu antar kerusakan komponen ink rollers menunjukkan bahwa F_{hitung}

$\leq F_{tabel} (0,70 \leq 3,14)$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, yaitu data waktu antar kerusakan komponen ink rollers berdistribusi Weibull.

Kesimpulan : Hasil uji mann test data waktu antar kerusakan komponen silinder blanket menunjukkan bahwa $F_{hitung} \leq F_{tabel} (0,82 \leq 3,44)$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, yaitu data waktu antar kerusakan komponen silinder blanket berdistribusi Weibull. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan Uji Mann Test dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 hasil perhitungan Uji Mann Test

Komponen Kritis	Distribusi	Uji Distribusi	Fhitung	Ftabel	Hasil
Silinder impression	Weibull	Mann Test	0.66	$F = 0.05, 13, 12 = 2.69$	H_0 Diterima
Suction head	Weibull	Mann Test	0.83	$F = 0.05, 11, 11 = 2.94$	H_0 Diterima
Ink rollers	Weibull	Mann Test	0.70	$F = 0.05, 10, 10 = 3.14$	H_0 Diterima
Silinder blanket	Weibull	Mann Test	0.82	$F = 0.05, 9, 8 = 3.44$	H_0 Diterima

Penentuan Estimasi Parameter

Penentuan nilai parameter berdasarkan distribusi kerusakan terpilih (Weibull) terdiri atas α dan β kedua parameter tersebut dicari nilainya dan berguna untuk menentukan waktu pengantiannya.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter

Komponen	Distribusi Terpilih	α	β
Silinder impression	Weibull	1698,1515	2,1635
Suction head	Weibull	2446,4619	5,0738
Ink Rollers	Weibull	2264,4516	1,0241
Silinder Blanket	Weibull	2557,6907	6,3239

Perhitungan Nilai MTTF (Mean Time To Failure)

Setelah pola distribusi terbentuk dan didapat nilai parameternya, dilakukan perhitungan nilai MTTF pada masing-masing komponen mesin kritis. Perhitungan nilai MTTF ini dilakukan untuk mengetahui waktu rata-rata kerusakan dari setiap komponen mesin. Berikut perhitungan nilai MTTF data berdistribusi Weibull untuk setiap komponen mesin. Rumus umum yang terdapat adalah sebagai berikut (Ebeling, 2019).

Tabel 6 Hasil perhitungan MTTF

No	Komponen	MTTF (Jam)	MTTF (Hari)
1	Silinder impression	1504	94
2	Suction head	2248	141
3	Ink rollers	2242	140
4	Silinder blanket	2380	149

Penentuan Jadwal Penggantian Komponen Kritis (Age Replacement)

Dalam menentukan kebijakan age replacement dilakukan perhitungan dengan mengikuti formula untuk mencari

downtime minimum ($D(tp)$) yang dirumuskan oleh Jardine (1973)

Perhitungan jadwal penggantian pencegahan untuk komponen silinder impression dengan model age replacement ini dilihat berdasarkan nilai $D(tp)$ atau unit waktu jika penggantian dilakukan pada interval tp . Dalam hal ini downtime terkecil dari komponen silinder impression adalah sebesar 1050 jam atau 66 hari maka umur dari komponen dapat bekerja optimal adalah sebesar nilai tp 1050 jam. Adapun hasil penentuan interval penggantian untuk komponen silinder impression dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Penentuan interval penggantian silinder

tp (Jam)	Tp	Tf	α	β	$F(tp)$	$R(tp)$	$M(tp)$	$1 - R(tp)$	$D(tp)$
1050	14,45	21,75	1698,151501	2,163471	0,297720	0,702280	0,353423	0,297720	0,022043312

Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas jadwal penggantian pencegahan optimal untuk komponen silinder impression dilakukan setiap 1050 jam 66 hari sekali. Jika dilihat dari waktu rata-rata kerusakan yang terjadi adalah sebesar 1504 jam atau 94 hari. jika dilakukan penentuan interval pencegahan dengan model age replacement interval penggantian

pengecahan lebih kecil dibandingkan dengan waktu rata-rata kerusakan. Hal ini bertujuan untuk meminimasi downtime yang terjadi dan menghindari kerusakan komponen mesin secara tiba-tiba.

