

PREVENTIVE MAINTENANCE PADA KOMPONEN KRITIS MESIN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE

Wresni Anggraini^{1*} Risvaldi²

^{1, 2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

*Email: wresni_anggraini@ymail.com

Abstrak

Salah satu kunci sukses pada bisnis penerbitan dan percetakan koran adalah ketepatan waktu koran sampai pada konsumen. PT. Riau Graindo Pekanbaru merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan dan penerbitan koran, salah satu produknya adalah koran Riau Pos dengan jaringan pemasaran hampir diseluruh kabupaten dan kota di Riau. Dalam rentang waktu Januari hingga Desember 2013 terjadi 291 kali kerusakan pada komponen-komponen mesin web. Fungsi mesin web sangat vital dalam proses produksi di PT. Riau Graindo, yaitu berfungsi untuk melakukan pencetakan dan pewarnaan kertas. Dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance, penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen-komponen kritis pada mesin web, kemudian menghitung reliability komponen agar dapat ditentukan jadwal penggantian komponen. Hasil penelitian menunjukkan urutan komponen mesin web yang paling kritis, yaitu; roll tinta, roll air, blangket, gear besar, gear kecil, bealting utama, bealting kecil dan bearing roll air. Nilai reliability komponen saat dilakukan penggantian adalah roll tinta 0.46; roll air 0.45; blangket 0.44; gear besar 0.42; gear kecil 0.47; bealting utama 0.49; bealting kecil 0.49; dan bearing roll air 0.47. Diusulkan penjadwalan penggantian komponen, yaitu roll tinta 104.5 jam; roll air 118.5 jam; blangket 114.5 jam; gear besar 536.8 jam; gear kecil 415.3 jam; bealting utama 176 jam, bealting kecil 218 jam, dan bearing roll air 206.5 jam, sehingga dengan adanya penjadwalan penggantian komponen, kerusakan-kerusakan komponen kritis selama proses produksi Koran berlangsung dapat dihindari.

Kata kunci: penjadwalan, perawatan, komponen, reliability

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

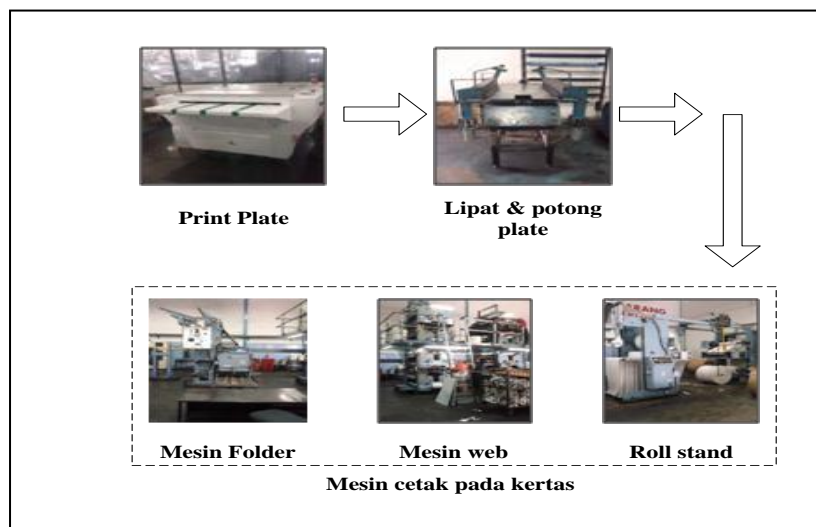
PT. Riau Graindo merupakan sebuah anak perusahaan dari PT. Riau Pos, yang bergerak pada pada bidang percetakan koran harian Riau Pos. Pada saat dilakukan penelitian pendahuluan, PT. Riau Graindo Pekanbaru menerapkan sistem pemeliharaan *breakdown maintenance*, yaitu melakukan perbaikan dan penggantian komponen mesin ketika terdapat kerusakan, selain itu juga dibantu dengan aktivitas rutin setiap hari yaitu semua aktifitas yang berkaitan dengan pembersihan dan aktivitas rutin harian seperti pemberian pelumasan.

