



Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan *Age Replacement*

Joko Tri Juwando¹, Jaka Purnama²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^{[1][2]}

DOI: 10.31004/jutin.v6i3.15768

✉ Corresponding author:

[1411900181@surel.untag-sby.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Pemeliharaan;
Downtime;
RCM;
Age

Pemeliharaan diperlukan untuk menjaga suatu mesin tetap dapat beroperasi dalam keadaan normal dalam jangka waktu tertentu. PT. Daesang Ingredients Indonesia memproduksi kemasannya di plant printing dengan bantuan mesin *rotogravure* printing, laminating dan slitting. Diperoleh total *downtime* 21.100 menit selama Maret 2021 hingga Maret 2023, sehingga terjadi penurunan produksi serta pembengkakan biaya karena pemeliharaan mesin bersifat *corrective*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan *preventive maintenance* dengan mengidentifikasi komponen kritis dan tindakan pemeliharaan yang optimal dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan melakukan formulasi interval pergantian komponen untuk meminimalisir *downtime* dengan *Age Replacement*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui komponen kritis adalah komponen *bearing*, *vanbelt* dan *slitting blade* dengan tindakan perawatan optimal *time direct*, sedangkan komponen slang dan *impression roller* dengan *condition direct*. Diperoleh formulasi interval pergantian komponen *bearing*, *vanbelt* dan *impression roller* mesin printing sebesar 23.000 menit, 49.000 menit dan 47.000 menit. Untuk komponen *bearing*, slang dan *vanbelt* mesin laminating sebesar 28.000 menit, 35.000 menit dan 44.000 menit. Sedangkan untuk komponen *slitting blade*, *bearing* dan *vanbelt* mesin slitting 80.000 menit, 120.000 menit dan 150.000 menit.

Abstract

Keywords:
Maintenance;
Downtime;
RCM;
Age

Maintenance is needed to keep a machine operating under normal conditions for a certain period of time. PT. Daesang Ingredients Indonesia produces its packaging at a printing plant with the help of rotogravure printing, laminating and slitting machines. A total downtime of 21,100 minutes was obtained from March 2021 to March 2023, resulting in a decrease in production and an increase in costs due to corrective machine maintenance. This study aims to

provide preventive maintenance proposals by identifying critical components and optimal maintenance actions using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method and formulating component replacement intervals to minimize downtime with Age Replacement. Based on the research results, it is known that the critical components are the bearing, vanbelt and slitting blade components with time direct optimal maintenance measures, while the hose components and impression rollers are condition direct. The formulation of the replacement interval for the bearing, vanbelt and impression roller printing machine components is 23,000 minutes, 49,000 minutes and 47,000 minutes. For bearing components, hoses and vanbelt laminating machines for 28,000 minutes, 35,000 minutes and 44,000 minutes. As for the components of the slitting blade, bearing and vanbelt slitting machine 80,000 minutes, 120,000 minutes and 150,000 minutes.

1. PENDAHULUAN

Kemasan adalah gambaran dari suatu produk, apabila kemasan memiliki cetakan yang bagus maka dapat menarik minat konsumen. Salah satu teknik percetakan kemasan produk adalah dengan mesin *rotogravure printing*, yaitu mesin yang mencetak desain dengan menggunakan *gravure cylinder*. Maka untuk mempertahankan kinerja mesin agar tetap berfungsi dengan normal diperlukan aktivitas untuk menjaga atau mempertahankan suatu mesin yang disebut perawatan (Sudrajat & Rahmatullah, 2020).

