USULAN WAKTU PENGGANTIAN OPTIMUM KOMPONEN KRITIS PADA MESIN KRITIS PT. SERENA HARSA UTAMA PADALARANG KABUPATEN BANDUNG BARAT

PROPOSED OPTIMAL REPLACEMENT TIME CRITICAL COMPONENTS IN THE CRITICAL MACHINE PT. SERENA HARSA UTAMA PADALARANG WEST BANDUNG

Ahmad Miftahul Falah dan I. Made Aryantha A
Program Studi Teknik Industri, Universitas Komputer Indonesia, Bandung
Jl. Dipatiukur No. 112-116 40132, Telp (022) 2504119, Fax (022) 2533754

ABSTRAK

Perusahaan industri manufaktur bersaing dengan cara meningkatkan produktivitas, mesin sebagai salah satu faktor penting dalam meingkatkan produktivitas harus sangat diperhatikan oleh perusahaan. Seperti halnya manusia, mesin juga memiliki umur berupa usia pakai yang semakin lama dipakai akan semakin berkurang performansinya. Demi menajaga performansi mesin agar tetap dalam keadaan yang diinginkan, maka diperlukan tindakan berupa perawatan yang dilakukan secara berkala. Terlebih untuk mesin krits atau komponen kritis pada mesin yang dianggap kritis.

Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) dapat digunakan untuk mengetehaui mesin kritis atau komponen kritis pada mesin yang dianggap kritis. Infromasi lain yang terdapat pada *worksheet* FMECA adalah efek dari kerusakan komponen, nilai tingkat keburukan (*severity*), nilai frekuensi kerusakan (*occurance*), nilai probabilitas dari kerusakan (*determinan*) dan nilai tingkat skala prioritas perawatan (*Risk Priority Number*). Tindakan perawatan dan nilai tingkat skala prioritas menjadi acuan untuk membuat waktu usulan perbaikan berdasarkan model penggantian berdasarkan usia pakai (*Age Replacement*). Berdasarkan model *Age Replacement*, akan diketahui waktu penggantian optimum dari komponen dengan biaya yang optimum pula.

Worksheet FMECA yang dibuat menunjukkan bahwa terdapat dua komponen kritis yang terdapat pada dua mesin kritis yang berbeda, yaitu komponen gigi payung mesin cetak dan komponen pillow block mesin *mixer*. Waktu penggantian optimum berdasarkan model *Age Replacement* didapat 17,57 jam dengan biaya penggantian Rp. 21.018,35 untuk komponen gigi payung mesin cetak dan 26,42 jam dengan biaya penggantian Rp. 14.316,83 untuk komponen pillow block mesin *mixer*.

Kata Kunci: FMECA, *Age Replacement*, *Maintenance*.

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Mesin adalah salah satu faktor penting dalam kegiatan produksi, salah satu faktor yang akan menunjang produktivitas sebuah perusahaan. Dimana untuk perusahaan yang terus membuat perbaikan dalam segala bidang, termasuk dalam menjaga performansi mesin agar tetap dalam keadaan yang diinginkan akan sangat berguna.

PT. Serena Harsa Utama adalah perusahaan yang memproduksi bakso dengan beberapa varian. Terletak di kawasan Padalarang Bandung Barat, perusahaan ini belum genap setahun berdiri berlabel Perseroan Terbatas (PT). Sebagai perusahaan yang terhitung baru, membuat perusahaan terus membuat perbaikan dalam sistem yang diterapkan agar dapat bersaing dengan perusahaan lain.

Tindakan perawatan terhadap mesin yang mengalami gangguan adalah dengan cara membawanya ke bengkel oleh operator perawatan. Itupun ketika ada operator produksi yang melaporkan gangguan yang terjadi pada mesin. Jika laporan dari operator produksi tidak ada, maka mesin dianggap tidak mengalami masalah. Kenyataannya masalah yang terjadi pada mesin tidak dapat diprediksi, hal tersebut dapat merugikan perusahaan jika mesin bermasalah ketika pesanan meningkat dan pada akhirnya produksi terhambat.

Hal tersebut menjadi alasan dari penilitian terhadap perawatan mesin dilakukan di PT. Serena Harsa Utama. Menggunakan FMECA untuk mengetahui mesin yang dianggap kritis dan komponen kritis dari

mesin yang dianggap kritis tersebut. Model *Age Replacement* untuk menentukan waktu penggantian optimum dari komponen kritis mesin kritis tersebut.

Tujuan pada penilitan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi mesin kritis di PT. Serena Harsa Utama.
2. Mengidentifikasi komponen kritis pada mesin kritis di PT. Serena Harsa Utama.
3. Mengidentifikasi penyebab gangguan komponen kritis pada mesin kritis di PT. Serena Harsa Utama.
4. Membuat *worksheet* FMECA.
5. Menghitung waktu penggantian komponen kritis yang optimum pada mesin kritis di PT. Serena Harsa Utama.