Sedangkan perhitungan jadwal penggantian pencegahan untuk komponen suction head dengan model age replacement dalam hal ini downtime terkecil dari komponen suction head adalah sebesar 1645 jam atau 103 hari. Adapun hasil penentuan interval penggantian untuk komponen suction head dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Penentuan Interval Penggantian *Suction Head*

t_p (jam)	T_p	T_f	α	β	$F_{(tp)}$	$R_{(tp)}$	$M_{(tp)}$	$1 - R_{(tp)}$	$D_{(tp)}$
1645	12,45	19,75	2446,461852	5,073786	0,124956	0,875044	0,133481	0,124957	0,0091973639

Sedangkan perhitungan jadwal penggantian pencegahan untuk komponen *ink rollers* dengan model *age replacement* dalam hal ini *downtime* terkecil dari komponen *ink rollers* adalah sebesar 2026 jam atau 127 hari. Adapun hasil penentuan interval penggantian untuk komponen *ink rollers* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Penentuan Interval Penggantian *Ink Rollers*

t_p (jam)	T_p	T_f	α	β	$F_{(tp)}$	$R_{(tp)}$	$M_{(tp)}$	$1 - R_{(tp)}$	$D_{(tp)}$
2026	23,67	30,08	2264,4516	1,02409	0,590289	0,409711	0,8923032	0,590289	0,05199533039

Sedangkan perhitungan jadwal penggantian pencegahan untuk komponen silinder *blanket* dengan model *age replacement* dalam hal ini *downtime* terkecil dari komponen silinder *blanket* adalah sebesar 1746 jam atau 109 hari. Adapun hasil penentuan interval penggantian untuk komponen silinder *blanket* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Penentuan Interval Penggantian Silinder *Blanket*

t_p (jam)	T_p	T_f	α	β	$F_{(tp)}$	$R_{(tp)}$	$M_{(tp)}$	$1 - R_{(tp)}$	$D_{(tp)}$
1746	13,17	25,08	2557,690674	6,32386	0,0855471	0,9144529	0,0894295	0,0855471	0,0088084120

Tabel 11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Interval Penggantian

No	Komponen	$D(tp)$ min
1	Silinder <i>Impression</i>	0,0220435123
2	<i>Suction Head</i>	0,0091973639
3	<i>Ink Rollers</i>	0,0519953304
4	Silinder <i>Blanket</i>	0,0088084120

Rekapitulasi Age Replacement

Adapun rekapitulasi dari perhitungan age replacement untuk setiap komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 12 dan untuk total waktu penggantian setiap komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12 Rekapitulasi Age Replacement Mesin Heidelberg

Nama Komponen	α	β	T_p	T_f	t_i (jam)	t_i (hari)	$A(tp)$
Silinder <i>Impression</i>	1698.152	2.163471	14.45	21.75	1050	66	97.78%
<i>Suction Head</i>	2446.462	5.073786	12.45	19.75	1645	103	99.08%
<i>Ink Rollers</i>	2264.452	1.024086	23.67	30.08	2026	127	96.80%
Silinder <i>Blanket</i>	2557.691	6.323862	13.17	25.08	1746	109	99.12%

Tabel 13 Total Waktu Penggantian Age Replacement

Nama Komponen	Minimum Penggantian (Jam)	Minimum Penggantian (Hari)	Total Penggantian/Tahun	Downtime per sekali penggantian (Jam)	Waktu Total(Jam)	Downtime 5 Tahun
Silinder <i>Impression</i>	1050	66	5	23.145	105.8079	529.0395
<i>Suction Head</i>	1645	103	3	15.130	44.1473	220.7367
<i>Ink Rollers</i>	2026	127	2	64.823	153.5776	767.8879
Silinder <i>Blanket</i>	1746	109	3	15.379	42.2804	211.4019
Downtime Total Per tahun				118.477	345.8132	