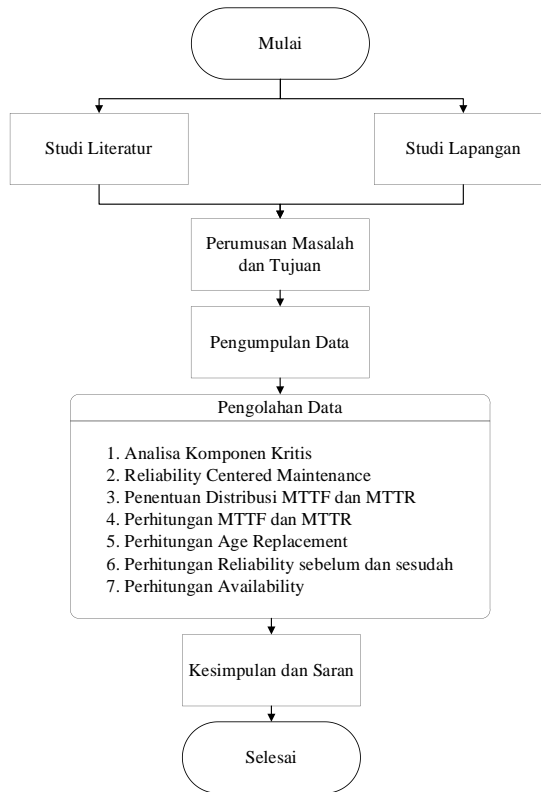
Dalam proses manufaktur *downtime* tidak dapat dihindari yaitu kondisi dimana terjadi kerusakan pada komponen mesin atau komponen mesin kembali beroperasi setelah dilakukan perbaikan atau penggantian yang ditandai dengan 2 indikasi yaitu awal perbaikan dan akhir perbaikan (Ben-Daya et al., 2016). Maka dari itu tujuan utama dari manajemen perawatan adalah untuk meminimalisir terjadinya *downtime*, sehingga keputusan dalam penggantian komponen menjadi kritis. Maka kemampuan suatu mesin agar dapat berfungsi dengan kondisi normal dalam waktu yang telah ditetapkan diperlukan dukungan dari gabungan *reliability*, perawatan dan kemampuan perawatan (Rausand et al., 2020).

PT. Daesang Ingredients adalah perusahaan yang memproduksi monosodium glutamat (MSG), sehingga perusahaan membutuhkan kemasan untuk produknya. Perusahaan memiliki departemen *printing* yang bertugas untuk memproduksi kemasan sesuai desain yang telah disetujui, departemen *printing* memiliki 3 mesin utama yang bekerja dengan sistem pneumatic yaitu *rotogravure printing*, mesin *extruder laminating*, dan mesin *slitting*. Berdasarkan data yang diperoleh selama bulan Maret 2021 hingga Maret 2023 ditemukan *downtime* selama 21.100 menit jam kerja sehingga menyebabkan gangguan selama produksi, penurunan hasil produksi dan pembengkakan biaya. Tindakan perawatan yang dilakukan perusahaan bersifat *corrective maintenance* yaitu tindakan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan kinerja mesin dengan mengurangi terjadinya *downtime* dengan menerapkan *preventive maintenance* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan *Age Replacement*.

RCM (Reliability Centered Maintenance) akan membantu ke suatu program *maintenance* yang fokusnya untuk mencegah terjadinya moda kegagalan yang sering terjadi dan pengembangan tindakan perawatan terhadap komponen kritis (Afdal et al., 2020). Kemudian untuk memformulasikan interval waktu penggantian komponen dilakukan dengan metode *Age Replacement* sehingga diperoleh waktu dengan kriteria minimasi *downtime* (Andrew & Albert, 2013). Dengan diperoleh waktu optimal dalam melakukan perawatan, maka perusahaan dapat melakukan penghematan biaya (Purnama et al., 2015).

Setiap perusahaan berusaha untuk meningkatkan hasil produksinya dengan berbagai cara, salah satunya dengan melakukan perawatan terhadap mesin sehingga dapat mengantisipasi terjadinya *downtime* selama proses produksi. Maka dari itu diharapkan dengan melakukan pemeliharaan dengan menggunakan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dapat menemukan tindakan optimal terhadap kerusakan yang terjadi dengan 5 tahap yaitu Fungsional Blok Diagram, Analisa Akar Penyebab Kegagalan, Analisa Efek Moda Kegagalan, Analisa Pohon Logika dan Pemilihan Tindakan (Kurniawan, 2013). Kemudian dengan metode *Age Replacement* dapat memformulasikan interval waktu penggantian komponen secara optimal.

