

# **USULAN PENJADWALAN PENGGANTIAN KOMPONEN KRITIS MESIN KOPI MASTRENA DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) STARBUCKS COFFEE JUANDA SURABAYA**

Finsa Ardiansyah, Wiwin Widiasih

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45, Surabaya, Indonesia, 60118

Email: fhenza12993@gmail.com; wiwin\_w@untag-sby.ac.id

## **ABSTRACT**

*PT. Sari Coffee Indonesia is the main license holder for the Starbucks Coffee International brand and has the sole right to introduce and market in Indonesia. Starbucks Coffee is a shop that produces several coffee and non-coffee blended drinks. Currently the problem faced is the high breakdown of the Mastrena branded coffee machine which has an impact on productivity, so this has not caused corrective maintenance activities from the vendor of PT. Rotaryana Engineering which can cause downtime, stop the production process and high costs for repairs. The research method used is the Reliability Centered Maintenance (RCM) which combines the qualitative analysis of the Pareto diagram, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), the quantitative calculation of Time to Repair (TTR) and Time to Failure (TTF) to analyze critical components that are often problematic. causing the engine breakdown. From the analysis of machine maintenance intervals at Starbucks Coffee, it can be seen that the critical component replacement time intervals on the Mastrena coffee machine are the fep pipe component for 450 hours and the cuff fix piston component for 2,100 hours. Machine reliability increases from the previous scheduling only 37%, to 60% after scheduling. Maintenance costs before scheduling are IDR 5,541,472, decreasing to only IDR 4,060,078 if you do a scheduling.*

*Key words: maintenance, reliability centered maintenance, maintenance intervals.*

## **PENDAHULUAN**

Manajemen perawatan yang diterapkan dalam mesin suatu industri merupakan hal penting yang akan menentukan keberhasilan dan kelangsungan suatu industri. Mesin-mesin yang diandalkan untuk memproses hasil produksi didalam dunia industri merupakan jantung utama yang perlu diperhatikan lebih mengingat tanpa adanya bantuan dari mesin, tidak mungkin sebuah industri dapat bertahan lama didalam perkembangan teknologi yang semakin maju. Produktivitas mesin yang meningkat tentunya harus diimbangi juga dengan perawatan terhadap mesin tersebut. Jika suatu mesin mengalami

kerusakan, tentunya kebutuhan produksi akan target order dari pasar tidak akan terpenuhi. Untuk mengatasi kerusakan terhadap mesin, diperlukan semacam perencanaan dalam perawatan mesin yang terjadwal (*preventive maintenance*), sehingga dapat meminimalisir kerusakan mesin secara tiba-tiba (*breakdown maintenance*) yang berakibat pada tidak terpenuhinya target produksi. Maintenance adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memastikan fungsi suatu aset atau peralatan berjalan sesuai dengan yang seharusnya (Moubray, 1997). Preventive maintenance atau perawatan rutin adalah kegiatan perawatan terhadap peralatan atau mesin yang dilakukan secara berkala dan terjadwal, yang meliputi kegiatan seperti inspeksi, perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan (Ebeling, 1997).

PT. Sari Coffee Indonesia merupakan perusahaan pemegang lisensi utama Starbucks Coffee yang mempunyai hak tunggal untuk memperkenalkan dan memasarkan Starbucks Coffee di Indonesia. PT. Sari Coffee Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bernaung pada perusahaan retail terkemuka PT. Mitra Adi Perkasa. Starbucks memiliki mesin kopi otomatis merk Mastrena yang merupakan jantung dari produk Starbucks Coffee. Mesin ini bekerja secara otomatis untuk menghasilkan kopi espresso dan steam untuk menghangatkan susu. Ada 4 pilihan takaran volume yang digunakan yaitu single shot (23ml), ristretto shot (30ml), double shot (45ml) dan long shot (90ml).

Mesin kopi Mastrena beroperasi selama 18 jam dalam sehari yang tentunya sangat rawan terjadi kerusakan akibat kurangnya perhatian dalam *maintenance*, karena memiliki *breakdown* yang lebih tinggi pada periode 1 Januari 2019 – 31 Desember 2019 yaitu sebanyak 23 kasus kerusakan, lebih tinggi daripada periode sebelumnya 1 Januari 2018 – 31 Desember 2018 yang hanya mencapai 20 kasus serta sebanyak 10 kasus sepanjang periode sebelumnya 1 Januari 2017 – 31 Desember 2017 (data bisa dilihat dilaman lampiran). Hal ini terjadi karena usia pemakaian mesin yang menyebabkan beberapa komponen yang fungsinya sudah tidak maksimal lagi sehingga mengakibatkan *breakdown* yang lebih tinggi dari tahun ke tahun yang tentunya menghambat produktivitas dari mesin tersebut mengingat mesin tersebut merupakan mesin paling vital yang digunakan. Efek yang terjadi jika mesin tersebut berhenti beroperasi adalah hilangnya customer sebagai konsumen yang tentunya juga akan hilangnya pendapatan finansial.

Penelitian terdahulu telah banyak dilakukan dalam topik pemeliharaan atau *maintenance* antara lain Perhitungan biaya penggantian komponen dengan mempertimbangkan penjadwalan perawatan pada mesin bucket raw material (Widiasih dan Azizah, 2019), perancangan sistem perawatan mesin corrugated carton box dengan metode RCM pada PT Intan Ustrix Gresik (Tantri, Widiasih, dan Khoiroh, 2018), usulan penjadwalan preventive maintenance pada komponen kritis mesin stone crusher menggunakan metode age replacement (Karunia, Ferdinant, dan Febianti, 2017), perencanaan interval perawatan mesin HD 102 dengan metode *reability centered maintenance* II (Sandi dan Iriani, 2020), dan perencanaan perawatan pada unit kompresor tipe screw dengan metode RCM di industri otomotif (Susanto dan Azwir, 2018).

## MATERI DAN METODE

### A. *Definisi Maintenance*

Maintenance adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memelihara fasilitas atau peralatan pabrik, dengan melakukan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya tercipta suatu keadaan operasional produksi sesuai dengan apa yang telah direncanakan, (Assauri, 2008). Maintenance dikelompokkan menjadi 3 bagian, yang pertama adalah *preventive maintenance* yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan secara terencana, berkala dan jadwal spesifik untuk menyimpan barang/peralatan dalam kondisi kerja yang telah ditentukan melalui proses pengecekan dan rekondisi. Tindakan ini adalah tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mencegah atau menurunkan kemungkinan kegagalan atau tingkat degradasi yang tidak dapat diterima. Yang kedua adalah *corrective maintenance* yaitu perawatan atau perbaikan yang dilakukan karena adanya suatu kegagalan fungsi mesin atau item hingga normal kembali. Untuk yang terakhir adalah *predictive maintenance*, yaitu kegiatan yang dilakukan guna memeriksa fungsi suatu mesin atau item secara akurat selama operasional dengan metode pengukuran modern sesuai fungsi yang seharusnya (Dhillon, 2002).

