

IMPLEMENTASI RCM PADA MESIN SHIFTING REVERSE MILL DAN HV CONTINOUS MILL GUNA MENGURANGI UNPLANNED DOWNTIME PADA PROSES Pengerolan BAJA

Arif Subekti¹, Khoirunisa Argoningrum², Mohamad Hakam³, Renanda Nia Rachmadita⁴, Umami Habibah⁵

Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya^{1,2,3,5}

Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya⁴

Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya

E-mail: ariefbektia@ppns.ac.id

ABSTRAK

Shifting Reverse mill dan HV Continous mill termasuk jenis mesin rol yang memiliki cara kerja berbeda dalam satu alur produksi Flat bar dan Round bar di PT. Jatim Taman steel, Gresik, Jawa Timur. Kerusakan mendadak menyebabkan Unplanned Downtime pada produksi. Penelitian dianalisa berlandaskan History Maintenance bulan September 2017 sampai 2019 dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk mengetahui keandalan dan Maintenance task yang tepat. Semua Komponen dianalisa menggunakan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). FMEA adalah teknik engineering yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan dan mengurangi permasalahan dari sistem, desain, atau proses sebelum permasalahan terjadi yang didalamnya mencakup score RPN (Risk Priority Number) sebagai landasan penentuan komponen kritis sebelum menjalani tahap RCM Decision Worksheet dan Analisa kuantitatif keandalan dengan Preventive Maintenance.

Kata Kunci: FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Pengerolan baja, RCM (Reliability Centered Maintenance)

ABSTRACT

Shifting Reverse mills and HV Continuous mills are types of roller machines that have different ways of working in one production line. Flat bar and round bar at PT. Jatim Steel Park, Gresik, East Java. A sudden breakdown causes unplanned downtime in production. The research was analyzed based on historical maintenance from September 2017 to 2019 using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method to determine the reliability and proper maintenance tasks. All components were analyzed using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). FMEA is an engineering technique used to identify, prioritize, and reduce problems from a system, design, or process before they occur, which includes an RPN (Risk Priority Number) score as the basis for determining critical components before undergoing the RCM Decision Worksheet stage and quantitative analysis of reliability with preventive maintenance.

Keyword: FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), RCM (Reliability Centered Maintenance), Steel rolling

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Jatim Taman Steel plan 2 merupakan salah satu Industri baja yang bergerak dibidang Pengerollan Baja Canai Panas penghasil Flat bar dan Round bar yang terletak di Gresik, Jawa Timur. Flat bar dan Round bar merupakan bahan baku yang dibutuhkan industri komponen otomotif. Mesin Shifting Reverse mill dan HV Continous mill merupakan dua mesin rol baja dengan cara kerja yang berbeda dalam satu alur proses produksi pengerolan baja di PT Jatim Taman Steel mulai dari Billet sehingga menjadi produk Flat bar dan Round bar.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, Proses pengerolan dapat berhenti secara tiba tiba karena kerusakan mendadak, sehingga terjadi Unplanned

Downtime. Berdasarkan Data "History Maintenance Machine and Equipment Record" dari bulan September 2017- September 2019 ada 55 kasus downtime yang disebabkan kegagalan fungsi mekanik pada mesin Shifting Reverse mill dan HV Continous mill sehingga mengurangi waktu produksi sebanyak 4079 menit.

Melalui penggunaan metode Reliability Centered Maintenance (RCM), dapat diperoleh informasi apa yang harus dilakukan untuk menjamin mesin/peralatan dapat beroperasi dengan baik. Hasil yang diharapkan dalam pengimplementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) kedalam manajemen perawatan adalah untuk mendapatkan strategi dan rekomendasi perancangan kegiatan pada setiap perawatan komponen mesin Shifting Reverse mill dan HV Continous mill. Strategi dan

rekomendasi tersebut sangat berguna untuk menurunkan *Unplanned downtime* yang terjadi pada mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill*.

1.2 Metode Penelitian

1.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu yang digunakan penelitian ini dilakukan pada saat studi lapangan maupun pengambilan data "*History Maintenance Machine and Equipment Report Data*" dari bulan September 2017 sampai September 2019. Pengambilan data dilakukan di PT. Jatim Taman steel plan 2 di Gresik, Jawa Timur. Serta pengerjaan analisa dilakukan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).