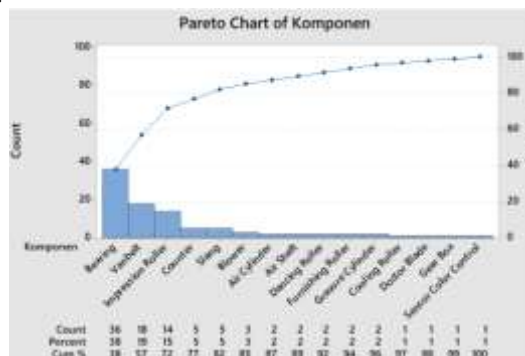
2. METODOLOGI



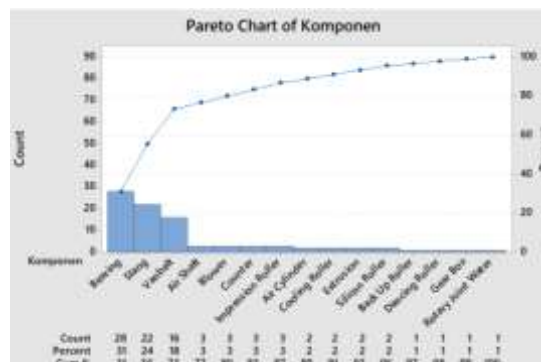
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A.) Analisa Komponen Kritis

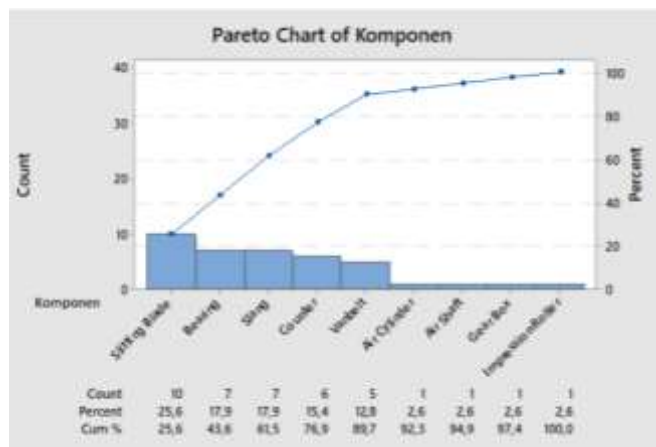
Untuk mengetahui komponen yang memiliki tingkat resiko tinggi maka dilakukan penentuan komponen kritis menggunakan diagram pareto berdasarkan data yang diperoleh selama pengumpulan data, penentuan komponen kritis sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Pareto Komponen Mesin Printing



Gambar 2. Diagram Pareto Komponen Mesin Laminating



Gambar 3. Diagram Pareto Komponen Mesin Slitting

Berdasarkan hasil diagram pareto pada gambar 1, 2 dan 3 diperoleh komponen kritis pada mesin produksi perusahaan sebagai berikut :

Table 1 Komponen Kritis Mesin Produksi

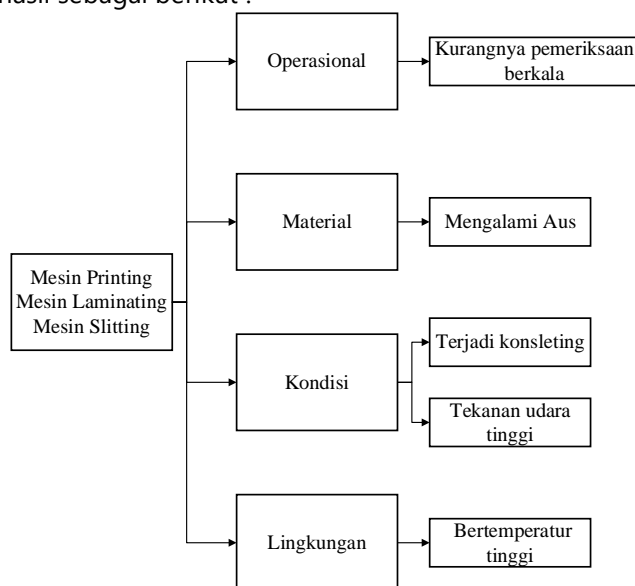
No	Mesin	Komponen
1	Printing	Bearing
2	Printing	Vanbelt
3	Printing	Impression Roller
4	Laminating	Bearing
5	Laminating	Slang
6	Laminating	Vanbelt
7	Slitting	Slitting Blade
8	Slitting	Bearing
9	Slitting	Slang