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh total waktu penggantian dengan metode age replacement pada komponen silinder impression adalah 1050 jam atau 66 hari dengan total pergantian 5 kali per tahun dari hasil tersebut didapat ekspektasi downtime total sebesar 105,8079. Sedangkan total waktu penggantian dengan metode age replacement pada komponen suction head adalah 1645 jam atau 103 hari dengan total pergantian 3 kali per tahun dari hasil tersebut didapat ekspektasi downtime total sebesar 44,1473. Sedangkan total waktu penggantian dengan metode age replacement pada komponen ink rollers adalah 2026 jam atau 127 hari dengan total pergantian 2 kali per tahun dari hasil tersebut didapat ekspektasi downtime total sebesar 153,5776. Sedangkan total waktu penggantian dengan metode age replacement pada komponen silinder blanket adalah 1745 jam atau 109 hari dengan total pergantian 3 kali per tahun dari hasil tersebut didapat ekspektasi downtime total sebesar 42,2804.

E. SUMMARY / KESIMPULAN DAN SARAN .

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai perancangan penjadwalan dan penggantian pada komponen mesin kritis mesin Heidelberg Speedmaster dengan tujuan untuk minimasi downtime maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil perhitungan interval penggantian dengan menggunakan model *Age Replacement* pada komponen mesin kritis silinder impression didapatkan interval waktu penggantian (*Age Replament*) setiap 1050 jam atau 66 hari sekali (5 kali penggantian/tahun) dengan total downtime 105.8079 jam/tahun. Pada komponen mesin suction head didapatkan interval waktu penggantian (*Age Replament*) setiap 1645 jam atau 103 hari sekali (3 kali penggantian/tahun) dengan total downtime 44.1473 jam/tahun. Untuk komponen mesin ink rollers didapatkan interval waktu

penggantian (*Age Replalement*) setiap 2026 jam atau 127 hari sekali (2 kali penggantian/tahun) dengan total *downtime* 153.5776 jam/tahun. Dan untuk komponen mesin silinder blanket didapatkan interval waktu penggantian (*Age Replalement*) setiap 1746 jam atau 109 hari sekali (3 kali penggantian/tahun) dengan total *downtime* 42.2804 jam/tahun.

Tingkat (*Availability*) setelah dilakukan penjadwalan penggantian (*Replalement*) komponen mesin kritis pada komponen mesin Heidelberg Speedmaster. Pada komponen mesin silinder impression tingkat *Availability* penggantian sebesar 97.78 %. Pada komponen mesin suction head tingkat *Availability* penggantian sebesar 99.08 %. Pada komponen mesin ink rollers tingkat *Availability* penggantian sebesar 96.80 %. Dan pada komponen mesin silinder blanket tingkat *Availability* penggantian sebesar 99.12%.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa hal yang peneliti sarankan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan PT. Karyamanunggal Lithomas, antara lain:

Perusahaan perlu menerapkan tindakan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*), yaitu dengan cara melakukan penggantian pencegahan terhadap komponen-komponen kritis secara berkala. Interval waktu penggantian komponen kritis dengan metode *age replacement* untuk komponen mesin yang kritis.

Diperlukan penjadwalan perawatan secara rinci untuk mengurangi frekuensi *breakdown* dan total *downtime*, serta meningkatkan tingkat *availabilitas* dan *reliabilitas* pada mesin-mesin produksi.

Perusahaan perlu memperhatikan jumlah ketersediaan komponen kritis, agar komponen selalu tersedia sewaktu dilakukan penggantian.

Disarankan untuk mengubah paradigma atau pola pikir yang ada selama ini, bahwa kegiatan *maintenance* bukan hanya ada pada saat terjadi kerusakan mesin, tapi sangat penting untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin secara mendadak atau tiba-tiba.