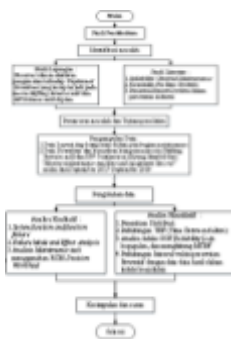
1.3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Dalam penelitian ini, variabel yang ditentukan adalah:

1. Data TTF (*Time to Failure*), dimana berapa kali mesin atau sistem pada saat pengoperasian mengalami sebuah kegagalan.
2. Data TTR (*Time to Repair*), dimana waktu pengecekan atau perbaikan suatu komponen sampai digunakan kembali.

1.3.3 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan pengerjaan penelitian, maka dibuat flowchart seperti Gambar 1:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

1.3.4 Langkah-langkah Penelitian

1. Studi pendahuluan

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan informasi dan diskusi-diskusi dengan perusahaan. Studi pendahuluan akan dijadikan sebagai pijakan awal dalam melakukan tahapan berikutnya terkait dengan identifikasi permasalahan utama yang terjadi di perusahaan.

2. Identifikasi masalah

Observasi Identifikasi permasalahan dilakukan dengan mengkaji proses pengolahan baja pada mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill* yang melakukan *rolling* 24 jam beberapa hari untuk mencukupi pemesanan.

3. Studi lapangan dan studi literatur

Studi Lapangan bertujuan untuk mengobservasi dan melakukan pengamatan langsung terhadap aktivitas maintenance saat terjadinya *Unplanned Downtime* maupun kegiatan *preventive maintenance* berlangsung. Dimana hasil observasi tersebut dapat didiskusikan dengan supervisor terkait perawatan mesin yang dilakukan sehingga kerusakan-kerusakan dapat ditemukan saat kegiatan *preventive maintenance* yang berlangsung pada mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill*. Tahap selanjutnya adalah studi literatur yang bertujuan untuk mendapatkan informasi sebagai landasan teoritis yang mendukung penelitian, baik dari buku, jurnal maupun penelitian penelitian sebelumnya.

4. Perumusan masalah

Tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah yang dijadikan objek dalam penelitian ini dan menentukan tujuan spesifik dari penelitian yang akan dilaksanakan.

5. Tahap Pengumpulan data

Pada tahap ini data yang digunakan adalah data dari bulan September 2017 sampai dengan September 2019. Data-data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- (a) Data Komponen pada sistem mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill*.
- (b) Data *Downtime* dan kerusakan mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill* yang diambil dari *History Maintenance Machine and Equipment Record* mulai dari September 2017-September 2019.

6. Pengolahan data

(a) Analisa kualitatif

Berdasarkan data-data yang didapat akan dilanjutkan dengan proses analisis kualitatif. Analisa kualitatif merupakan suatu metode yang akan dilakukan dengan menggali informasi tentang fungsi dari suatu komponen dan menganalisa penyebab kegagalan komponen melakukan fungsinya. Identifikasi dalam dampak mode kegagalan dari sebuah komponen terhadap sistem diperlukan analisa FMEA dan RCM *Decision worksheet*.

(b) Analisa kuantitatif

Analisa kuantitatif dilakukan dengan bantuan software Weibull++6 untuk mengetahui interval waktu perawatan. Dimulai dari penentuan distribusi, perhitungan *Time Between failure*, analisa indeks PDF, *Reliability*, laju kegagalan, dan menghitung MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan Perhitungan Interval waktu perawatan Preventif dengan data-data hasil olahan indeks keandalan.

7. Identifikasi Masalah

Setelah keseluruhan proses penelitian selesai dilakukan, maka tahap akhir adalah membuat kesimpulan dari semua proses yang dijalani dengan menuliskan hasil akhir dari penelitian yang menjawab tujuan penelitian di awal. Selain itu juga diberikan saran terkait penelitian apa yang hendak

dilakukan sebagai bentuk tindak lanjut dari penelitian yang dilakukan saat ini..