### B. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Reliabilitas atau keandalan, adalah konsistensi dari serangkaian pengukuran atau serangkaian alat ukur. Hal tersebut bisa berupa pengukuran dari alat ukur yang sama sehingga memberikan hasil yang sama, atau untuk pengukuran yang subjektif. *Reliability Centered Maintenance* adalah proses yang dikerjakan guna menentukan kebutuhan perawatan dari sistem fisik dalam konteks pengoperasiannya (Pranoto, 2015). Filosofi ini didasarkan pada proses sistem yang metode meminimalkan biaya kebijakan operasional dan strategi pemeliharaan. Kegagalan atau failure didefinisikan sebagai ketidakberhasilan suatu bagian untuk menjalankan fungsinya sesuai sistem. Dengan demikian, reliabilitas atau keandalan merupakan aspek yang dapat mempengaruhi keberhasilan suatu proses produksi. Tujuan dari RCM ialah mengembangkan prioritas atau keutamaan desain atau gambaran yang dapat menjembatani fungsi preventive maintenance serta mengumpulkan data guna meningkatkan desain produk yang tidak memuaskan sehingga tujuan utama diatas dapat terwujud dengan situasi minimal biaya (Dhillon, 2002).

### C. *Failure Mode and Effect Analysis*

Failure mode and effect analysis merupakan bagan untuk menunjukkan kerusakan-kerusakan yang terjadi dikarenakan sebab dan akibat yang ditimbulkan pada mesin kopi Mastrena meliputi tinjauan konsekuensi, probabilitas serta deteksi. Karena memiliki fungsi yang berbeda-beda ketergantungan fungsi sistem pada suatu mesin, tentunya kerusakan yang akan terjadi juga akan berbeda pula. Fungsi utama FMEA adalah mengidentifikasi berbagai macam mode kegagalan yang terjadi terhadap suatu mesin, dengan menggunakan data-data dan pengetahuan tentang sistem atau cara kerja mesin tersebut yang masing-masing memiliki potensi kegagalan dan efek yang ditimbulkan dengan cara penilaian tiga faktor, yaitu:

- *Severity* : konsekuensi akibat jika terjadi kegagalan.
- *Occurence* : jumlah kegagalan yang terjadi
- *Detection* : deteksi kegagalan sebelum terjadi.

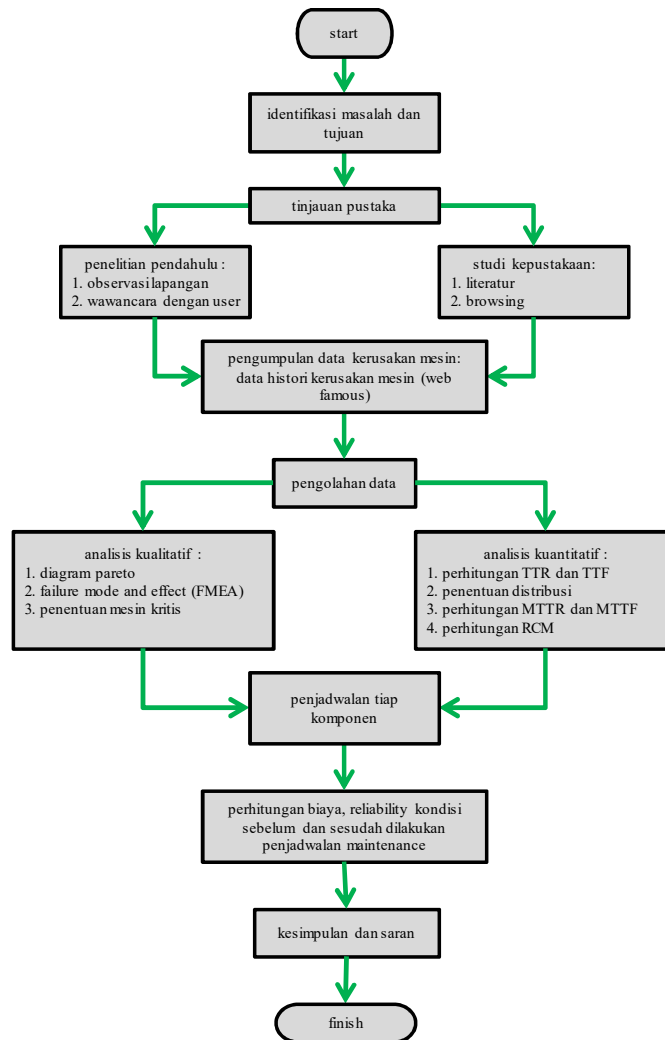
Setelah mengetahui nilai faktor masing-masing, maka selanjutnya adalah mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN), yaitu angka resiko prioritas dengan rumus menjumlahkan perkalian ketiga faktor *severity*, *occurance* dan *detection* yang menyatakan semakin tinggi nilai RPN maka semakin tinggi resiko yang terjadi kedepan (Ben Daya, 2009).

D. *Pareto Chart*

Diagram pareto termasuk salah satu dari alat kontrol uji kualitas yang meliputi histogram, bagan pareto, lembar cek, diagram kontrol, diagram sebab-akibat, flowchart, dan scatter diagram. Bagan ini sebelumnya dinamai Vilfredo Pareto, pareto berasumsi bahwa 80% pendapatan di negara Italia hanya mencapai 20% dari jumlah populasi tersebut. Prinsip Pareto menggambarkan fakta bahwa 80% masalah berasal dari 20% penyebabnya (Ben Daya, 2009).

E. *Flowchart Penelitian*

Alur yang digunakan untuk penelitian meliputi



Gambar 1 flowchart penelitian

#### *F. Tempat dan Waktu Penelitian*

Penelitian ini dilakukan di Starbucks Coffee yaitu kedai foods and beverages yang berdiri dibawah naungan PT. Mitra Adi Perkasa sebagai pemegang lisensi yang berada tepat di Juanda Terminal 1 Surabaya. Waktu penelitian yang penulis lakukan di Starbucks Coffee yaitu selama 12 (dua belas) bulan dari awal bulan Januari tahun 2020 hingga bulan Desember tahun 2020.