Pembatasan masalah dari penilitian ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan di PT. Serena Harsa Utama.
2. Penelitian dilakukan terhadap mesin-mesin yang terdapat di perusahaan untuk mengetahui mesin kritis.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA) dan model penggantian *Age Replacement*.
4. Usulan yang dibuat pada penelitian hanya sebagai saran bagi perusahaan dan tidak ada unsur paksaan dalam penerapan hasil penelitian.

Pengkategorian kritis dapat dilihat pada tiga faktor yang disesuaikan dengan kondisi dilapangan, tiga faktor tersebut adalah harga komponen, ketersediaan komponen dan seringnya terjadi kerusakan. Dikarenakan keterbatasan dalam penelitian, kecocokan data dengan pengkategorian kritis ini adalah dengan memperhatikan jumlah kerusakan pada mesin dan komponennya.

Keterbatasan dalam penilitian yang disebabkan karena penyesuaian terhadap kondisi dilapangan, menimbulkan dibuatnya asumsi yang digunakan pada penelitian. Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah spesifikasi dari mesin yang berjumlah lebih dari satu unit, dianggap sama. Permasalahan yang dianggap penting adalah dari segi performansi, dimana penurunan performansi bila ada mesin yang mengalami kerusakan sangat mempengaruhi kegiatan produksi secara keseluruhan.

II. Studi Literatur

A. *Maintenance*

Perawatan (*Maintenance*) adalah sebuah kegiatan atau aktifitas guna menjaga kondisi mesin agar tetap dalam keadaan yang prima dan bisa diandalkan sebagaimana mesin berfungsi dalam kondisi sebelumnya.

B. *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA)

FMECA adalah teknik perancangan sistematis untuk mengidentifikasi dan menginvestasi sistem yang berpotensial (produk/ proses) buruk, ini sejalan dengan metodologi untuk langkah-langkah pengujian dimana sistem kerusakan bisa terjadi.

C. Model *Age Replacement*

Strategi dari model berdasarkan interval waktu ini adalah penggantian pencegahan dilakukan jika komponen tersebut telah mencapati suatu umut tertentu (tp). Tapi jika komponen tersebut mengalami kerusakan sebelum umurnya tercapai, maka penggantian komponen akan tetap dilakukan. Bentuk persamaan dari model ini adalah sebagai berikut:

$$C(tp) = \frac{Cp.R(tp) + Cf.\big(1 - R(tp)\big)}{(tp + Tp).R(tp) + \int_0^{tp} t.f\,(t)dt + Tf.[1 - R(tp)]}$$

III. Hasil dan Pembahasan

A. Mesin Kritis

Data yang diperoleh peniliti berupa data kegiatan perawatan dari bulan Agustus 2015 hingga bulan Maret 2016.

Tabel 1. Frekuensi Kegiatan Perawatan Mesin dari Bulan Agustus 2015 Hingga Bulan Maret 2016

Nama Mesin	Kegiatan Perawatan
Freezer	3
Mesin cacah	11
Mesin Cetak	73
Mesin Giling	9
Mesin mixer	49
Mesin packing	8
Mesin rebus	2
Mesin steam	1
Pengering I	1
Penirisan	7
Penirisan II	2
Ruang antara	2
Towing	5

Mesin cetak dan mesin *mixer* menjadi mesin yang dianggap kritis, dengan nilai 73 dan 49.

B. Komponen Kritis dari Mesin Kritis

Komponen kritis didapat setelah menentukan mesin kritisnya terlebih dahulu.

Tabel 2. Jumlah Kerusakan pada Komponen Mesin Kritis

Komponen Mesin Cetak	Jumlah Kerusakan	Komponen Mesin Mixer	Jumlah Kerusakan
Back steam	8	As pisau	5
Kipas	4	Tutup puley kku rell	2
Gear box	4	As katel	2
Bearing gear	5	Bearing as katel	1
Bearing kipas	9	Bearing pipa	8
Bearing pipa	2	Belt	10
Gigi payung	17	Dinamo	5
Pillow block	11	Pillow block	11
Potensio speed control	3	Pisau	1
Rantai gear box	4	Rantai gearbox	4
Selenoid value uap	5		
Speed control kipas	4		

Komponen kritis dari mesin kritis diperoleh sebanyak 2 komponen, yaitu komponen gigi payung pada mesin cetak dan komponen pillow block pad mesin *mixer*.