B.) Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance memiliki 5 tahap yaitu i.) Fungsional Blok Diagram, ii.) Analisa Akar Penyebab Kegagalan, iii.) Analisa Efek Moda Kegagalan, iv.) Analisa Pohon Logika dan v.) Pemilihan Tindakan.

i.) Fungsional Blok Diagram bertujuan menggambarkan sistem kerja dengan blok diagram untuk mengetahui fungsi tiap komponen dan keterkaitannya. Maka diperoleh hasil sebagai berikut :

ii.) Analisa Akar Penyebab Kegagalan bertujuan untuk menggambarkan akar penyebab masalah dari sistem kerja yang diteliti, diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 4. Analisa Akar Penyebab Kegagalan Mesin Produksi

iii.) Analisa Efek Moda Kegagalan bertujuan melakukan identifikasi kegagalan tiap komponen dan dilakukan analisa pengaruh terhadap *reliability* sistem tersebut dengan penilaian berdasarkan nilai *Risk Priority Number* yang diperoleh dari nilai $severity \times occurency \times detection$. Maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Table 2 Analisa Efek Moda Kegagalan Komponen Kritis

No	Komponen	Fungsi	Moda Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek dari Kegagalan	S	O	D	RPN
1	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	<i>Lifetime</i>	Mesin berhenti beroperasi	8	7	4	224
2	<i>Vanbelt</i>	Menghubungkan antar poros	<i>Vanbelt</i> akan aus	<i>Lifetime</i>	Mesin berhenti beroperasi	8	7	3	168
3	<i>Impression Roller</i>	Menekan gulungan bahan baku dengan cetakan	Impression Roller bergelombang	<i>Lifetime</i>	Hasil cetakan cacat	6	7	4	168
4	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	<i>Lifetime</i>	Mesin berhenti beroperasi	8	7	4	224
5	Slang	Mengalirkan udara ke sistem pneumatic	Slang bocor	Tekanan udara tinggi	Mesin tidak mendapatkan supply udara	3	5	3	45
6	<i>Vanbelt</i>	Menghubungkan antar poros	<i>Vanbelt</i> akan aus	<i>Lifetime</i>	Mesin berhenti beroperasi	8	7	3	168
7	<i>Slitting Blade</i>	Memotong bahan baku	Pisau tidak tajam	Pisau aus	Bahan baku tidak terpotong	7	4	6	168
8	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	<i>Lifetime</i>	Mesin berhenti beroperasi	8	7	4	224
9	Slang	Mengalirkan udara ke sistem pneumatic	Slang bocor	Tekanan udara tinggi	Mesin tidak mendapatkan supply udara	3	5	3	45

iv.) Analisa Pohon Logika bertujuan untuk menentukan tindakan perawatan yang optimal untuk diterapkan pada tiap moda kegagalan, penentuan pohon logika berdasarkan a.) *Evidents* (Apakah dalam keadaan normal operator dapat mengetahui terjadinya kegagalan), b.) *Safety* (Apakah kegagalan dapat membahayakan keselamatan kerja operator), c.) *Outage* (Apakah kegagalan dapat menyebabkan sistem berhenti beroperasi) dan d.) *Category* (Mengklasifikasikan akibat dari kegagalan yang terjadi terbagi menjadi 4, yaitu A) *Safety Problem*, B) *Outage Problem*, C) *Economic Problem* dan D) *Hidden Failure*. Maka diperoleh pohon logika sebagai berikut :