#### *G. Metode Pengumpulan Data*

Informasi hasil dari kegiatan pengolahan suatu data dalam bentuk tertentu yang lebih berarti dari suatu kegiatan atau peristiwa. Data yang diambil merupakan hasil wawancara dengan user terkait cara penggunaan dan cara maintenance keseharian serta data dari history track record yang tersimpan pada website famous yang berisikan:

- Frekuensi breakdown  
Jumlah frekuensi kerusakan mesin, penyebab, serta solusi yang diberikan yang terjadi selama tahun 2019.
- Penggantian komponen  
Jumlah penggantian komponen apa saja yang sudah dilakukan.
- Data time to failure (TTF)  
Data waktu kerusakan rata-rata usia komponen yang baru diganti hingga rusak kembali dan menyebabkan breakdown.
- Data time to repair (TTR)  
Data waktu yang dilakukan oleh teknisi dalam memperbaiki mesin dari waktu awal terjadi kerusakan hingga mesin dapat bekerja normal kembali.
- Data biaya  
Meliputi harga jasa maintenance, harga sparepart dan biaya penunjang lainnya.

#### *H. Teknik Analisis Data*

Data-data yang sudah diperoleh diteliti menggunakan metode sesuai dengan tinjauan pustaka secara kualitatif dan kuantitatif untuk diuji kebenaran dan keakuratannya sehingga dapat mengatasi pokok permasalahan yang dihadapi dan menentukan langkah yang diambil selanjutnya.

Pengolahan data secara kualitatif meliputi :

- Diagram Pareto  
Membuat diagram control kualitas yang meliputi histogram, diagram sebab-akibat kegagalan mesin guna mengetahui penyebab kesalahan.
- Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)  
Adalah teknik mengidentifikasi macam-macam penyebab kegagalan dengan menggunakan 3 faktor severity, occurrence dan detection untuk mengetahui prioritas komponen mesin.

Pengolahan data secara kuantitatif meliputi :

- Mean Time To Failure (MTTF)  
Menghitung waktu rata-rata usia komponen yang baru diganti hingga rusak lagi.
- Mean Time To Repair (MTTR)

Menghitung waktu rata-rata perbaikan yang dilakukan teknisi dari mesin yang rusak hingga dapat digunakan kembali.

- Penentuan distribusi  
Menentukan fungsi dan rumus distribusi yang akan digunakan dengan menggunakan software minitab 18 dengan pengolahan data distribusi meliputi:
  1. Distribusi normal
  2. Distribusi lognormal
  3. Distribusi weibull
  4. Distribusi eksponensial
- Perhitungan keandalan  
Menghitung tingkat keandalan mesin berdasarkan *Reability*, *Avaibility* serta *Maintainibility*.
- Analilis interval penggantian komponen  
Menentukan interval penggantian komponen yang telah diteliti sesuai hasil dari perhitungan.
- Analisis perbandingan  
Menganalisis perbandingan reliability komponen sebelum dan sesudah penjadwalan, serta menganalisis biaya yang digunakan, maintenance dan komponen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengumpulan Data dan Analisis

Analisis data kerusakan yang terjadi pada mesin kopi Mastrena di Starbucks Juanda Surabaya dalam rentang waktu 1 Januari 2019 – 31 desember 2019 atau dalam periode setahun yang diambil dari track record wesite famous adalah sebagai berikut:

Tabel 1 data kerusakan mesin

Data kerusakan mesin kopi Mastrena tahun 2019					
Sistem	Sub sistem	Kerusakan	Downtime (jam)	Jumlah	Presentase
Mechanical module	Chamber	Espresso shot tidak berfungsi	34,36	8	35%
		Brew chamber error	16,55	3	14%
		Kebocoran	26,78	5	23%
	Grinder	Whole bean error	8,91	2	8%
Steam module	Fitting steam	Steam tidak berfungsi	9,56	2	8%
Main module		PM Kit required	9,11	2	8%
		Mati total	6,71	1	4%
Total			111,98 jam	23 kasus	100 %

*Downtime* yang terjadi pada mesin kopi Mastena pada tahun 2019 telah mencapai waktu sebanyak 111,98 jam dengan 23 kasus kerusakan yang berbeda-beda. Kerusakan tertinggi terjadi pada bagian mechanical module dengan jenis kerusakan tidak berfungsinya mesin untuk menghasilkan kopi espresso sebanyak 35%, serta jenis kerusakan yang disebabkan rusaknya komponen sehingga terjadi kebocoran sebanyak 23%.

Tabel 2 data penggantian komponen

Penggantian komponen mesin kopi Mastrena tahun 2019			
Sistem	Sub sistem	komponen	Jumlah penggantian
Mechanical module	Chamber	Cuff fix piston	3
		Fep pipe	7
		Drive motor	1
	Grinder	Bean hopper	1
Steam module	Fitting steam	NTC	2
Main module		Water pump	1
		PM Kit	2
Total			16

Penggantian komponen paling banyak yaitu fep pipe 7 kali, cuff fix piston 3 kali. Komponen lain yang hanya diganti sebanyak 1 -2 kali bukan termasuk komponen kritis. Khusus untuk PM kit merupakan komponen khusus yang wajib diganti jika odometer service counter mesin sudah mencapai angka 50.000, berlaku kelipatan.

Selanjutnya pengambilan data waktu untuk time to repair dan time to failure mesin. Data diambil dari track record website resmi bernama famous yang sudah terhubung kerjasama antar Starbucks dan Rotaryana Engineering. Data diambil setiap hari selama satu tahun penuh 1 Januari 2019 sampai 31 Desember 2019, jam operasional mesin 18 jam sehari, pukul 04.00 sampai 22.00, diluar jam tersebut tidak termasuk hitungan waktu. Data TTR diambil saat waktu kedatangan teknisi yang akan melakukan pekerjaan maintenance hingga mesin dapat beroperasi kembali. Data TTF diambil saat mesin beroperasi normal hingga mesin mengalami breakdown, rusak kembali dengan satuan jam.