REFERENCE / DAFTAR PUSTAKA [Times New Roman, 12 bold, space 1.5]

Chintya E. Kusmaningrum. Fifi H M. “Jadwal Perawatan *Preventive* Pada Mesin *Dyeing* Menggunakan Metode *Age Replacement* Di PT Nobel Industries”. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. Vol 4. No 2. April 2016. Hal 137-148.

- Deni M. “Analisa Dan Rancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek: Studi Kasus PT Liga Indonesia”. Jurnal Telematika Mkom, Volume 3. Oktober 2017.
- Ebeling C. 2019. “An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering”. Third Edition. Waveland Press, Inc.
- Firman A M. “Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Mesin Mixing Dalam Produksi Brick Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Pada PT Loka Refractories Wira Jawa Timur”. Juminten: Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi. Vol 2. No 1. Tahun 2021. Hal 144-155.
- Fransiskus T D A. “Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM Yogyakarta”.
Jurnal Rekayasa Sistem & Industri. Vol 2. No 2. April 2015. Hal 7-11.
- Jardine A. 2013. “Maintenance Replacement and Reliability”. Second Edition. CRC Press.
- Junaidichaniago.wordpress.com (2010). Cara Membaca Tabel F. Diakses pada 11 November 2020. Dari <https://junaidichaniago.wordpress.com/2010/04/22/download-tabel-f-lengkap/>
- Mulyono, Julius , Rahaju, Dini Endah Setyo , Siagian, Yulius Saolo (2009) PENETAPAN JADWAL PERAWATAN MESIN SPEED MASTER CD DI PT. DHARMA ANUGERAH INDAH (DAI) .WIDYA TEKNIK Vol. 8, No. 1, 2009 (97-106)
- Nidaru A F. Endang P W. “Penentuan Interval Perawatan Mesin Air Separation Plant Secara Preventive Downtime Maintenance Dengan Menggunakan Metode Age Replacement”. Juminten: Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi. Vol 1. No 3. Tahun 2020. Hal 153-164.
- Ragil P. Tedi H. “Usulan Preventive Maintenance Komponen Kritis Pada Mesin High Pressure Pump Di PT Dian Swasetika Sentosa Dengan Metode Group Replacement”. Jurnal Infomatek. Vol 21. No 2. Desember 2019. Hal 117-126.
- Rizky K. Putro F F. Evi F. “Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement”. Jurnal Teknik Industri. Vol 5. No 3. November 2017. Hal 273-286.
- Rona M K. “Perancangan Program Perawatan Yang Efektif Untuk Menurunkan Downtime Mesin Pada Lube Oil Blending Plant (Lobp)”. Jurnal Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi. Vol 50. No 3. Desember 2016. Hal 185-191.
- Ruchiyat I. Prasetyaningsih E. Chaznin R M. “Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin Blowing Dan Mesin Filling Menggunakan Teori Reliability Dan Model Age Replacement”. Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI). Vol 22. No 2. Tahun 2020. Hal 1-12. Talenta Publisher.
- Silalahi. 2009. “Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin-Mesin Pabrik Di PT Perkebunan Nusantara III PKS Rambutan Tebing Tinggi”. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Taufik dan Septiani. 2015. “Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin”. Padang. Jurnal Optimasi Sistem Industri. Universitas Andalas.
- Walpole and etc. 2016. “Probability & Statistics For Engineers & Scientists”. Ninth Edition. Pearson.
- Yanuar Y P. “Penentuan Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Volpack Menggunakan Metode Age Replacement”. Jurnal Teknik Industri. Vol 16. No 2. Agustus 2015. Hal 92-100. ISSN 1978-1431
Print/ISSN 2527-4112 Online.

Yugowati P. Iphov K S. dan Dewi M S. “Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada PT Artha Prima Sukses Makmur”. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Vol 14. No 1. Juni 2015. Hal 59-65. ISSN 1412-6869.