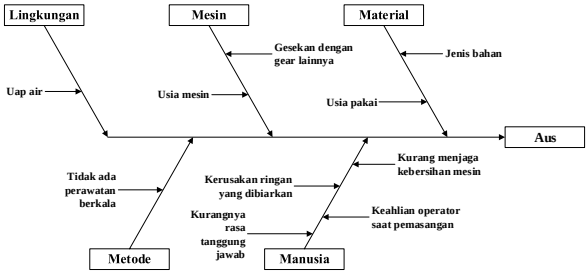
Jenis kerusakan pada komponen kritis selanjutnya dicari dengan melakukan wawancara pada pihak perusahaan dan operator perawatan PT. Serena Harsa Utama.

Tabel 3. Jenis Kerusakan pada Komponen Mesin Kritis

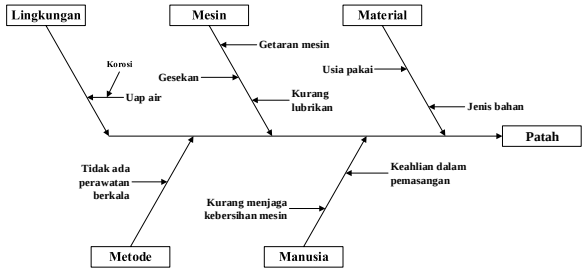
Mesin Cetak	
Nama Komponen	Jenis Kerusakan
Gigi payung	Aus
Pillow block	Patah
Mesin Mixer	
Nama Komponen	Jenis Kerusakan
Belt	Longgar
Pillow block	Patah
Bearing pipa	Longgar

C. Identifikasi Penyebab Kerusakan

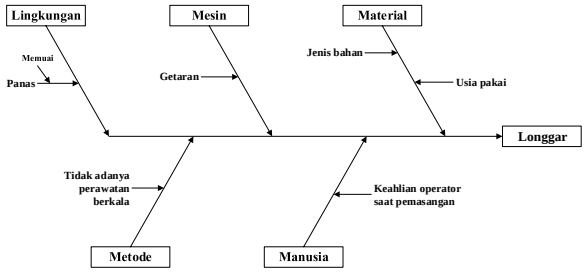
Penyebab kerusakan pada jenis kerusakan masing-masing komponen kritis diidentifikasi menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*).



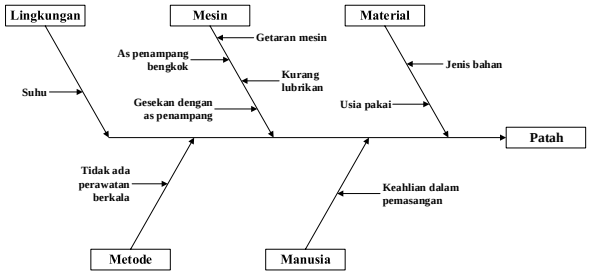
Gambar 1. *Fishbone* untuk Jenis Kerusakan Aus pada Komponen Gigi Payung Mesin Cetak



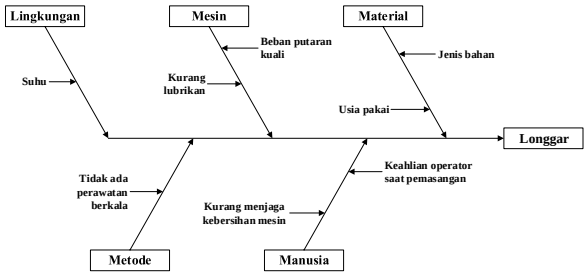
Gambar 2. *Fishbone* untuk Jenis Kerusakan Patah pada Komponen *Pillow Block* Mesin Cetak



Gambar 3. *Fishbone* untuk Jenis Kerusakan Longgar pada Komponen *Belt* Mesin *Mixer*



Gambar 4. *Fishbone* untuk Jenis Kerusakan Patah pada Komponen *Pillow Block* Mesin *Mixer*



Gambar 5. *Fishbone* untuk Jenis Kerusakan Longgar pada Komponen Bearing Pipa Mesin *Mixer*

D. Identifikasi Efek dari Kerusakan

Efek dari kerusakan komponen kritis pada mesin kritis dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Efek dari Kerusakan Komponen Kritis Mesin Cetak dan Mesin *Mixer*

Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Efek dari Kerusakan
Mesin Cetak		
Gigi payung	Aus	Transmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan
Pillow block	Patah	As pemutar tidak tertahan
Mesin Mixer		
Belt	Longgar	Transmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan
Pillow block	Patah	As pemutar kuali tidak tertahan
Bearing pipa	Longgar	Putaran as kuali tidak optimal

E. Menentukan *Severity* dari Efek Kerusakan, Frekuensi dari Kerusakan dan Probabilitas Kerusakan

Nilai *severity* menunjukkan tingkat kerusakan yang dialami oleh komponen kritis. Frekuensi kerusakan menyatakan jumlah kerusakan yang dialami oleh komponen kritis dan dinyatakan dalam probabilitas. Nilai probabilitas kerusakan menyatakan tingkat suatu jenis kerusakan dapat dideteksi.