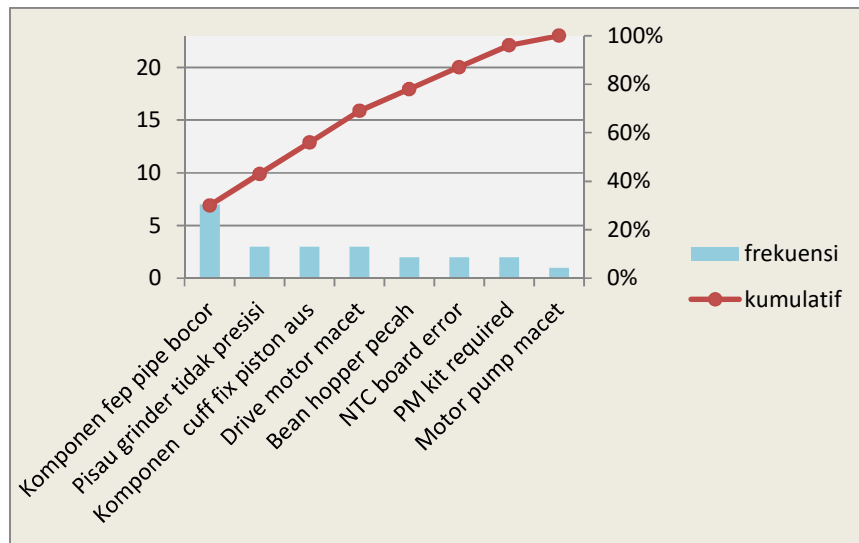
Tabel 3 TTR dan TTF mesin

Part	No	Tanggal keusakan	Kedatangan teknisi	Mesin normal kembali	TTR (jam)	TTF (jam)
Cuff fix piston	1	2019-12-11 02:32	2019-12-11 07:46	2019-12-11 08:30	4,5	3.811,45
	2	2019-05-11 01:22	2019-05-11 08:34	2019-05-11 09:33	5,55	1.872,26
	3	2019-01-26 05:00	2019-01-26 09:46	2019-01-26 11:44	6,73	0,00
Fep pipe	1	2019-12-16 08:32	2019-12-16 11:45	2019-12-16 12:37	4,08	1.799,08
	2	2019-09-06 00:04	2019-09-06 09:10	2019-09-06 10:33	6,55	2.082,45
	3	2019-05-11 01:22	2019-05-11 08:34	2019-05-11 09:33	5,55	121,05
	4	2019-05-05 01:19	2019-05-05 09:01	2019-05-05 09:57	5,95	366,26
	5	2019-04-13 12:01	2019-04-13 15:09	2019-04-13 15:44	3,71	547,04
	6	2019-03-12 20:57	2019-03-13 07:12	2019-03-13 07:58	5,1	83,38
	7	2019-03-08 22:46	2019-03-09 08:23	2019-03-08 10:34	6,56	0,00

Part	No	Tanggal keusakan	Kedatangan teknisi	Mesin normal kembali	TTR (jam)	TTF (jam)
Drive motor	1	2019-09-19 03:23	2019-09-19 08:47	2019-09-19 09:50	1,05	0,00
Bean hopper	1	2019-09-21 00:46	2019-09-21 08:03	2019-09-21 08:46	0,71	0,00
NTC	1	2019-10-24 06:33	2019-10-24 10:15	2019-10-24 10:57	0,7	2.536,38
	2	2019-05-09 22:00	2019-05-10 08:12	2019-05-10 09:10	0,96	0,00
Water pump	1	2019-03-08 22:46	2019-03-09 08:23	2019-03-08 10:34	2,18	0,00
PM Kit	1	2019-08-08 04:49	2019-08-08 06:11	2019-08-08 08:45	2,56	2.696,63
	2	2019-03-08 22:36	2019-03-09 06:59	2019-03-09 09:11	2,2	0,00

*B. Diagram Pareto*

Setelah data didapat maka data akan disajikan dalam bentuk pareto agar lebih mudah dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan.



Gambar 2 diagram pareto penyebab kegagalan

Ada 8 kriteria penyebab kegagalan, masalah yang mendominasi dibandingkan dengan yang lainnya pada penyebab kegagalan kerusakan mesin kopi mastrena adalah masalah komponen fep pipe yang bocor dengan persentase sampai 30% sebanyak 7 kali. Diurutan kedua, komponen cuff fix piston, pisau grinder tidak presisi dan drive motor macet terjadi masing-masing 3 kali. Kegagalan yang disebabkan bean hopper pecah,



NTC board error, dan PM kit terjadi masing-masing 2 kali, dan yang terakhir kegagalan yang disebabkan oleh macetnya motor pump terjadi hanya sekali.

C. *Failure Mode and Effect Analysis*

Selanjutnya adalah identifikasi komponen kritis pada mesin dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis dengan menentukan nilai severity, occurrence dan detection untuk mendapatkan nilai Risk Priority Number. Nilai SOD yang terkandung berisikan penilaian ranking dari angka 1-10 yang menyatakan semakin tinggi nilai maka semakin tinggi pula sebab-akibat kegagalan dan harus mendapat perhatian lebih dalam hal maintenance.

Tabel 4 FMEA kegagalan mesin

Komponen	Severity	Occurance	Detection	Nilai			RPN
				S	O	D	
Water pump	Mesin tidak dapat menghasilkan kopi. Tidak ada penjualan.	1 kali dalam 100.000 odometer.	Motor dapat dilihat secara visual berfungsi atau tidaknya	7	3	2	42
PM kit	Takaran kopi berkurang. Customer complain.	1 kali dalam 50.000 odometer.	Muncul notifikasi pada layar display PMkit required	3	5	1	45
Heater	Mesin mati total. Tidak ada penjualan.	Tidak pernah	Perlu bongkar total mesin untuk melihat fisik dan reistansi komponen.	8	1	9	72
Valve	Volume air berkurang. Kualitas menurun.	Tidak pernah	Perlu bongkar total mesin untuk melihat fisik dan katup.	3	1	9	27
sensor	Hasil kopi jelek. Customer complain.	Tidak pernah	Perlu bongkar cover atas untuk melihat fisik komponen.	6	1	8	48
Flowmeter	Volume air berlebih. Hasil kopi jelek.	Tidak pernah	Muncul notifikasi pada layar flowmwtter signal missing	6	1	3	18
Bean hopper	Pecahan yang diberi lem menimbulkan bau. Kualitas kopi menurun.	1 kali dalam 50.000 odometer.	Penyebab pecah dapat dilihat secara visual	4	5	2	40
Grind blade	Hasil grinder kopi jelek. Customer complain.	Tidak pernah	Cacat pada produk dapat mendeteksi penyebab kegagalan	5	1	6	30
Knob adjustment	Kalibrasi grinder tidak bekerja. Kualitas kopi menurun	Tidak pernah	Penyebab pecah dapat dilihat secara visual	5	1	2	10
Cuff fix piston	Hasil kopi jelek. Customer complain.	1 kali dalam 30.000 odometer	Dari hasil produksi dapat diketahui penyebab kegagalan	6	6	5	180
Fep pipe	Hasil kopi jelek. Customer complain	1 kali dalam 15.000 odometer	Dari hasil produksi dapat diketahui penyebab kegagalan	6	8	5	240
Drive motor	Mesin tidak bisa menghasilkan kopi. Penjualan turun.	1 kali dalam 200.000 odometer.	Muncul notifikasi pada display layar brew chamber error	7	2	3	42
Heater	Mesin mati total. Tidak ada penjualan.	Tidak pernah	Perlu bongkar total mesin untuk melihat fisik dan reistansi komponen.	8	1	9	72
Valve	Volume air berkurang. Kualitas menurun.	Tidak pernah	Perlu bongkar total mesin untuk melihat fisik dan katup.	3	1	9	27
Sensor	Hasil kopi jelek. Customer complain.	Tidak pernah	Perlu bongkar cover atas untuk melihat fisik komponen.	6	1	8	48
Valve	Volume air berkurang. Kualitas menurun.	Tidak pernah	Perlu bongkar total mesin untuk melihat fisik dan katup.	3	1	9	27
NTC	Uap steam tidak berfungsi. Kopi masih bisa produksi. Customer penikmat susu hilang.	1 kali dalam 50.000 odometer.	Muncul notifikasi auto steam error pada layar display.	7	5	3	105