Table 3 Analisa Pohon Logika Komponen Kritis

No	Komponen	Fungsi	Moda Kegagalan	Evidents	Safety	Outage	Category
1	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	Y	N	Y	D
2	<i>Vanbelt</i>	Menghubungkan antar poros	<i>Vanbelt</i> akan aus	Y	N	Y	D
3	<i>Impression Roller</i>	Menekan gulungan bahan baku dengan cetakan	Impression Roller bergelombang	Y	N	Y	D
4	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	Y	N	Y	D
5	Slang	Mengalirkan udara ke sistem pneumatic	Slang bocor	Y	N	N	D
6	<i>Vanbelt</i>	Menghubungkan antar poros	<i>Vanbelt</i> akan aus	Y	N	Y	D
7	<i>Slitting Blade</i>	Memotong bahan baku	Pisau tidak tajam	Y	N	Y	D
8	<i>Bearing</i>	Menjaga poros untuk tetap berputar pada porosnya	<i>Bearing</i> akan aus	Y	N	Y	D
9	Slang	Mengalirkan udara ke sistem pneumatic	Slang bocor	Y	N	N	D

v.) Pemilihan Tindakan bertujuan untuk mengambil tindakan perawatan yang akan dilakukan berdasarkan beberapa kondisi sebagai berikut, 1.) Diketahuinya hubungan *age reliability*, 2.) *Time Direct* dapat diterapkan, 3.)

Condition Direct dapat diterapkan, 4.) Termasuk dalam moda kegagalan, 5.) Finding Failure dapat diterapkan, 6.) Tindakan yang dipilih efektif dan 7.) Dilakukan modifikasi pada mesin dapat menghilangkan kegagalan.

Table 4 Pemilihan Tindakan Komponen Kritis

No	Komponen	Analisa Kekritisitan							Task Selection
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Bearing	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
2	Vanbelt	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
3	Impression Roller	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Condition Direct
4	Bearing	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
5	Slang	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Condition Direct
6	Vanbelt	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
7	Slitting Blade	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
8	Bearing	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Time Direct
9	Slang	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	Condition Direct

C.) Penentuan Distribusi MTTF dan MTTR

Sebelum menghitung nilai MTTF (Mean Time to Failure) dan MTTR (Mean Time to Repair) diperlukan penentuan distribusi untuk melakukan perhitungan sesuai distribusinya. Pada tahap ini dilakukan uji goodness of fit dengan bantuan software minitab 18 untuk mendapatkan nilai Anderson-Darling yang terkecil sehingga diperoleh distribusi data sesuai untuk tiap komponen. Diperoleh hasil sebagai berikut :

Table 5 Nilai Anderson-Darling MTTF

No	Mesin	Komponen	Nilai Anderson-Darling	Distribusi
1	Printing	Bearing	0,329	Weibull
2	Printing	Vanbelt	0,303	Normal
3	Printing	Impression Roller	0,276	Lognormal
4	Laminating	Bearing	0,331	Lognormal
5	Laminating	Slang	0,231	Lognormal
6	Laminating	Vanbelt	0,222	Lognormal
7	Slitting	Slitting Blade	0,195	Lognormal
8	Slitting	Bearing	0,465	Normal
9	Slitting	Slang	0,253	Normal

Table 6 Nilai Anderson-Darling MTTR

No	Mesin	Komponen	Nilai Anderson-Darling	Distribusi
1	Printing	Bearing	1,78	Lognormal
2	Printing	Vanbelt	1,79	Lognormal
3	Printing	Impression Roller	1,14	Lognormal
4	Laminating	Bearing	1,44	Lognormal
5	Laminating	Slang	1,57	Weibull
6	Laminating	Vanbelt	1,79	Weibull
7	Slitting	Slitting Blade	0,251	Weibull
8	Slitting	Bearing	0,369	Lognormal
9	Slitting	Slang	0,212	Normal

D.) Perhitungan MTTF dan MTTR

Selanjutnya menetapkan parameter tiap distribusi yang diperoleh dari software minitab 18 dan melakukan perhitungan sesuai distribusinya sebagai berikut :