2. PEMBAHASAN

2.1 Hasil Pengumpulan Data Kerusakan

Berdasarkan data dari “*History Maintenance machine and Equipment Report*” yang didokumentasikan Departemen Maintenance dari bulan September 2017-September 2019 ada 55 kali *Unplanned Breakdown Time*. Frekuensi yang didapatkan di area *Shifting Reverse mill* sebanyak 29 kali di 7 komponen *Shifting Reverse mill*. Bagian area tersebut yaitu *Descaller, Front working Table, Front Turner, Gear box and Stand SRM, Rear Working Table, Rear Turner* dan *Exit Transfer*. Sedangkan Frekuensi yang didapatkan pada komponen di area *HV Continous mill* terdapat 26 kali di 10 komponen area *Maintenance HV Continous mill*. Bagian area tersebut yaitu *Run in Roller Table, Turner, Stand 2 Vertical, Stand 5 Horizontal, Stand 9 Horizontal, Flying Crop Shear 2, Looper 1, Looper 2, Looper 3, dan Dividing shear*.

2.2 Hasil Analisa Kualitatif

(a) Penentuan komponen kritis dari analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Dari RPN (*Risk Priority Number*) yang telah didapatkan dari analisa *failure mode and effect analysis* pada setiap komponen, dapat ditentukan komponen yang kritis. RPN (*Risk Priority Number*) dari setiap mode kegagalan komponen di suatu mesin telah ditemukan, maka diperhitungkan rata-rata RPN (*Risk Priority Number*) setiap komponen untuk menemukan rerata RPN (*Risk Priority Number*) di suatu mesin. Rata-rata RPN (*Risk Priority Number*) di suatu mesin itulah yang menjadi patokan dalam penentuan komponen kritis. Jika terdapat RPN (*Risk Priority Number*) suatu komponen diatas rata-rata RPN (*Risk Priority Number*) mesin, maka komponen tersebut merupakan komponen kritis. Berikut adalah tabel rata-rata RPN dan penentuan komponen kritis area *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill*.

Tabel 1. Rata-rata RPN dan penentuan komponen kritis mesin *Shifting Reverse Mill*

No	Komponen	Mode Kegagalan	S	O	D	RPN	\bar{Y} RPN
1	Descaler	Solenoid Valve dan pipa-pipa pneumatic kotor	3	6	5	90	63
		Plunger lepas dan rames rusak	3	6	2	36	
2	Front Working Table	Pen lepas	6	6	3	108	126
		Plat support dan baut lepas	6	6	4	144	
3	Rear Working Table	Stopper pada support working table rusak dan lepas	6	6	3	108	108

4	Front Turner	Rantai turning putus dengan connecting line	8	7	6	336	339
		Bearing rusak	6	5	10	300	
		Motor turning rusak	8	6	10	480	
		Baut coushening kendor	8	6	3	144	
		Hose bocor	6	6	2	72	
		Veyor tersangkut	9	6	10	540	
		Cylinder push up rusak	8	6	10	480	
5	Rear Turner	Pipa hidrolik retak	6	6	10	360	231
		Drat lepas dan aus	8	6	5	240	
		Drat tidak sesuai	8	6	3	144	
		2 Hose pecah dan 1 rusak	6	6	2	72	
		Neple hose motor hidrolik putus	7	6	10	420	
		Solenoid valve kotor	8	6	10	480	
		Cylinder liner aus	8	6	5	240	
6	Gearbox dan SRM	Hose pinching open sobek	8	6	3	144	374
		O ring pada connector hose motor penggerak roll pinch putus	6	6	3	108	
		Coupling encoder stand shift pecah	7	6	10	420	
		Piston cylinder lepas	6	6	10	360	
		Solenoid valve kotor, baut spindle putus, stopper pecah	9	6	3	162	
		Solenoid valve macet dan rusak	9	6	3	162	
		Double neple pada coolant di stand shifting patah	6	6	10	360	
7	Exit Transfer	Baut penghubung coupling ke spindle patah	10	6	10	600	180
		Spindle tidak dapat berputar sesuai ketetapan putaran yang ditransmisikan oleh coupling	9	6	10	540	
Rata-rata RPN pada <i>Shifting Reverse Mill</i>							203