Selanjutnya nilai RPN akan direkap untuk mengetahui komponen kritis dengan nilai terbesar.

No	Komponen	RPN
1	Fep pipe	240
2	Cuff fix piston	180
3	NTC	105
4	Heater	72
5	Sensor	48
6	PM kit	45

7	Water pump	42
8	Drive motor	42
9	Bean hopper	40
10	Grind blade	30
11	Valve	27
12	Flowmeter	18
13	Knob adjustment	10

Komponen fep pipe memiliki nilai RPN tertinggi dengan nilai 240 diurutan kedua ada komponen cuff fix piston dengan nilai 180. Kedua part tersebut merupakan komponen kritis mesin kopi Mastrena. Komponen lain tidak termasuk kedalam kategori komponen kritis karena selama history kerusakan dalam setahun hanya diganti 1 – 2 kali.

*D. Analisis Penentuan Distribusi TTR dan TTF*

Dari hasil data yang sudah diperoleh dari track record website famous berupa waktu yang telah digunakan untuk perbaikan time to repair (TTR) dan waktu yang terjadi antar kerusakan sebelum dan yang akan datang time to failure (TTF), selanjutnya akan dilakukan pengolahan data untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan menggunakan software Minitab. Uji distribusi yang akan digunakan untuk penelitian yaitu uji distribusi normal, lognormal, weibull atau eksponential menggunakan uji goodness of fit test yang akan di pilih nilai P-Value dan Andersen Darling (AD).

$H_0$  = Data sesuai untuk distribusi tertentu

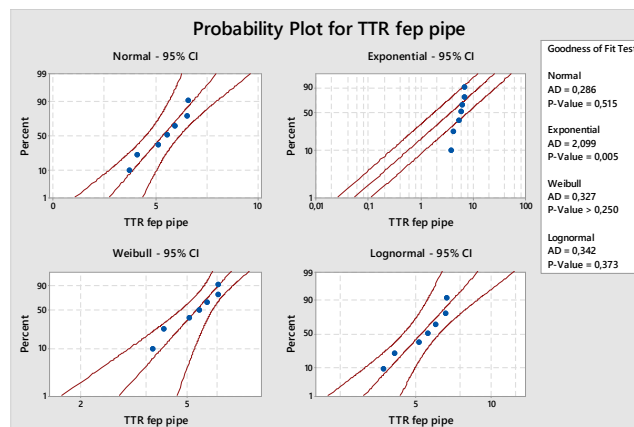
$H_1$  = Data tidak sesuai untuk distribusi tertentu

Nilai  $\alpha$  yang digunakan sebesar 0,05 (95%) dengan pengambilan keputusan:

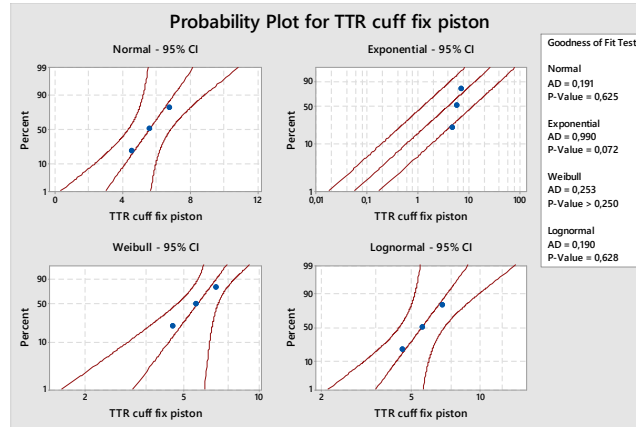
Terima  $H_0$  jika  $P\text{-Value} > \alpha$  (Ok)

Tolak  $H_0$  jika  $P\text{-Value} < \alpha$  (Not ok)

Setelah terpilih nilai  $P\text{-Value} > \alpha$ , maka langkah selanjutnya adalah memilih nilai AD dengan nilai yang terkecil, dimana semakin kecil nilai AD maka data distribusi tersebut semakin sesuai atau  $H_0$  diterima.



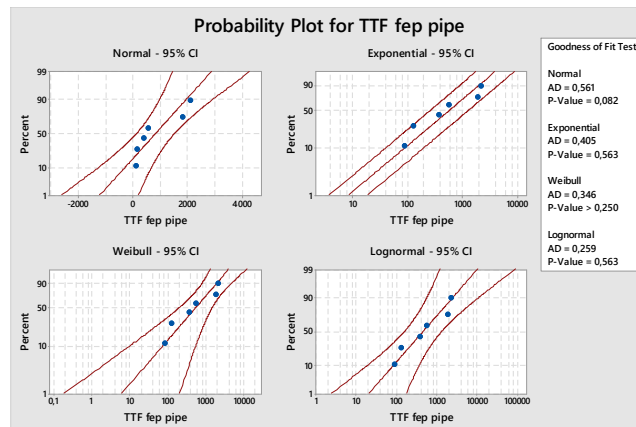
Gambar 3 goodness of fit test TTR fep pipe



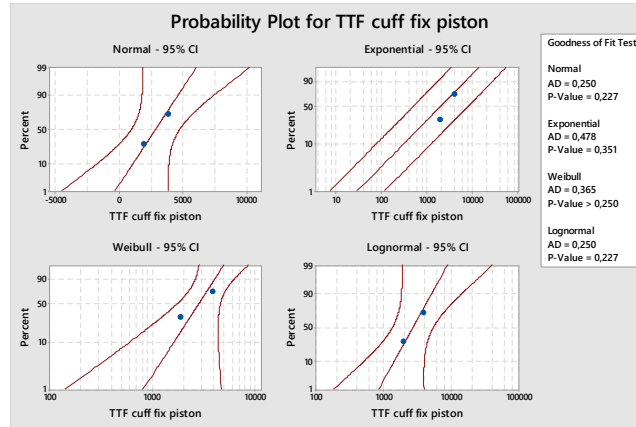
Gambar 4 goodness of fit test TTR cuff fix piston