Distribusi Normal : MTTF atau MTTR = μ

Distribusi Lognormal : MTTF atau MTTR = $tmed. e^{\frac{s^2}{2}}$

Distribusi Weibull : MTTF atau MTTR = $\theta. \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$

Diperoleh hasil sebagai berikut :

Table 7 Hasil Perhitungan MTTF

No	Komponen	Distribusi	St. Dev	Parameter		MTTF (menit)
1	Bearing	Weibull	13673,4	$\beta=2,35$	$\theta=33677,1$	29843,3

2	Vanbelt	Normal	22920,1	$\mu=61750$	61750
3	Impression Roller	Lognormal	25269,3	Median=63360	$s=0,351$ 67383,1
4	Bearing	Lognormal	23710	Median=33120	$s=0,642$ 40717,4
5	Slang	Lognormal	31995,9	Median=41760	$s=0,623$ 50716,6
6	Vanbelt	Lognormal	49070,8	Median=43200	$s=0,811$ 60016,5
7	Slitting Blade	Lognormal	72240	Median=89280	$s=0,697$ 113827,3
8	Bearing	Normal	53597,5	$\mu=158160$	158160
9	Slang	Normal	13,9	$\mu=164640$	164640

Table 8 Hasil Perhitungan MTTR

No	Komponen	Distribusi	St. Dev	Parameter	MTTR (menit)
1	Bearing	Lognormal	13673,4	$\beta=2,35$ $\theta=33677,1$	81,13
2	Vanbelt	Lognormal	22920,1	$\mu=61750$	64,21
3	Impression Roller	Lognormal	25269,3	Median=63360 $s=0,351$	66,4
4	Bearing	Lognormal	23710	Median=33120 $s=0,642$	101,28
5	Slang	Weibull	31995,9	Median=41760 $s=0,623$	45,8
6	Vanbelt	Weibull	49070,8	Median=43200 $s=0,811$	78,82
7	Slitting Blade	Weibull	72240	Median=89280 $s=0,697$	104,23
8	Bearing	Lognormal	53597,5	$\mu=158160$	96,96
9	Slang	Normal	13,9	$\mu=164640$	30,7

E.) Perhitungan Age Replacement

Setelah diperoleh hasil perhitungan nilai MTTf dan MTTR maka dilakukan perhitungan dengan metode *Age Replacement* untuk mendapatkan nilai pergantian komponen dengan kriteria minimasi *downtime*, sebagai berikut :

$$D(tp) = \frac{Tp.R(tp)+Tf.(1-R(tp))}{(tp+Tp).R(tp)+(M(tp)+Tf).(1-R(tp))}$$

$$D(28000) = \frac{(101,28 \times 0,60307) + (101,28 \times 0,39693)}{(28000 + 101,28) \times 0,60307 + (1025807 + 101,28) \times 0,39693}$$

$$= 0,001755$$

Dengan perhitungan sesuai distribusi maka diperoleh nilai min D(tp) sebagai berikut :

Table 9 Hasil Perhitungan Age Replacement Komponen Kritis

No	Komponen	Distribusi	tp (menit)	Min D(tp)
1	Bearing	Weibull	23000	0,00179
2	Vanbelt	Normal	49000	0,00066
3	Impression Roller	Lognormal	47000	0,00063
4	Bearing	Lognormal	28000	0,00175
5	Slang	Lognormal	35000	0,00064
6	Vanbelt	Lognormal	44000	0,0097
7	Slitting Blade	Lognormal	80000	0,656
8	Bearing	Normal	120000	0,388
9	Slang	Normal	150000	0,124

F.) Perhitungan Reliability sebelum dan sesudah

Tahap berikutnya adalah perhitungan *reliability* sebelum dan sesudah berdasarkan distribusinya untuk mengetahui tingkat keandalan komponen mesin pada waktu tertentu, sehingga dapat meminimalisir terjadinya *downtime*, sebagai berikut :

$$R(tp) = 1 - \theta \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right)$$

$$R(tp) = 1 - \theta \left(\frac{1}{0,64268} \ln \frac{30000}{33120} \right)$$

$$= 0,5612$$

$$R(t-nT) = 1 - \phi \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t-nT}{t_{med}} \right)$$