PT. Riau Graindo memiliki 5 jenis mesin dengan fungsi yang berbeda dalam melakukan operasinya, yaitu :

1. Mesin *Print Plate* (CTCP / CTP)
Proses awal dimulai dari *file* berita *diprint* (disalin) pada mesin CTCP/CTP untuk dipindahkan pada lembaran *plate* yang ukurannya telah ditentukan.
2. Mesin Lipat *Plate*
Plate kemudian dilipat pada pinggirnya guna untuk peletakan *plate* pada *roll* saat melakukan percetakan selanjutnya.
3. Mesin *Roll Stand* (DGM 430)
Mesin ini berfungsi sebagai tempat peletakan bahan baku kertas yang kemudian ditranfer ke mesin *web*.
4. Mesin *Web* (Mesin Cetak)
Kertas yang dikirim dari mesin *roll stand* kemudian dicetak pada mesin *web*, yang mana pada mesin ini terbagi lagi atas 4 tingkat yakni pemberi warna merah, warna biru, warna kuning, dan warna hitam, yang fungsinya adalah memberikan warna pada koran.

5. Mesin *Folder*

Mesin *folder* berfungsi sebagai mesin pelipat koran sekaligus pemotong koran yang telah dicetak pada kertas yang tidak terputus, tahap selanjutnya barulah koran di *packing* dan dikirim (ekspedisi). Aliran proses produksi proses mencetak koran di PT. Riau Graindo, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Proses Produksi
(Sumber: PT. Riau Graindo Pekanbaru)

Proses pada mesin *roll stand*, mesin *web*, dan mesin *folder* saling berkaitan satu sama lain. Apabila salah satu mesin mengalami kerusakan dan proses produksi terhenti maka mesin yang lain juga akan terhenti, dengan demikian proses produksi dapat dilanjutkan kembali setelah mesin dilakukan perbaikan. Semakin lama waktu perbaikan atau penggantian komponen mesin produksi maka akan semakin lama pula proses produksi terhenti. Jenis kerusakan mesin dan frekuensinya dapat dilihat pada table 1.:

Tabel 1. Jenis Kerusakan dan Frekuensi Kerusakan Januari - Desember 2013

No	Jenis Mesin	Kerusakan	Frek
1	Mesin <i>Print Plate</i>	1. Mesin <i>print plate error</i>	7
2	Mesin <i>Lipat Plate</i>	1. Mesin pelipat longgar	11
			7
3	Mesin <i>Roll Stand</i>	1. <i>Roll</i> penghubung antar kertas error	
		2. Mesin pengangkat <i>roll</i> kertas rusak	14
		1. <i>Elektrik reastance</i> (<i>roll</i> yang langsung bersentuhan dengan kertas)	24
		2. <i>Roll micromatic</i>	
		3. <i>Roll</i> tinta rusak (robek)	
		4. <i>Ass roll</i> tinta longgar	19
		5. <i>Roll</i> air rusak	42
		6. <i>Ass roll</i> air longgar	24
4	Mesin <i>Web</i>	7. Motor air rusak	
		8. <i>Blengket</i>	37
		9. <i>Bealting reducer</i> haus	21
		10. <i>Bealting reducer</i> keluar poros	10
		11. Mesin penarik kertas rusak	33
		12. Tombol <i>switch error</i>	24
		13. <i>Gear</i> utama (besar) pecah	
		14. <i>Gear</i> kecil sumbing (pecah)	19

		10
		8
		10
		10
5	Mesin Folder	
	1. <i>Cutting rubber</i>	26
	2. Mesin penarik kertas rusak	9
	Jumlah	365

1.2 Tujuan Penelitian

- Menentukan komponen kritis pada mesin web di PT. Riau Graindo Pekanbaru
- Menentukan nilai kehandalan dari komponen mesin web (mesin cetak) yang kritis
- Menentukan penjadwalan penggantian komponen kritis pada mesin web (mesin cetak)

2. METODOLOGI

Reliability Centered Maintenance adalah sistematis proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilaksanakan untuk memastikan setiap fasilitas dapat terus menjalankan fungsinya dalam operasionalnya. RCM berfokus pada *preventive maintenance* (PM) terhadap kegagalan yang sering terjadi (Widyaningsih, 2011).

Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance* (M. Sayuti, dkk. 2013) yaitu:

- Membentuk desain yang berhubungan supaya dapat memfasilitasi *preventive maintenance*
- Mendapatkan informasi yang berguna untuk meningkatkan desain dari produk atau mesin yang ternyata tidak memuaskan, yang berhubungan dengan kehandalan.
- Membentuk PM dan tugas yang berhubungan yang dapat mengembalikan kehandalan dan keamanan pada levelnya semula pada saat terjadinya penurunan kondisi peralatan atau sistem.
- Mendapatkan semua tujuan diatas dengan total biaya yang minimum.