Tabel 5 pemilihan distribusi TTR komponen

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Hasil	Keterangan
1	Fep pipe	Normal	0,286	0,515	Ok	Distribusi terpilih
		Exponential	2,099	0,005	Not ok	
		Weibull	0,327	>0,250	Ok	
		Lognormal	0,342	0,373	Ok	
2	Cuff fix piston	Normal	0,190	0,625	Ok	Distribusi terpilih
		Exponential	0,990	0,072	Ok	
		Weibull	0,253	>0,250	Ok	
		Lognormal	0,191	0,628	Ok	



Gambar 5 goodness of fit test TTF fep pipe

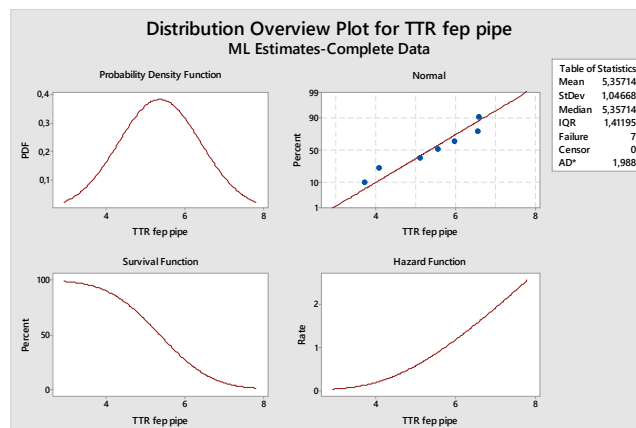


Gambar 6 goodness of fit test TTF cuff fix piston

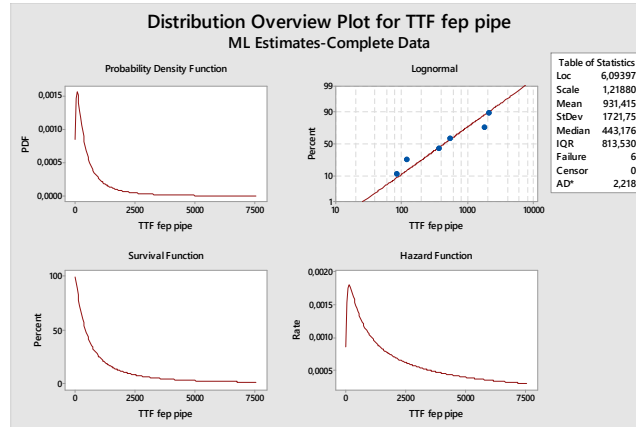
Tabel 6 pemilihan distribusi TTF komponen

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Hasil	Keterangan
1	Fep pipe	Normal	0,561	0,082	Ok	
		Exponential	0,405	0,563	Ok	
		Weibull	0,346	>0,250	Ok	
		Lognormal	0,259	0,563	Ok	Distribusi terpilih
2	Cuff fix piston	Normal	0,250	0,227	Ok	Distribusi terpilih
		Exponential	0,345	>0,250	Ok	
		Weibull	0,365	>0,250	Ok	
		Lognormal	0,250	0,227	Ok	

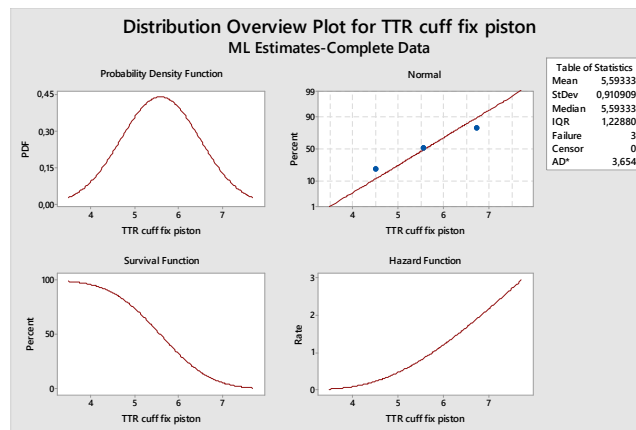
Setelah mengetahui distribusi terpilih langkah selanjutnya adalah mencari parameter nilai seperti rata-rata (mean), standart deviasi untuk pengolahan data selanjutnya. Perhitungan tetap menggunakan software minitab.



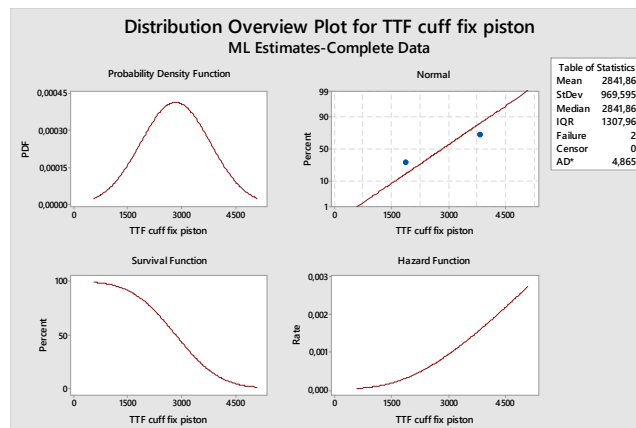
Gambar 7 parameter distribusi normal TTR fep pipe



Gambar 8 parameter distribusi normal TTF fep pipe



Gambar 9 parameter distribusi normal TTR cuff fix piston



Gambar 10 parameter distribusi normal TTF cuff fix piston

Tabel 7 rekapitulasi hasil uji distribusi TTR dan TTF

Komponen	Uji distribusi	Distribusi terpilih	Parameter			
			Mean $\mu$	Median tmed	Scale s	Standart deviasi $\sigma$
Fep pipe	TTR	Normal	5,35	5,35	-	1,04
	TTF	Log normal	931,41	443,17	1,21	1721,75
Cuff fix piston	TTR	Normal	5,59	5,59	-	0,91
	TTF	Normal	2841,86	2841,86	-	969,59

E. Analisis Mean Time To Repair (MTTR) dan Mean Time To Failure (MTTF)

Dari hasil uji distribusi data yang mewakili TTR dan TTF komponen kritis pada perhitungan sebelumnya, selanjutnya dilakukan perhitungan parameter berdasarkan distribusi terpilih untuk mencari nilai mean time to repair (MTTR) dan mean time to failure (MTTF), yaitu waktu rata-rata dalam melakukan perbaikan equipment ketika terjadi kerusakan.