Tabel 5. *Severity* dari Efek Kerusakan

Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Efek dari Kerusakan	Severity
Mesin Cetak			
Gigi payung	Aus	Tranmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan	8
Pillow block	Patah	As pemutar tidak tertahan	8
Mesin Mixer			
Belt	Longgar	Tranmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan	8
Pillow block	Patah	As pemutar kuali tidak tertahan	8
Bearing pipa	Longgar	Putaran as kuali tidak optimal	7

Tabel 6. Frekuensi dari Kerusakan

Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Total Gangguan pada Mesin	Frekuensi Kerusakan
Mesin Cetak				
Gigi Payung	Aus	17	76	9
Pillow Block	Patah	11	76	9
Mesin Mixer				
Belt	Longgar	10	49	9
Pillow Block	Patah	10	49	9
Bearing Pipa	Longgar	8	49	8

Tabel 7. Probabilitas Kerusakan

Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Deteksi Probabilitas	Probabilitas Kerusakan
Mesin Cetak			
Gigi payung	Aus	Terdengar suara bergemuruh dari dalam mesin	4
Pillow block	Patah	Putaran pada as membuat mesin bergetar	2
Mesin Mixer			
Belt	Longgar	Putaran dari dinamo tidak jalan	2
Pillow block	Patah	Terdengar suara mur atau baut	2
Bearing pipa	Longgar	Timbul getaran tidak stabil saat kuali berputar	2

F. Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Nilai RPN membantu untuk menentukan prioritas dari komponen yang memerlukan tindakan perawatan terlebih dahulu.

Tabel 8. *Risk Priority Number* (RPN)

Nama Komponen	Severity	Frekuensi Kerusakan	Probabilitas Kerusakan	RPN
Mesin Cetak				
Gigi payung	8	9	4	288
Pillow block	8	9	2	144
Mesin Mixer				
Belt	8	9	2	144
Pillow block	8	9	2	144
Bearing pipa	7	8	2	112

G. *Worksheet Failure Mode Effect Criticality Analysis* (FMECA)

Data kemudian dimasukkan ke dalam sebuah *worksheet* FMECA, termasuk nilai dari *severity*, frekuensi kerusakan, probabilitas kerusakan dan RPN. Proses selanjutnya adalah menentukan tindakan perawatan sesuai dengan priotitas komponen untuk mendapatkan tindakan perawatan. Dapat dilihat pada tabel 9.

H. Penentuan Parameter Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Waktu antar kerusakan dapat digunakan untuk mendukung penggantian karena terdapat usia pakai dari komponen dan dapat diketahui rata-rata dari waktu penggantian komponen. Data waktu antar kerusakan komponen dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis

Mesin kritis	Nomor	Waktu Antar Kerusakan (jam)		Nomor	Waktu Antar Kerusakan (jam)
Komponen Gigi Payung Mesin Cetak	1	181,25	Komponen Pillow Block Mesin Mixer	1	394,33
	2	33,75		2	6,25
	3	10,50		3	178,17
	4	45,67		4	93,42
	5	88,83		5	251,75
	6	138,92		6	300,82
	7	286,08		7	57,82
	8	77,50		8	278,92
	9	216,42		9	55,83
	10	32,67		10	46,83
	11	14,92			
	12	23,58			
	13	8,67			
	14	156,58			
	15	60,58			
	16	50,67			