Tahap dalam *Reliability* (RCM)

a. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pemilihan sistem dapat didasarkan pada beberapa aspek kriteria (Azis, dkk. 2009) yaitu:

- Sistem yang mendapat perhatian yang tinggi karena berkaitan dengan masalah keselamatan (*safety*) dan lingkungan
- Sistem yang memiliki *preventive maintenance* dan atau biaya *preventive maintenance* yang tinggi.
- Sistem yang memiliki tindakan *corrective maintenance* dan atau biaya *corrective maintenance* yang banyak.

b. Defenisi Batasan Sistem (*System Boundary Definition*)

Defenisi Batasan Sistem digunakan untuk mendefenisikan batasan–batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), berisi tentang apa yang harus dimasukkan dan yang tidak dimasukkan ke dalam sistem sehingga semua fungsi dapat diketahui dengan jelas dan perumusan *system boundary definition* yang baik dan benar akan menjamin keakuratan proses analisis sistem (Azis, 2009).

c. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional

Deskripsi sistem dan diagram blok merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama sistem yang berupa blok-blok yang berisi fungsi-fungsi dari setiap subsistem yang menyusun sistem tersebut.

d. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional (*System Function and Functional Failure*)

Fungsi (*function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan (Azis, 2009).

e. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berpotensi untuk timbul, menentukan pengaruh resiko kecelakaan kerja, dan mengidentifikasi tindakan untuk memitigasi resiko tersebut (Crow, 2002 dalam Kustiyaningsih, 2011). *Risk Priority Number* merupakan produk matematis dari tingkat keparahan, tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan pengaruh, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Untuk mendapatkan nilai RPN, dapat ditunjukkan dengan persamaan dibawa ini:

$$\boxed{RPN = S \times O \times D} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keteramgan:

S = *Severity*.

O = *Occurance*.

D = *Detection*.

Melalui nilai RPN ini akan memberikan informasi bentuk kegagalan atau kecelakaan kerja yang mendapatkan prioritas penanganan.

f. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Tujuan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penangan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya (Hendro Asisco, 2012).

g. Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tugas pencegahan secara teknis tidak menguntungkan untuk dilakukan, tindakan standar yang harus dilakukan bergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Berdasarkan hasil penghitungan frekuensi kerusakan pada mesin, diketahui bahwa frekuensi kerusakan terbanyak adalah pada mesin Web. Frekuensi kumulatif kerusakan mesin dapat dilihat pada table 2. Berdasarkan frekuensi kerusakan terbanyak, maka penelitian difokuskan pada mesin Web

Tabel 2. Frekuensi Kumulatif Kerusakan Mesin Periode Januari-Desember 2103

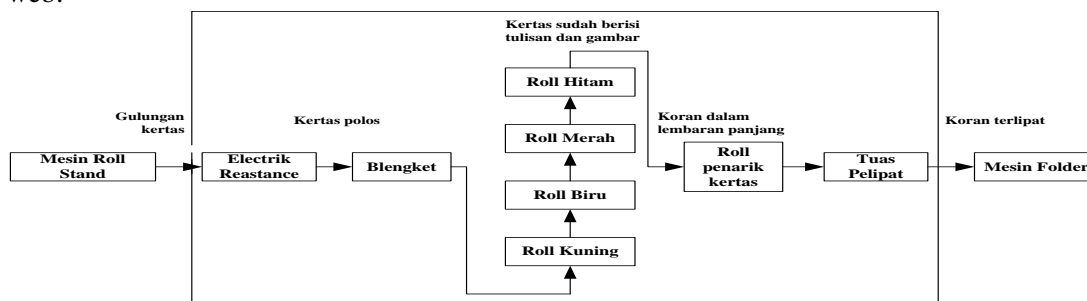
No	Jenis Mesin	Frek. Kerusakan	Persentase (%)	Persen Kumulatif (%)
1	Web	291	79,73	79,73
2	Folder	35	9,59	89,32
3	Roll Stand	21	5,75	95,07
4	Lipat Plate	11	3,01	98,08
5	Print Plate	7	1,92	100
	Total	365	100	

3.2 Defenisi Batasan Sistem

Sistem kerja dari mesin web dimulai dari masuknya kertas yang dikirim dari mesin *rollstand*, kemudian kertas melewati mesin penarik kertas dari mesin *rollstand*, sehingga nanti dialirkan ke *roll* warna kuning, selanjutnya diteruskan pada *roll* warna biru, merah, dan hitam, dan terakhir melewati tuas pelipat kertas sebelum masuk ke mesin folder. Maka secara keseluruhan sistem pada mesin web ada input, proses dan *output*. Input dari sistem ini adalah kertas polos yang dialirkan dari mesin *rollstand*, kemudian masuk pada proses memberikan tinta pada tulisan dan gambar baik itu warna merah, biru, dan lain-lain, dan *output* dari mesin web adalah kertas yang sudah berisi berita-berita dalam bentuk lembaran panjang.