Tabel 8 MTTR dan MTTF komponen

Komponen	Uji distribusi	Distribusi terpilih	Parameter				MTTR	MTTF
			Mean $\mu$	Median tmed	Scale s	Standart deviasi $\sigma$		
Fep pipe	TTR	Normal	5,35	5,35	-	1,04	5,35	
	TTF	Log normal	931,41	443,17	1,21	1721,75		1065,46
Cuff fix piston	TTR	Normal	5,59	5,59	-	0,91	5,59	
	TTF	Normal	2841,86	2841,86	-	969,59		2841,86

F. Analisis penggantian interval komponen

Untuk menganalisis penggantian interval waktu komponen, yang sebelumnya telah dilakukan penentuan terhadap distribusi dan parameter masing-masing setiap komponen, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan interval waktu penggantian dengan acuan minimasi nilai *downtime*. Dengan metode age replacement, yaitu penentuan interval waktu penggantian komponen berdasarkan umur (satuan waktu) yang optimal agar dapat mengurangi kerusakan komponen.

Tabel 9 penentuan interval penggantian komponen fep pipe

Waktu (jam) t	F(t)	Reliability R(t)	Maintainability M(tp)	Downtime D(tp)	Availability A(tp)	Persentase reliability
10	0,00205	0,99795	535546,3	0,000111	0,99989	99,80%
20	0,00935	0,99065	117419,3	0,000136	0,999864	99,07%
50	0,04846	0,95154	22655,18	0,000157	0,999843	95,15%
100	0,12714	0,87286	8635,127	0,000189	0,999811	87,29%
150	0,20327	0,79673	5401,043	0,00019	0,99981	79,67%
200	0,26763	0,73237	4102,193	0,000198	0,999802	73,24%

250	0,32636	0,67364	3363,985	0,000211	0,999789	67,36%
300	0,37828	0,62172	2902,268	0,000227	0,999773	62,17%
350	0,42465	0,57535	2585,353	0,000244	0,999756	57,54%
400	0,46414	0,53586	2365,385	0,000261	0,999739	53,59%
450	0,49601	0,50399	2213,403	0,000276	0,999724	50,40%
500	0,52392	0,47608	2095,492	0,00029	0,99971	47,61%
750	0,64431	0,35569	1703,947	0,000366	0,999634	35,57%
1000	0,71904	0,28096	1526,855	0,000423	0,999577	28,10%
1065	0,74215	0,25785	1479,31	0,000443	0,999557	25,79%

Penentuan waktu penggantian komponen dilakukan dengan cara uji sample waktu (t) dengan rentang waktu tertentu. Selain menggunakan acuan *downtime* minimum, acuan penentuan waktu penggantian komponen juga berdasarkan pada nilai reliability dengan persentase minimal 50% sehingga didapatkan waktu penggantian selama 450 jam, artinya part tersebut akan diganti setelah 450 jam bekerja. Sebelumnya berdasarkan hasil perhitungan MTTF, penggantian komponen diganti setelah 1065 jam dengan tingkat reliability hanya sebesar 25%.

Tabel 10 penentuan interval penggantian komponen cuff fix piston

Waktu (jam) t	F(t)	Reliability R(t)	Maintainability M(tp)	Downtime D(tp)	Availability A(tp)	Persentase reliability
10	0,02018	0,97982	140825,6	0,00014	0,99986	97,98%
100	0,0233	0,9767	121968,2	0,000155	0,999845	97,67%
500	0,0392	0,9608	72496,43	0,000172	0,999828	96,08%
1000	0,09176	0,90824	30970,58	0,000191	0,999809	90,82%
1500	0,016853	0,983147	168626,4	0,000211	0,999789	98,31%
2000	0,27425	0,72575	10362,3	0,000233	0,999767	72,58%
2100	0,29806	0,70194	9534,523	0,000257	0,999743	70,19%
2200	0,32636	0,67364	8707,746	0,000283	0,999717	67,36%
2300	0,34827	0,65173	8159,933	0,000311	0,999689	65,17%
2400	0,37282	0,62718	7622,606	0,000342	0,999658	62,72%
2500	0,40905	0,59095	6947,464	0,000376	0,999624	59,10%
2841	0,5	0,5	5683,72	0,000413	0,999587	50,00%

Pada komponen cuff fix piston, sebelumnya komponen sudah memiliki tingkat reliability sebesar 50% dengan waktu penggantian selama 2.841 jam. Pada perhitungan yang lebih efektif dengan meningkatkan tingkat reliability sebesar 70%, maka didapatkan perhitungan waktu penggantian selama 2.100 jam.

#### G. Analisis Persediaan Komponen

Tahapan selanjutnya adalah usulan penggantian komponen per tahun dengan acuan *downtime* minimum, dengan menentukan kebutuhan persediaan komponen atau stock minimum per tahun, asumsi yang digunakan adalah jam kerja operasional mesin selama satu tahun, yaitu 6.570 jam. Rumus untuk stock minimum part adalah  $\frac{\text{jam operasional mesin}}{\text{life time part}}$ , dari perhitungan didapatkan hasil persediaan stok komponen fep pipe sebanyak 14 pcs pertahun dengan interval penggantian setiap 450 jam / setiap 18

hari, sedangkan komponen cuff fix piston tetap sebanyak 3 pcs pertahun namun dengan interval penggantian lebih pendek dari sebelumnya yaitu 2.100 jam / setiap 117 hari.

#### H. Analisis Perbandingan Reliability

Pada perbandingan keandalan mesin terjadi penurunan nilai *downtime* serta peningkatan pada nilai reliability. Komponen fep pipe mengalami penurunan nilai *downtime* dari 0,000443 menjadi 0,000276. Nilai reliability meningkat dari 0,25785 (25%) menjadi 0,50399 (50%). Pada komponen cuff fix piston juga mengalami penurunan nilai *downtime* dari 0,000413 menjadi 0,000257. Nilai reliabilitynya pun juga mengalami peningkatan dari 0,5 (50%) menjadi 0,70194 (70%).

#### I. Analisis Perbandingan Reliability

Untuk menghitung biaya yang dikeluarkan untuk perbandingan digunakan data-data sebagai berikut:

##### 1. Aktual produktivitas mesin

Untuk menentukan pendapatan produktivitas mesin dilakukan perhitungan selisih nilai service counter mesin dan breakdown mesin selama periode 2019.