Tabel 2. Rata-rata RPN dan penentuan komponen kritis mesin *HV Continous mill*

No	Komponen	Mode Kegagalan	S	O	D	RPN	\bar{Y} RPN
1	Run in roller table	Gearbox Roll no. 38 pecah	5	6	5	150	150
2	Turner	Pinch roll agak terbuka	9	6	5	270	350

		Baut cover box pada pinch roll putus	8	6	10	480	
		Regulator tertutup	9	6	10	540	
		Cylinder pinching bocor	8	6	7	336	
		O ring pada motor turning sobek	7	6	3	126	
3	Stand 2 vertikal	Gear box pada stand 2v rusak	9	6	10	540	486
		Bearing gearbox stand 2v lepas	9	6	8	432	
4	Stand 5 horizontal	Roll macet	5	6	10	300	270
		Hose sobek	8	6	5	240	
5	Flying crop shear 2	Roll macet	9	6	5	270	270
6	Looper 1	Pen putus	9	6	2	108	373
		Dudukan roll looper lepas	9	6	10	540	
		Baut adjust looper 1 lepas	9	6	8	432	
		Plat table pada looper lepas	9	6	10	540	
		Seal solenoid valve rusak	8	6	5	240	
		Kick looper kerja lambat	9	6	7	378	
7	Looper 2	Double roll kick macet	9	6	3	162	272
		Drat pada rumah baut pengunci rool looper aus	9	6	5	270	
		Baut pengunci looper bengkok	8	6	8	384	
8	Looper 3	Roll macet	9	6	4	216	251
		Pen pengunci block putus	9	6	3	162	
9	Stand 9 horizontal	Steel pad aus	8	6	7	336	240,5
		Baut pada liner dan slide rail lepas	8	6	6	288	
10	Dividing shear	Pisau aus	7	7	2	98	169
		Pisau overlap	4	6	10	240	
Rata-rata RPN pada HV Continuous mill							283

(b) Rekomendasi maintenance task

Maintenance task merupakan hasil dari analisa pada pengisian reliability centered maintenance decision worksheet. Berikut contoh RCM decision

worksheet pada salah satu komponen kritis yaitu stand 2 vertikal dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. RCM Decision worksheet

RCM Decision Worksheet														
Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed task	
							S1	S2	S3					
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4		
1	1A	1A1	N	Y	Y	Y	N	Y	N			Y	Y	Pembongkaran, pengecekan dan perbaikan gear box, Scheduled restoration task
1	1A	1A2	N	Y	Y	Y	Y	N	N			Y		Pelepasan support penahan spindle stand 2 vertikal dan pembuatan blank untuk penutup instalasi pipa line input gear box, Scheduled on condition task

Rekomendasi maintenance task diklasifikasikan untuk tiap failure mode yang terjadi pada setiap komponen kritis dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rekomendasi maintenance task

No	Kategori	Failure mode
1	Scheduled on condition task	Baut cushening kendor, Solenoid valve kotor, Bearing gearbox 2v lepas, Kick looper kerja lambat
2	Scheduled restoration task	Cylinder push up rusak, Pipa hydraulic retak, Drat lepas dan aus, Coupling encoder stand shift pecah, Piston cylinder lepas, Plat penghubung spindle carrier dan yoke patah, Pinch roll agak terbuka, Regulator tertutup, Dudukan roll looper lepas, Plat table pada looper lepas, Seal solenoid valve rusak
3	Scheduled discard task	Rantai turning putus dengan connecting line, Bearing rusak, Motor turning rusak, Hose bocor, Veyor tersangkut, Drat tidak sesuai, 2 Hose pecah 1 rusak, Neple hose motor, Hydraulic putus, Cylinder liner aus, Hose pinching open sobek, O ring pada connector hose motor penggerak, Roll pinch putus, Solenoid valve kotor, Baut spindle putus, Stopper patah, Solenoid valve macet dan rusak, Baut penghubung coupling ke spindle patah, Double neple patah, Baut cover box pada pinch roll putus, Cylinder pinching bocor, O ring pada motor turning sobek, Pen putus, Baut adjust looper 1 lepas
4	Failure finding	-
5	Redesign	Gearbox pada stand 2v rusak
6	No schedule maintenance	-