3.3 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (*Functional Blok Sistem*)

Fungsi dari mesin web merupakan fungsi yang sangat penting, karena mesin ini berperan dalam memberikan tinta pada tulisan dan gambar pada kertas koran yang menentukan baik buruknya kualitas hasil cetakan koran. Gambar 2. menunjukkan fungsi blok diagram dari mesin web.



Gambar 2. Fungsi Blok Diagram Mesin Web

3.4 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional (*System Function And FunctionFailure*)

Tabel 3. menunjukkan fungsi dan kegagalan fungsional dari mesin Web.

Tabel 3. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi Subsystem

No	No. Fungsi	Uraian Fungsi / Kegagalan Fungsi
1.	<i>Electric Reastance</i>	
1.1		Fungsinya yaitu sebagai <i>roll</i> penarik kertas yang disalurkan dari mesin <i>roll stand</i> ke mesin web
1.1.1		Kertas tidak mampu tertarik dari stasiun <i>roll stand</i> ke stasiun web
1.1.2		Tersangkutnya kertas menuju mesin web dan aliran kertas tidak pada jalurnya
2.	<i>Roll Micromatic</i>	
2.1		Pengatur tingkat ketebalan tinta yang dikeluarkan saat mencetak dan Tempat diletakkannya <i>plate</i> yang sebelumnya telah di <i>print</i> pada mesin <i>print plate</i>
2.1.1		Tinta yang dikeluarkan tidak merata
2.1.2		<i>Plate</i> yang dipasangkan lepas dari <i>roll micromatic</i>

3.	<i>Roll Tinta</i>	
3.1		Mencetak memberikan goresan tinta untuk tulisan dan gambar pada kertas
	3.1.1	Tidak mampu mencetak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan
	3.1.2	Hasil cetakan warna tidak merata
4.	<i>Bak Tinta</i>	
4.1		Tempat tinta diletakkan, setiap <i>roll</i> tinta memiliki tempat panampung tinta masing-masing (warna kuning, warna biru, warna merah, dan warna hitam)
	4.1.1	Bak tidak mampu menampung tinta
	4.1.2	Bak panampung tinta miring
5.	<i>Roll Air</i>	
5.1		menghasilkan cetakan pada koran (tulisan dan gambar) bersih dan jernih, dan juga berfungsi mengalirkan air ke bak penampung air
	5.1.1	Tidak mampu mencetak dengan hasil yang bersih dan jernih
	5.1.2	Perputaran <i>roll</i> air tidak stabil
6.	<i>Bak Penampung Air</i>	
6.1		Menampung air dan berfungsi dalam pertukaran air selama proses produksi berlangsung
	6.1.1	Bak penampung tak mampu menampung air
	6.1.2	Pertukaran (perputaran) air tidak berjalan dengan baik
7.	<i>Blengket</i>	
7.1		Berfungsi dalam mencetak yaitu agar cetakan tidak terjadi membayang baik itu tulisan maupun gambar
	7.1.1	Tidak mampu berfungsi dengan baik, disebabkan karena <i>setting</i> -nya error (tidak pada posisi yang telah ditetapkan)
8.	<i>Bealting Reducer</i>	
8.1		Meneruskan putaran dari motor penggerak ke komponen-komponen mesin
	8.1.1	Tidak mampu memutar komponen mesin
	8.1.2	Putaran komponen mesin sering loss, tidak berputar dengan baik
9.	<i>Tombol Switch On/Off</i>	
		Sebagai tombol untuk mengoperasikan atau menjalankan semua komponen yang saling terhubung antara yang satu dengan yang lain
	9.1.1	Tombol <i>switch</i> tidak dapat difungsikan
10.	<i>Gear Penggerak Mesin Web</i>	
10.1		Menggerakkan mesin produksi, baik itu <i>roll</i> tinta, <i>roll</i> air, maupun <i>roll micrometic</i>
	10.1.1	<i>Gear</i> besar utama pecah atau sumbing
		1
	10.1.2	<i>Gear</i> kecil pecah atau sumbing
		2

3.5 Failure Mode and Effect Analysis

Digunakan untuk mengidentifikasi *Functions*, *Functional Failures*, *Failure Modes*, *Failure Effect*, serta menghitung nilai RPN (*risk priority number*).

$$RPN = S \times O \times D$$

Ket.