Tabel 9. *Worksheet* FMECA

Failure Mode and Effect Criticality Analysis

Nama Proses atau Produk:							Disiapkan oleh:		MTC	Halaman: dari halaman
Pemilik Proses:			PT. SHU				Hari/Tanggal:			Rev.
Nama Komponen	Potensi Jenis Kerusakan	Potensi Efek Kerusakan	SEV	Penyebab	OCC	Kontrol	DET	RPN	Tindakan Kontrol Alternatif	Tanggapan
Komponen Gigi payung Mesin Cetak	Aus	Transmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan	8	Gesekan dengan Gear Lainnya	9	Tidak Ada Perawatan Berkala	4	288	Hitung waktu penggnatian komponen yang optimal. Karena komponen memiliki nilai RPN paling tinggi untuk mesin cetak.	Berdasarkan nilai RPN komponen gigi payung mesin cetak memiliki nilai yang paling tinggi dibanding keempat komponen lainnya. Artinya perlu tindakan perawatan yang benar-benar diperhatikan.
Komponen Pillow block Mesin Cetak	Patah	As pemutar tidak tertahan	8	Korosi dan Getaran Mesin	9	Tidak Ada Perawatan Berkala	2	144	Lakukan pengecekan terhadap mur dan baut dan lubrikasinya	Berdasarkan nilai RPN komponen pillow block mesin cetak, memiliki nilai kedua tertinggi. Artinya komponen memiliki tingkat kerusakan cukup tinggi dan harus dilakukan tindakan perawatan secara berkala.
Komponen Belt Mesin Mixer	Longgar	Transmisi energi dari dinamo tidak akan berjalan	8	Panas dari Mesin dan Lama Pemakaian	9	Tidak Ada Perawatan Berkala	2	144	Pilih jenis bahan yang lebih kuat bila didiamkan pada suhu panas	Berdasarkan nilai RPN komponen belt mesin mixer, memiliki nilai kedua tertinggi. Artinya komponen memiliki tingkat kerusakan cukup tinggi dan harus dilakukan tindakan perawatan secara berkala.
Komponen Pillow block Mesin Mixer	Patah	As pemutar kuali tidak tertahan	8	Suhu dan Getaran pada Mesin	9	Tidak Ada Perawatan Berkala	2	144	Hitung waktu penggnatian komponen yang optimal. Karena komponen memiliki jumlah kerusakan yang paling banyak pada mesin mixer.	Berdasarkan nilai RPN komponen pillow block mesin mixer, memiliki nilai kedua tertinggi. Artinya komponen memiliki tingkat kerusakan cukup tinggi dan harus dilakukan tindakan perawatan secara berkala.
Komponen Bearing pipa Mesin Mixer	Longgar	Putaran as kuali tidak optimal	7	Beban Putaran Kuali dan Kurang lubrikan	8	Tidak Ada Perawatan Berkala	2	112	Lakukan pengecekan pada bearing dan berikan lubrikan secara berkala	Berdasakan nilai RPN komponen bearing pipa memiliki nilai yang paling rendah. Namun demikian tidak membuat komponen ini tidak perlu akan tindakan perawatan secara berkala, karena komponen termasuk komponen kritis.

Penentuan distribusi waktu antar kerusakan ditujukan untuk mengetahui populasi dan jenis distribusi dari data yang ada. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa data beridistribusi Weibull dua parameter yaitu α dan β. Penentuan parameter distribusi Weibull dengan menggunakan pendekatan regresi linier, untuk komponen gigi payung mesin cetak dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12 untuk komponen pillow block.

Tabel 11. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Komponen Gigi Payung Mesin Cetak

Nomor	Waktu Antar Kerusakan (jam)	Waktu Antar Kerusakan Setelah Diurutkan	R(Ti)-1	Xi	Yi	Xi.Yi	X^2
1	181,25	8,67	1,045	-3,132	2,1595	-6,764	9,811
2	33,75	10,50	1,116	-2,212	2,3514	-5,202	4,895
3	10,5	14,92	1,197	-1,715	2,7025	-4,636	2,943
4	45,67	23,58	1,291	-1,364	3,1605	-4,310	1,860
5	88,83	32,67	1,402	-1,086	3,4864	-3,785	1,179
6	138,92	33,75	1,533	-0,851	3,5190	-2,994	0,724
7	286,08	45,67	1,691	-0,644	3,8214	-2,461	0,415
8	77,5	50,67	1,885	-0,456	3,9253	-1,789	0,208
9	216,42	60,58	2,130	-0,280	4,1040	-1,148	0,078
10	32,67	77,50	2,448	-0,111	4,3503	-0,482	0,012
11	14,92	88,83	2,877	0,055	4,4868	0,248	0,003
12	23,58	138,92	3,489	0,223	4,9339	1,100	0,050
13	8,67	156,58	4,432	0,398	5,0536	2,012	0,158
14	156,58	181,25	6,074	0,590	5,1999	3,068	0,348
15	60,58	216,42	9,647	0,818	5,3772	4,400	0,670
16	50,67	286,08	23,429	1,149	5,6563	6,497	1,319
Total				-8,617	64,288	-16,246	74,25957
				B	0,263984	α	24,91357
				A	3,215413	β	3,788113

Tabel 12. Penentuan Parameter Distribusi Waktu Antar Kerusakan Komponen Pillow Block Mesin Mixer

Nomor	Waktu Antar Kerusakan (jam)	Waktu Antar Kerusakan Setelah Diurutkan	R(Ti)-1	Xi	Yi	Xi.Yi	X^2
1	394,33	6,25	1,072	-2,664	1,8326	-4,882	7,096
2	6,25	46,83	1,195	-1,723	3,8466	-6,629	2,970
3	178,17	55,83	1,351	-1,202	4,0224	-4,835	1,445
4	93,42	57,82	1,552	-0,822	4,0573	-3,334	0,675
5	251,75	93,42	1,825	-0,509	4,5371	-2,308	0,259
6	300,82	178,17	2,213	-0,230	5,1827	-1,194	0,053
7	57,82	251,75	2,811	0,033	5,5284	0,182	0,001
8	278,92	278,92	3,852	0,299	5,6309	1,684	0,089
9	55,83	300,82	6,118	0,594	5,7065	3,390	0,353
10	46,83	394,33	14,857	0,993	5,9772	5,933	0,985
Total				-5,231	46,322	-11,992	27,36475
				B	0,496981	α	37,04272
				A	3,612072	β	2,012149