2.3 Hasil Analisa Kuantitatif

Tahap selanjutnya yaitu dihitung TBF (*Time Between Failure*), dan dirangkum seperti contoh pada salah satu komponen kritis yaitu *front turner* seperti Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Waktu antar kegagalan front turner

Component	No	Shutdown	Restore	TBF (hour)	TTR (hour)
Front Turner	1	30-Oct-17	30-Oct-17	0	0.5
	2	13-Nov-17	13-Nov-17	336	0.8
	3	23-Dec-17	23-Dec-17	960	1.8
	4	1-Oct-18	1-Oct-18	6768	1.6
	6	11-Dec-18	11-Dec-18	1704	0.1
	5	20-Dec-18	20-Dec-18	216	0.7
	7	22-Jan-19	22-Jan-19	792	0.3
	8	24-Jan-19	24-Jan-19	48	0.5
	9	19-Feb-19	19-Feb-19	624	0.6
	10	15-Jul-19	15-Jul-19	3504	1.4
	11	12-Sep-19	12-Sep-19	1416	0.9
	12	15-Oct-19	15-Oct-19	792	3.1

Berdasarkan data waktu antar kegagalan pada Tabel 5, didapatkan ranking distribusi yang direkomendasikan oleh *Reliasoft Weibull* seperti Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Uji distribusi

No	Komponen	Jenis Distribusi	Parameter					
			β	η	ρ	μ	σ	λ
1	Front Turner	Weibull 2	0.8499	1469.9704	0.9859	-	-	-
2	Rear Turner	Lognormal			0.9922	6.8878	11.2998	
3	Gear box and Stand Shifting Reverse mill	Exponential 1	-	-	0.9199	-	-	0,0003
4	Turner	Normal	-	-	0.9199	3570.0002	2810.0863	
5	Stand 2 Vertical	Exponential 1	-	-	0.9872	-	-	0,0105
6	Looper 1	Exponential 1	-	-	0.9199	-	-	0,0003

(Sumber: Hasil perhitungan software *ReliaSoft Weibull++*)

Dari distribusi dan parameter diatas, MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan *reliability* dapat dihitung menggunakan beberapa rumus berikut:

(a) Distribusi Weibull 2

$$F(t) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right\}$$

$$R(t) = \exp\left\{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right\}$$

(b) Distribusi Lognormal

$$F(t) = \exp\left\{-\frac{(\ln t)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

$$R(t) = 1 - \exp\left\{-\frac{(\ln t)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

(c) Distribusi Normal

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

(d) Distribusi Exponential 1

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

Hasil perhitungan MTBF dan *Reliability* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan MTBF dan Reliability pada komponen kritis

No	Component	MTBF (hour)	R(t) MTBF
1	Front turner	1593	0,3428
2	Rear turner	5308	0,0013
3	Gearbox and stand shifting reverse mill	3333	2,720
4	Turner	3570	6,5471E-08
5	Stand 2 vertical	95	2,724
6	Looper 1	3333	2,718

2.4 Hasil Analisa Keandalan dengan Preventive Maintenance

Keandalan dengan pertimbangan *Preventive maintenance* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R(t) = \exp\left\{-\lambda t\right\}$$

Keterangan:

n = jumlah perawatan

t = waktu

T = interval waktu penggantian kerusakan

R(t) = keandalan (*reliability*) tanpa *preventive maintenance*

R(T) = peluang dari keandalan hingga *preventive maintenance* pertama

R(t - nT) = Probabilitas ketahanan selama jangka waktu t - nT yang telah ditentukan sebelumnya pada kondisi awal

Rm(t) = keandalan (*reliability*) dengan *preventive maintenance*

Berikut merupakan hasil perhitungan *reliability* tanpa *preventive maintenance* dan *reliability* dengan interval waktu *preventive maintenance*. Efisiensi peningkatan di setiap komponen kritis mempengaruhi keputusan rekomendasi *preventive maintenance* yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Keandalan komponen kritis tanpa preventive maintenance dan dengan preventive maintenance