S = *Severity*

O = *occurence*

D = *Detection*

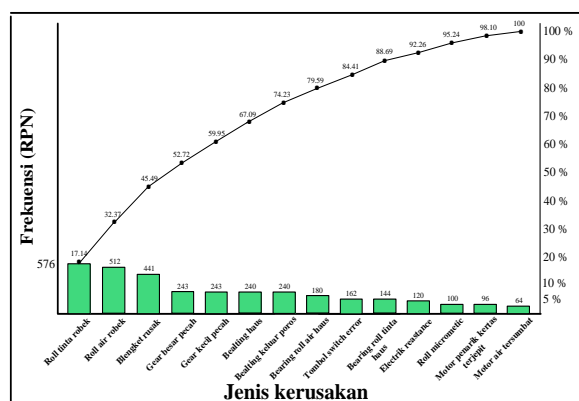
$$\text{Persen (\% RPN)} = \frac{\text{Nilai RPN}}{\text{Total nilai RPN}}$$

$$\text{Persen kumulatif} = \% \text{ RPN sebelum} + \% \text{ RPN selanjutnya}$$

Tabel 4. Frekuensi Jenis Kerusakan Mesin Periode Januari-Desember 2103

No	Jenis Kerusakan	Nilai RPN	Persen (%)	Persen Kumulatif (%)
1	Roll tinta robek	576	17.14	17.14
2	Roll air robek	512	15.23	32.37
3	Blenket rusak	441	13.12	45.49
4	Gear besar pecah	243	7.23	52.72
5	Gear kecil pecah	243	7.23	59.95
6	Bealting haus	240	7.14	67.09
7	Bealting keluar poros	240	7.14	74.23
8	Ass/bearing roll air haus	180	5.36	79.59
9	Tombol switch error	162	4.82	84.41
10	Ass/bearing roll tinta error	144	4.28	88.69
11	Electric reastance	120	3.57	92.26
12	Roll micrometric Motor penarik	100	2.98	95.24
13	kertas tersangkut /terjepit	96	2.86	98.10
14	Motor air tersumbat	64	1.90	100.00
	Total	3361	100 %	

Diagram pareto



Gambar 3.5.1 Diagram Pareto

Dari penyusunan FMEA dan pembuatan diagram pareto di atas diketahui bahwa berdasarkan konsep diagram pareto yaitu 80:20 maka yang termasuk ke dalam 80% ada 8 jenis kerusakan yaitu *roll tinta robek*, *roll air robek*, *blenket rusak*, *gear besar pecah*, *gear kecil pecah*, *bealting haus*, *bealting keluar poros*, *ass/bearing roll air haus*.

3.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Tujuan *Logic Tree Analysis (LTA)* adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

Tabel 5. Kategori Jenis Kerusakan

No	Kategori	Frek. kerusakan	Persentase
1	A	-	0%
2	B	11	61,1%
3	C	5	27,8%
4	D/B	2	11,1%
Total		18	100%

Pada tabel 5. diketahui bahwa 61,1% jenis kerusakan yang terjadi mengakibatkan kerugian yang signifikan dengan disertai terjadinya berhentinya mesin beroperasi (*outage*), 27,8% kerusakan mengakibatkan kerugian yang tidak begitu parah, dan 2% kerusakan yang tersembunyi (*hidden failure*) namun mengakibatkan kerugian yang signifikan.

3.7 Pemilihan Tindakan (*Task Selection*)

Pada tahap ini proses yang dilakukan adalah menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan yang telah terjadi di PT. Riau Graindo Pekanbaru.