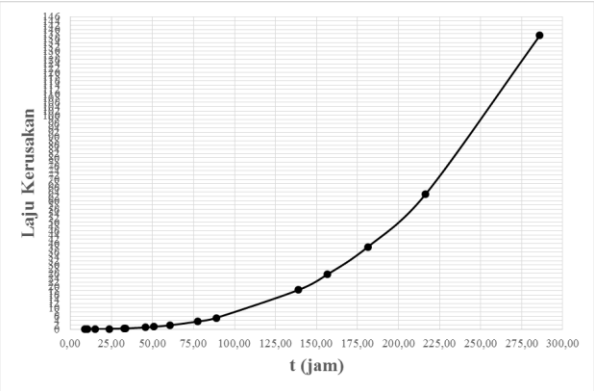
I. Menentukan Fungsi dan Kurva Laju Kerusakan

1. Komponen gigi payung mesin cetak

Diketahui: α = 24,91357 dan β = 3,778113

$$r(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

$$= \frac{3{,}78113}{24{,}91357}\left(\frac{t}{24{,}91357}\right)^{3{,}78113-1}$$

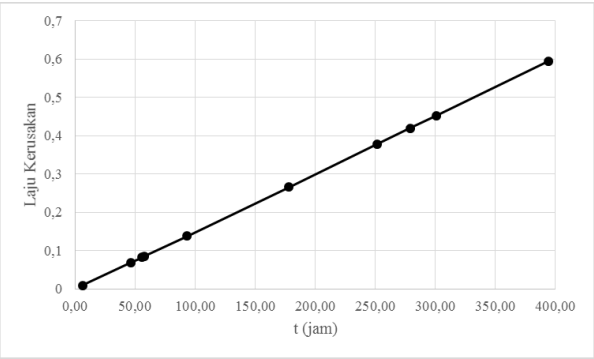


Gambar 6. Kurva Laju Kerusakan Komponen Gigi Payung Mesin Cetak

2. Komponen pillow block mesin mixer
Diketahui: α = 37,04272 dan β = 2,012149

$$r(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

$$= \frac{2{,}012149}{37{,}04272}\left(\frac{t}{37{,}04272}\right)^{2{,}012149-1}$$



Gambar 7. Kurva Laju Kerusakan Komponen Pillow Block Mesin Mixer

J. Perhitungan Biaya Perawatan

1. Komponen Gigi Payung Mesin Cetak
Penentuan Harga Cp:

- Biaya pemelian = Rp. 200.000,00
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah Tenaga Kerja x Ongkos TK Perjam x Waktu Penggantian Pencegahan
  = 1 orang x Rp. 11.875,00 x 2,5 jam
  = Rp. 29.687,50
- Biaya Kehilangan Keuntungan = (Keuntungan Pertahun : (12 Bulan x 4 Minggu x 6 hari x 8 jam kerja)) x Waktu Penggantian
  = Rp. 100.000.000,00 : (12 x 4 x 6 x 8)
  = Rp. 43.402,78 / jam x 2,5 jam
  = Rp. 108.506,94
- Cp = Biaya pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya Kehilangan Keuntungan
  = Rp. 200.000,00 + Rp. 29.678,50 + Rp. 108.506,94
  = Rp. 338.194,44

Penentuan Harga Cf:

- Biaya pemelian = Rp. 200.000,00
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah Tenaga Kerja x Ongkos TK Perjam x Waktu Penggantian Kerusakan
  = 1 orang x Rp. 11.875,00 x 3 jam
  = Rp. 35.625,00
- Biaya Kehilangan Keuntungan = (Keuntungan Pertahun : (12 Bulan x 4 Minggu x 6 hari x 8 jam kerja)) x Waktu Penggantian
  = Rp. 100.000.000,00 : (12 x 4 x 6 x 8)
  = Rp. 43.402,78 / jam x 3 jam
  = Rp. 130.208,33
- Cf = Biaya pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya Kehilangan Keuntungan
  = Rp. 200.000,00 + Rp. 35.625,00 + Rp. 130.208,33
  = Rp. 365,833,33