No	Komponen	Interval waktu Preventive maintenance (jam)	R(t)	Rm(t)	Efisiensi Peningkatan	Rekomendasi Preventive maintenance
1	Front Turner	168	0.751	0.727	-	Tidak
2	Rear Turner	336	1.097	1.463	14.34%	Ya
		120	1.177	1.592	15%	Ya
3	Gear box and stand Shifting Reverse mill	672	13.01	5089.224	92.85%	Ya
		336	26.96	10178.448	99.4%	Ya
4	Turner	336	1.058	1.229	7.44%	Ya
		72	1.137	1.329	7.83%	Ya
5	Stand 2 Vertikal	672	0.379	4.154	77.4%	Ya
		168	1.348	16.618	85%	Ya
6	Looper 1	672	13.01	5089.508	99.48%	Ya
		168	47.178	20358.04	99.76%	Ya

Perbandingan pada pengeluaran biaya interval waktu *preventive maintenance* pada setiap komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 9:

Tabel 9. Perbandingan biaya interval waktu preventive maintenance pada komponen kritis

No	Komponen	Interval waktu Preventive maintenance (jam)	Biaya Gaji teknisi	Biaya penggantian komponen	Total biaya
1	Rear Turner	336	Rp.3.631,333	Rp.110,753	Rp.3,742,086
		120	Rp.10,195,667	Rp.102,362	Rp.10,298,029
2	Gear box and stand Shifting Reverse mill	672	Rp.1.815,667	Rp.25,725,982	Rp.27,541,649
		336	Rp.3.631,333	Rp.51,451,964	Rp.55,083,298
3	Turner	336	Rp. 3,631,33	Rp.121,164	Rp. 3,752,497
		72	Rp.16,899,667	Rp.112,000	Rp.17,011,667
4	Stand 2 Vertikal	672	Rp 1,815,667	Rp.782,143	Rp. 2,597,810
		168	Rp.7,262,667	Rp.195,536	Rp. 7,458,202
5	Looper 1	672	Rp 1,815,667	Rp.8,264,643	Rp.10,080,310
		168	Rp.7,262,667	Rp.33,058,571	Rp.40,321,238

Dari perbandingan biaya diatas dapat disimpulkan:

- Biaya *preventive maintenance* pada *rear turner interval* 120 jam lebih rendah dengan penghematan biaya sebesar 46.84 % dibandingkan biaya dari *preventive maintenance* 336 jam.
- Biaya *preventive maintenance* pada komponen *Gear box and Stand Shifting Reverse mill interval* 672 jam lebih rendah dengan penghematan biaya sebesar 33% dibandingkan biaya dari *preventive maintenance* 336 jam.
- Biaya *preventive maintenance* pada komponen *turner interval* 336 jam lebih rendah dengan penghematan biaya sebesar 20.47% dibandingkan biaya dari *preventive maintenance* 72 jam.
- Biaya *preventive maintenance* pada komponen *Stand 2 vertikal interval* 672 jam lebih rendah dengan penghematan biaya sebesar 50.4% dibandingkan biaya dari *preventive maintenance* 168 jam.
- Biaya *preventive maintenance* pada komponen *Looper 1 interval* 672 jam lebih rendah dengan penghematan biaya sebesar 60% dibandingkan biaya dari *preventive maintenance* 168 jam.

3. KESIMPULAN

- Dari proses analisa kegagalan menggunakan *failure mode and effect analysis* dan pemberian *score RPN* menghasilkan pengelompokkan untuk komponen kritis yang dapat melalui analisa lebih lanjut. Komponen kritis pada *Shifting Reverse mill* yaitu komponen *front turner, rear turner, dan gearbox and shifting reverse mill*. Komponen kritis pada *HV Continous mill* yaitu komponen *turner, stand 2 Vertikal dan looper 1*.
- Dari analisa data secara kuantitatif yang telah dianalisa menggunakan perangkat lunak *Reliasoft Weibull++ 6* dapat diketahui nilai rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF*) masing-masing komponen dengan keandalannya yaitu:
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF front turner* adalah 1593 jam dengan keandalan sebesar 0,34287.
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF rear turner* adalah 5308 jam dengan keandalan sebesar 0,0013.
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF gearbox and shifting reverse mill* adalah 3333 jam dengan keandalan sebesar 2,720
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF turner* adalah 3570 jam dengan keandalan sebesar 6,5471E-08
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF stand 2 Vertikal* adalah 95 jam dengan keandalan sebesar 2,7248.
 - Rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF looper 1* adalah 3333 jam dengan keandalan sebesar 2,718.
- Berikut sistem pemeliharaan dan interval waktu *preventive maintenance* yang tepat pada mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill* guna mengurangi *Unplanned downtime*:
 - Sistem pemeliharaan yang telah dianalisa menurut *RCM* sebagai berikut:
 - scheduled restoration task*, atau perbaikan mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill* pada part: *cylinder push up, pipa hidrolik, pengausan drat, coupling encoder stand shift, cylinder, penghubung spindle carrier dan yoke, pinch roll, regulator, kedudukan roll pada looper, plat table pada looper, dan seal solenoid valve.*
 - Scheduled discard task*, atau penggantian part yang terdapat pada mesin *Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill*, berikut part-part yang direkomendasikan: *rantai turning, bearing, motor turning, hose, veyor, drat, neple hose, hydraulic, cylinder liner, hose pinching, o ring, roll pinch, solenoid valve, baut spindle, stopper, baut penghubung coupling, double neple, baut cover box, cylinder pinching, o ring pada motor turning, pen, dan baut adjuster.*