- Keuntungan harga per cup Rp 6.000,-
- Selisih nilai service counter januari – desember 2019  
 $141.359 - 234.881 = 93.522$
- Waktu breakdown mesin selama setahun (total nilai TTR) = 64,64 jam
- Waktu efektif mesin selama tahun 2019 = 6.570 jam – 64,64 jam = 6.505,36 jam, dibulatkan 6.505 jam
- Hasil produksi mesin =  $\frac{\text{nilai service counter}}{\text{waktu produktivitas}} = \frac{93.522}{6.505} = 14 \text{ cup/jam}$

##### 2. Biaya jasa maintenance

Biaya maintenance yang dikeluarkan toko setiap bulan sebesar Rp 1.200.000,-  
 Biaya pertahun =  $1.200.000 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 14.400.000,-$

Biaya perjam =  $\frac{14.400.000}{6.570} = \text{Rp } 2.192,-$

##### 3. Harga komponen per pcs

- Fep pipe = Rp 57.000,-
- Cuff fix piston = Rp 154.000,-

##### 4. Waktu penggantian komponen = MTTR komponen

##### 5. *Downtime* mesin sehingga produktivitas mesin menurun = jumlah total TTR komponen x produktivitas

Perhitungan biaya sebelum penjadwalan pemeliharaan:

***(biaya komponen) + (biaya penggantian) + (biaya downtime)***

##### I. Komponen fep pipe

$$= (57.000 \times 7) + (5,59 \times 2.192 \times 7) + (37,5 \times 14 \times 6.000) \\ = \text{Rp } 3.634.771$$

##### II. Komponen cuff fix piston

$$= (154.000 \times 3) + (5,35 \times 2.192 \times 3) + (16,78 \times 14 \times 6.000) \\ = \text{Rp } 1.906.701$$



Perhitungan biaya sesudah penjadwalan dengan menghiraukan *downtime* mesin karena keandalan komponen sudah meningkat dengan adanya interval penggantian. Penggantian komponen dilakukan saat toko tutup jam 22.00, jadi tidak mengganggu jam operasional mesin karena jam 22.00 sampai jam 04.00 tidak termasuk hitungan.

***( biaya komponen sesuai interval) + ( biaya penggantian) +(biaya downtime)***

I. Komponen fep pipe

$$= (57.000 \times 14) + (5,59 \times 2.912 \times 14) + \left(\frac{25}{50} \times 37,5 \times 14 \times 6.000\right)$$

$$= \text{Rp } 2.544.542,-$$

II. Komponen cuff fix piston

$$= (154.000 \times 3) + (5,35 \times 2.912 \times 3) + \left(\frac{50}{70} \times 16,78 \times 14 \times 6.000\right)$$

$$= \text{Rp } 1.515.536,-$$

Perbandingan biaya total sebelum dan sesudah melakukan penjadwalan penggantian komponen terlihat menurun sebesar 26% dengan penghematan sebesar Rp 1.481.394,-. Biaya yang menurun dikarenakan persentase waktu breakdown mesin yang menurun sehingga produktivitas mesin menjadi lebih lama hingga keuntungan yang didapat lebih besar dan bisa menutup biaya lebih yang dikeluarkan untuk membeli komponen kritis karena harga komponen yang terjangkau.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan komponen kritis pada mesin kopi Mastrena terdapat pada sistem chamber, yaitu komponen fep pipe dan cuff fix piston, dimana frekuensi banyaknya jumlah penggantian dalam setahun dibandingkan komponen pendukung lainnya. Risk Priority Number (RPN) pada komponen fep pipe memiliki angka paling tinggi yaitu sebesar 240, sedangkan cuff fix piston memiliki angka 180. Komponen lain seperti drive motor, bean hopper, NTC, water pump dan PM kit tidak termasuk kategori komponen kritis karena memiliki angka RPN <100 dan hanya diganti sekali dalam setahun.
2. Nilai keandalan reliability mesin dengan dilakukannya penjadwalan penggantian komponen fep pipe dan cuff fix piston meningkat sebesar 23% dari sebelumnya 37% menjadi 60%.
3. Penjadwalan penggantian komponen pada mesin mengikuti hasil akhir data yang diolah menggunakan metode Reliability Centered Maintenance yang didapatkan waktu interval penggantian komponen yang disarankan adalah tiap 450 jam atau setiap 18 hari kerja untuk komponen fep pipe dan tiap 2.100 jam atau setiap 117 hari kerja untuk komponen cuff fix piston. Jadi dalam setahun penggantian komponen fep pipe sebanyak 14 kali dan komponen cuff fix piston sebanyak 3 kali.
4. Perbandingan biaya jika dilakukan penjadwalan penggantian komponen juga lebih hemat walaupun dilakukan penggantian komponen lebih banyak karena keuntungan dari tidak terjadinya breakdown mesin mampu memberikan biaya penyusutan sebesar Rp 1.481.394,-, dari total biaya sebelum dilakukan penjadwalan pemeliharaan sebesar Rp 5.541.472,-, menjadi lebih sedikit jika dilakukan penjadwalan pemeliharaan yaitu hanya sebesar Rp 4.060.078,-.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Ben Daya, M. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer.
- Dhillon, B. (2002). *Engineering Maintenance a Modern Approach*. United States of America: CRC Press LLC.
- Ebeling, E. C. (1997). *An Introduction to Reability and Maintainability Engineering*. New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Karunia, R., Ferdinant, P., & Febianti, E. (2017). Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement. *Jurnal Teknik Industri Vol. 5*, 273-285.
- Moubray, J. (1997). *Reability Centered Maintenance (RCM II) Second Edition*. Greath Britain: Butterworth-Heinemann Ltd.
- Pranoto, H. (2015). *Reability Centered Maintenance*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Sandi, R., & Iriani. (2020). Perencanaan Interval Perawatan Mesin HD 102 Dengan Metode Reability Centered Maintenance (RCM) II Di PT. XYZ. *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi Vol. 1 No. 1*, 96-103.
- Susanto, A., & Azwir, H. (2018). Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif . *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol.17 No.1*, 21-35.
- Tantri, D., Widiasih, W., & Khoiroh, S. M. (2018). Perancangan Sistem Perawatan Mesin Corrugated Carton Box Dengan Metode RCM Pada PT. Intan Ustrix Gresik.
- Widiasih, W., & Aziza, N. (2019). Perhitungan Biaya Penggantian Komponen Dengan Mempertimbangkan Penjadwalan Perawatan Pada Mesin Bucket Raw Material. *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management Vol.14 No.02*, 68-76.