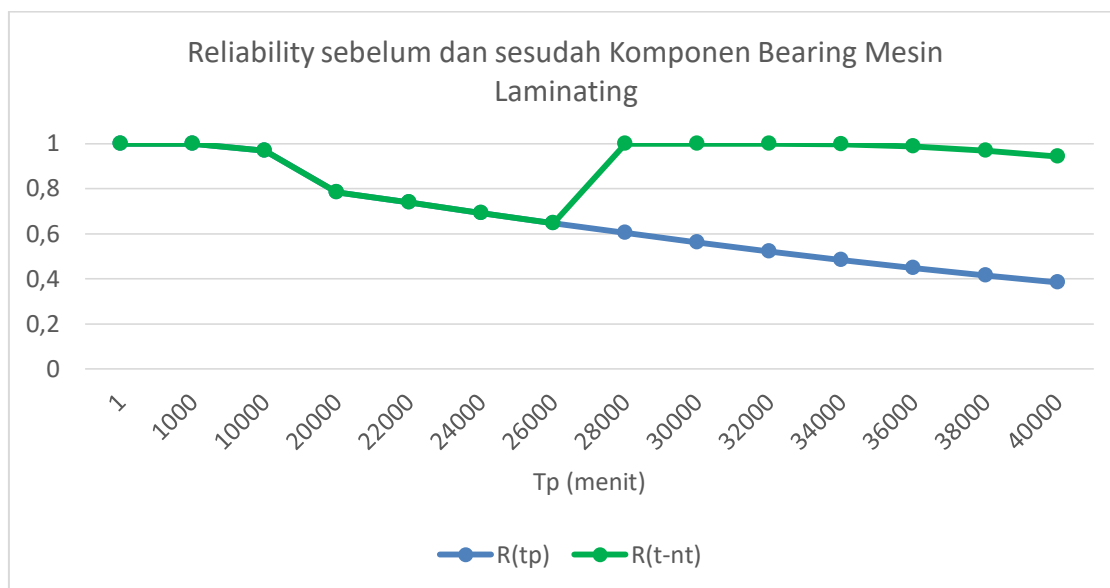
$$R(t-nT) = 1 - \phi \left(\frac{1}{0,64268} \ln \frac{30000 - 1 \times 28000}{33120} \right)$$

$$R(t-nT) = 0,99$$

Maka diketahui tingkat *reliability* komponen *bearing* menit ke-30000 sebelum dilakukan pergantian komponen adalah 0,5612 dan tingkat *reliability* setelah dilakukan pergantian komponen adalah 0,99. Berdasarkan perhitungan dengan masing-masing distribusi diperoleh hasil sebagai berikut :

Table 10 Hasil Perhitungan *Reliability* sebelum dan sesudah

No	Komponen	Distribusi	t (menit)	T (menit)	R(tp)	R(t-nT)
1	Bearing	Weibull	25000	23000	0,61	0,99
2	Vanbelt	Normal	55000	49000	0,61	0,99
3	Impression Roller	Lognormal	51000	47000	0,73	0,99
4	Bearing	Lognormal	30000	28000	0,56	0,99
5	Slang	Lognormal	38000	35000	0,56	0,99
6	Vanbelt	Lognormal	46000	44000	0,47	0,99
7	Slitting Blade	Lognormal	90000	80000	0,56	0,99
8	Bearing	Normal	130000	120000	0,7	0,99
9	Slang	Normal	160000	150000	0,52	0,94



Gambar 5 Grafik *Reliability* sebelum dan sesudah

Berdasarkan gambar 5 grafik biru menunjukkan nilai $R(tp)$ yaitu nilai *reliability* sebelum dilakukan *preventive maintenance* seiring berjalannya waktu nilai *reliability* mengalami penurunan hingga dilakukan pergantian komponen pada menit ke 28000 meningkatkan nilai *reliability* ke kondisi optimal seperti pada grafik hijau yang menunjukkan nilai $R(t-nT)$ yaitu nilai setelah dilakukan *preventive maintenance*, hal ini juga berlaku untuk komponen lainnya.