- scheduled on condition task*, atau pemeriksaan *potential failure shifting reverse mill* dan *hv continous mill* pada part: *baut cousing, solenoid valve* yang kotor; *bearing gearbox* pada *stand 2 vertikal*, dan *kick looper*.
 - Redesign*, atau evaluasi desain pada komponen sehingga menyebabkan kerusakan *sistem Shifting Reverse mill* dan *HV Continous mill* yaitu pada *Gearbox Stand 2 vertical*.
- (b) Rekomendasi interval waktu untuk penggunaan jadwal *preventive maintenance* guna meningkatkan keandalan komponen dan mencegah terjadinya kegagalan adalah sebagai berikut:
- Komponen *front turner* tidak perlu memerlukan *preventive maintenance* karena hanya akan menimbulkan biaya tanpa meningkatkan keandalannya.
 - Komponen *rear turner* setiap 336 jam operasi.
 - Komponen *Gear box and stand shifting Reverse mill* setiap 672 jam operasi.
 - Komponen *turner* setiap 336 jam operasi.
 - Komponen *stand 2 vertikal* setiap 672 jam operasi.
 - Komponen *looper 1* setiap 168 jam operasi.

PUSTAKA

- [1] A. Corder, “Teknik Manajemen Pemeliharaan,” Jakarta:Erlangga, 1992.
- [2] AR. Hermawan, “Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Proses Pemurnian Gas (Gas Sweetening System),” Undergraduated Thesis., Institut Teknologi Sepuluh Nopember., Surabaya., Indonesia, 2010.
- [3] Ebeling, E. Charless, “Reliability and Maintainability Engineering,” Boston:McGraw-Hill International, 1997.
- [4] G. Ganesan, “Fundamental of Metal Forming,” Panimalar Institute of Technology., Chennai, 2013.
- [5] J. Rhee & K. Ishii, “Life Cost-Based FMEA Incorporating Data,” *Proceedings of DETC 2002, ASME Design Engineering Technical Conference.*, Montreal., Canada, 2002.
- [6] Kmenta, et al, “Advanced Failure Modes and Effect Analysis of Complex,” *Proceedings of DETC 1999, ASME Design Engineering Technical Conference.* Baltimore, Maryland, 1999.
- [7] Kurniawan, F. “Manajemen Perawatan Industri,” Jakarta:Graha Ilmu, 2013.
- [8] M. Faizal & H. Cordova, “Implementasi Reliability Centered Maintenance pada proses peleburan Polimer Keramik di PT. Ferro Indonesia,” Undergraduated Thesis., Institut Teknologi Sepuluh Nopember., Surabaya., Indonesia, 2017.
- [9] MF. Hariadi, “Upaya Menurunkan Jumlah Cacat pada Mesin Dual DAPTC 611 dengan Menggunakan Metode FMEA (Studi Kasus: PT. Filtrona Indonesia, Sidoarjo),” Undergraduated Thesis., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya., Indonesia, 2010.
- [10] S. Assauri, “Manajemen Produksi dan Operasi,” Jakarta: LP-FEUI, 2008.
- [11] S. Hadi, “Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri,” Yogyakarta:Penerbit Andi, 2019.