2. Komponen Pilllow Blok Mesin Mixer
Penentuan Harga Cp:

- Biaya pemelian = Rp. 125.000,00
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah Tenaga Kerja x Ongkos TK Perjam x Waktu Penggantian Pencegahan
  = 1 orang x Rp. 11.875,00 x 2,5 jam
  = Rp. 29.687,50
- Biaya Kehilangan Keuntungan = (Keuntungan Pertahun : (12 Bulan x 4 Minggu x 6 hari x 8 jam kerja)) x Waktu Penggantian
  = Rp. 100.000.000,00 : (12 x 4 x 6 x 8)
  = Rp. 43.402,78 / jam x 2,5 jam
  = Rp. 108.506,94
- Cp = Biaya pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya Kehilangan Keuntungan
  = Rp. 125.000,00 + Rp. 29.678,50 + Rp. 108.506,94
  = Rp. 263.194,44

Penentuan Harga Cf:

- Biaya pemelian = Rp. 125.000,00
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah Tenaga Kerja x Ongkos TK Perjam x Waktu Penggantian Kerusakan
  = 1 orang x Rp. 11.875,00 x 3 jam
  = Rp. 35.625,00
- Biaya Kehilangan Keuntungan = (Keuntungan Pertahun : (12 Bulan x 4 Minggu x 6 hari x 8 jam kerja)) x Waktu Penggantian
  = Rp. 100.000.000,00 : (12 x 4 x 6 x 8)
  = Rp. 43.402,78 / jam x 3 jam
  = Rp. 130.208,33
- Cf = Biaya pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya Kehilangan Keuntungan
  = Rp. 125.000,00 + Rp. 35.625,00 + Rp. 130.208,33
  = Rp. 290.833,33

K. Penentuan Waktu dan Ongkos Penggantian Pencegahan

Penentuan waktu penggantian dan ongkos penggantian pencegahan pada penelitian ini adalah dengan metode berdasarkan umur penggantian. Maksudnya adalah penggantian dilakukan jika komponen telah mencapai umur tertentu, tetapi jika komponen mengalami kerusakan sebelum umurnya maka penggantian komponen akan tetap dilakukan. Model perhitungan dapat dilihat pada tabel 13 dan 14.

Tabel 13. Perhitungan Biaya Penggantian Berdasarkan Umur Optimal Komponen Gigi Payung Mesin Cetak

t	R(t)	Cp.R(t)	Cf(1-R(t))	(t+Tp).R(t)	t.f(t)dt	tf(1-R(t))	C(tp)
17,53	0,767915	259704,58	78489,87	15,38133701	0,01271236	0,696255	21018,524
17,54	0,767477	259556,30	78638,14	15,38022993	0,01255963	0,697570	21018,451
17,55	0,767038	259407,88	78786,57	15,37910513	0,01240841	0,698887	21018,398
17,56	0,766598	259259,30	78935,15	15,37796260	0,01225869	0,700205	21018,364
17,57	0,766159	259110,57	79083,88	15,37680233	0,01211045	0,701524	21018,350
17,58	0,765718	258961,69	79232,75	15,37562433	0,01196368	0,702845	21018,356
17,59	0,765278	258812,66	79381,78	15,37442857	0,01181838	0,704167	21018,381
17,60	0,764837	258663,48	79530,97	15,37321506	0,01167453	0,705490	21018,425
17,61	0,764395	258514,15	79680,30	15,37198379	0,01153213	0,706815	21018,489
17,62	0,763953	258364,67	79829,78	15,37073475	0,01139115	0,708141	21018,573

Tabel 14. Perhitungan Biaya Penggantian Berdasarkan Umur Optimal Komponen Pillow Block Mesin Mixer

t	R(t)	Cp.R(t)	Cf(1-R(t))	(t+Tp).R(t)	t.f(t)dt	tf(1-R(t))	C(tp)
26,38	0,603462	158827,965	104366,4797	17,4279956	2,70959E-06	1,189613	14136,8538
26,39	0,60323	158766,777	104427,6675	17,4273139	2,66969E-06	1,19031	14136,8419
26,4	0,602997	158705,589	104488,8551	17,4266275	2,63035E-06	1,191008	14136,8336
26,41	0,602765	158644,402	104550,0427	17,4259364	2,59156E-06	1,191705	14136,8287
26,42	0,602533	158583,214	104611,2301	17,4252408	2,55331E-06	1,192402	14136,8274
26,43	0,6023	158522,027	104672,4173	17,4245405	2,5156E-06	1,1931	14136,8296
26,44	0,602068	158460,84	104733,6043	17,4238355	2,47842E-06	1,193797	14136,8353
26,45	0,601835	158399,653	104794,7912	17,423126	2,44176E-06	1,194495	14136,8446
26,46	0,601603	158338,467	104855,9778	17,4224118	2,40561E-06	1,195192	14136,8573
26,47	0,60137	158277,28	104917,1642	17,421693	2,36997E-06	1,19589	14136,8736