Berdasarkan pengolahan, maka diperoleh hasil yaitu 10 komponen dari 14 komponen (71,42% dari seluruh komponen yang ada) termasuk dalam kategori tindakan perawatan *time directed*, yaitu tindakan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan komponen yang didasarkan pada waktu atau umur komponen. Kemudian 2 komponen (14,29% dari semua komponen) termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed*, yaitu perawatan komponen yang dilakukan dengan mendeteksi kerusakan, apabila dalam kerusakan ditemukan kerusakan, maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen, dan 2 komponen lagi termasuk dalam kategori *run tu failure*, yaitu kondisi dimana apabila kerusakan terjadi, maka akan dibiarkan komponen tersebut hingga mengalami kegagalan, karena dilihat dari kemudahan dalam hal pemasangan dan tidak ditemukannya tindakan ekonomis yang dapat mencegah kerusakan.

3.8 Penjadwalan Penggantian Komponen

Hasil rekap dari pengolahan menggunakan software minitab16, adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Usulan Penjadwalan Penggantian Komponen Mesin

No	Jenis Kerusakan	Distribusi	Usulan Penggantian komponen (Jam)
1	Roll tinta robek	Lognormal	104,5
2	Roll air robek	Weibull	114,5
3	Blengket rusak	Lognormal	114,5
4	Gear besar pecah	Lognormal	536,8.
5	Gear kecil pecah	Weibull	415,3
6	Bealting haus	Lognormal	176
7	Bealting keluar poros	Normal	218,5
8	Bearing roll air haus	Weibull	206,5

Jadwal penggantian komponen yang mengalami kerusakan ditentukan berdasarkan pada nilai perhitungan dan umur ekonomis dari komponen pada pengolahan data waktu kerusakan menggunakan aplikasi minitab 16, yang tahapan awal penjadwalan adalah menentukan pola distribusi, setelah diketahui distribusi data maka tahap selanjutnya adalah menentukan *reliability* dan penentuan penjadwalan penggantian komponen.

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengolahan terhadap data kerusakan komponen, maka didapatkan urutan komponen yang paling kritis, yaitu; *Roll tinta*, *roll air*, *Blengket*, *Gear besar*, *Gear kecil*, *Bealting* utama haus, *Bealting* keluar poros, dan *Bearing roll air*.

- b. Berdasarkan pengolahan data *downtime* mesin, maka diperoleh kehandalan (*reliability*) komponen sebelum dilakukan penggantian, yaitu; roll tinta 0,46; roll air 0,45; *blengket* 0,44; *gear* besar 0,42; *gear* kecil 0,47; *bealting* utama 0,49; *bealting* kecil 0,49; dan *bearing roll* air 0,47.
- c. Metode RCM merekomendasikan penjadwalan untuk penggantian komponen kritis *roll* tinta adalah setiap 104,5 jam, *roll* air 118,5 jam, *blengket* 144, jam, *gear* besar 536,8 jam, *gear* kecil 415,3 jam, *bealting* utama 176 jam, *bealting* kecil 218,5 jam, dan *bearing roll* air 206,5 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Asisco, Hendro. Amar. dan Perdana., *Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim*. Jurnal Teknik Industri – Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta. 2012.
- Azis, Mohammad Tahril., Suprawhardana. dan Purwanto., *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy*. Semai V SDM Teknologi Nuklir. ISSN : 1978 – 0176. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. November 2009.
- Darmo, Suryo., *Manajemen Perawatan dan Pemeliharaan Mesin Industri*. e-book Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2009.
- Handoko, T., Hani., *Manajemen Personalia dan Perusahaan*. 1994 Hasriyono, Miko., *Evaluasi Efektivitas dengan Penerapan Total Produktive Maintenance (TPM) Di PT. Hadi Baru*. Skripsi Fakultas Teknik – Universitas Sumatra Utara. Medan. 2009.
- Nasution, Arman Hakim., *Manajemen Industri*. Yogyakarta. 2006
- Nuha, Ulin. Mustajib. dan Ansori., *Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Adiluhung*. Jurnal Teknik Industri – Universitas Trunojoyo Madura. Bangkalan. 2013.
- Sayuti, M. Muhammad, dan Rifa'i., *Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin dengan Menggunakan Metode Reliability Cenered Maintenance Pada PT. Z*. Jurnal Teknik Industri. Vol. 2, No. 1, ISSN : 2302 – 934X. Universitas Malikussaleh. Aceh. 2013.
- Wahyudi, Didik. Dkk., *Analisi Perawatan Unit Pembangkitan Gresik Unit III Dengan Metode Reliability Centered Maintenance*. Semai VI SDM Teknologi Nuklir. ISSN : 1978 – 0176. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. November 2010.
- Widyaningsih, Sri Astuti., *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Kehandalan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Skripsi Fakultas Teknik – Universitas Indonesia. Depok. 2011.