G.) Perhitungan *Availability*

Tahap terakhir adalah menghitung nilai *availability* berdasarkan frekuensi pemeriksaan dan interval waktu penggantian komponen, berikut nilai *availability* tiap komponen :

$$\begin{aligned}
 \text{Availability} &= A(n) \times A(tp) \\
 &= 0,983 \times 0,99 \\
 &= 0,98
 \end{aligned}$$

Table 11 Hasil Perhitungan *Availability* Komponen Kritis

No	Mesin	Komponen	A(n)	A(tp)	Availability
1	Printing	Bearing	0,983	0,99	0,981
2	Printing	Vanbelt	0,99	0,99	0,990
3	Printing	Impression Roller	0,99	0,99	0,991
4	Laminating	Bearing	0,98	0,99	0,982
5	Laminating	Slang	0,99	0,99	0,994
6	Laminating	Vanbelt	0,99	0,99	0,989
7	Slitting	Slitting Blade	0,98	0,99	0,989
8	Slitting	Bearing	0,99	0,99	0,992

No	Mesin	Komponen	A(n)	A(tp)	Availability
9	Slitting	Slang	0,99	0,99	0,998

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan identifikasi jenis-jenis komponen kritis mesin produksi plant printing Perusahaan meliputi : Komponen kritis mesin printing adalah *bearing*, *vanbelt* dan *impression roller*, untuk mesin laminating adalah *bearing*, *slang* dan *vanbelt*, sedangkan mesin slitting adalah *slitting blade*, *bearing*, dan *slang*.
2. Hasil formulasi interval waktu pemeliharaan pada mesin guna menjadwalkan pemeliharaan sebagai berikut : Komponen *bearing*, *vanbelt*, dan *impression roller* mesin printing memiliki nilai MTTR sebesar 82 menit, 65 menit, dan 67 menit, sedangkan pergantian komponen untuk minimasi downtime adalah 23.000 menit, 49.000 menit dan 47.000 menit. Komponen *bearing*, *slang* dan *vanbelt* mesin laminating memiliki nilai MTTR sebesar 101,3 menit, 46 menit dan 79 menit, sedangkan pergantian tiap komponen untuk minimasi *downtime* adalah 28.000 menit, 35.000 menit dan 44.000 menit. Dan komponen *slitting blade*, *bearing* dan *slang* mesin slitting memiliki nilai MTTR sebesar 104 menit, 97 menit dan 31 menit, sedangkan pergantian komponen untuk minimasi *downtime* adalah 80.000 menit, 120.000 menit dan 150.000 menit.

5. SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan adalah mengimplementasikan usulan pemeliharaan mesin dari peneliti sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin, mengurangi jumlah *downtime* mesin produksi plant printing dan mengetahui tindakan pemeliharaan yang optimal terhadap komponen. Lalu saran untuk peneliti selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data lebih banyak dan melakukan perhitungan biaya kerugian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, Sunaryo, Japri, & Hakim, L. (2020). Penerapan RCM pada Kompresor dalam Sistem Kriogenik. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 3(1), 16–25.
- Andrew, K. S. J., & Albert, H. C. T. (2013). *Maintenance, Replacement, and Reliability*.
- Ben-Daya, M., Kumar, U., & Murthy, P. D. . (2016). *Introduction to Maintenance Engineering. Modelling, Optimization and Management*. Wiley.
- Kurniawan, F. (2013). *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Graha Ilmu.
- Purnama, J., Putra, Y. A., & Kalamollah, M. (2015). Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISBN*, 115–126.
- Rausand, M., Barros, A., & Hoyland, A. (2020). *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*. Wiley.
- Sudrajat, A., & Rahmatullah, G. M. (2020). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri* (N. F. Atif (ed.)). PT. Refika Aditama.