Tabel 15. Hasil Perhitungan Model Penggantian Berdasarkan Umur

Nama Komponen	Nama Mesin	Waktu Penggantian Optimal (jam)	Ongkos Penggantian Optimal (Rp/jam)
Gigi Payung	Mesin Cetak	17,57	21018,350
Pillow Block	Mesin Mixer	26,42	14136,83

IV. Kesimpulan

1. Mesin Kritis

Dari jenis mesin yang ada, didapat dua jenis mesin kritis berdasarkan seringnya terjadi gangguan. Dua mesin tersebut adalah mesin cetak dan mesin *mixer*. Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa mesin cetak memiliki jumlah kegiatan perawatan paling banyak yaitu 73 dan mesin *mixer* diposisi kedua dengan jumlah kegiatan perawatan sebanyak 49 kali. Keduan mesin tersebut memiliki jumlah paling banyak dibandingkan jumlah kerusakan pada mesin lain, oleh karena itu mesin cetak dan mesin *mixer* dapat dibilang sebagai mesin kritis.

2. Komponen Krtitis dari Mesin Kritis

Komponen kritis selanjutnya ditentukan hanya dari mesin yang dianggap kritis, komponen yang mengalami gangguan dari masing-masing mesin kritis dikelompokkan dan dihitung jumlahnya. Dapat dilihat pada tabel 2 komponen yang paling banyak mengalami gangguan pada mesin cetak adalah gigi payung dan pillow block . Sementara komponen yang paling sering mengalami gangguan pada mesin *mixer* adalah pillow block, belt dan bearing pipa. Oleh karena itu komponen gigi payung dan pillow block menjadi komponen kritis untuk mesin cetak dan komponen komponen belt, pillow block dan bearing pipa menjadi komponen kritis untuk mesin *mixer*.

3. Penyebab Gangguan Komponen Kritis

Penyebab dari gangguan pada komponen kritis dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat atau *fishbone*, dengan memperhatikan lima faktor penyebab antara lain material, mesin, lingkungan, manusia dan metode. Berdasarkan gambar 1 hingga gambar 5, penyebab dari munculnya gangguan adalah sebagai berikut:

1. Material
   - Usia pakai
   - Jenis bahan
2. Mesin
   - Gesekan dengan gear lainnya
   - Usia mesin
   - Gesekan
   - Kurang lubrikan
   - Getaran mesin
   - As penampang begkok
   - Gesekan dengan as penampang
   - Beban putaran kuali
3. Lingkungan
   - Uap air
   - Suhu area pabrikasi
4. Manusia
   - Kurang menajaga kebersihan mesin
   - Kerusakan ringan yang dibiarkan
   - Kurangnya rasa tanggung jawab
   - Keahlian operator saat pemasangan
5. Metode
   - Tidak adanya perawatan berkala

4. *Worksheet* FMECA

Worksheet Failure Mode Effect Criticality Analysis (FMECA) dapat dilihat pada tebel 9, memuat data untuk menentukan tindakan kontrol alternatif komponen kritis. Dimana input dari *worksheet* FMECA mulai dari nama komponen kritis, jenis kerusakan komponen, efek dari kerusakan komponen, penyebab gangguan, kontrol yang dilakukan, nilai *severity*, nilai frekuensi kerusakan, niali deteksi probabilitas, nilai *Risk Priority Number* (RPN) hingga tindakan kontrol alternatif dan tanggapan.

Faktor tersebut menjadi perhitungan untuk menentukan tindakan kepada masing-masing komponen kritis. Berdasarkan *worksheet* FMECA yang dibuat, maka diketahui komponen yang mempunyai nilai RPN paling tinggi terdapat pada mesin cetak, yaitu gigi payung. Sementara pada mesin mixer terdapat komponen pillow block sebagai komponen yang paling

banyak mengalami kerusakan. Kedua komponen tersebut kemudian dihitung waktu penggantian optimalnya berdasarkan model *Age Replacement*.

5. Penentuan waktu dan Ongkos Penggantian Pencegahan

Perhitungan model penggantian komponen berdasarkan umur komponen gigi payung dan pillow block, didapat waktu dan biaya yang paling optimal untuk mengganti komponen. Penggantian komponen dilakukan pada saat telah mencapai umur 17,57 jam dengan biaya penggantian Rp. 21.018,35 untuk komponen gigi payung dan 26,42 jam dengan biaya penggantian Rp. 14.136,83 untuk komponen pillow block.

Daftar Pustaka

Andriyana, Soeh. (2009). *Usulan Sistem Perawatan Terhadap Komponen Kritis Lokomotif dengan Menggunakan Metode FMECA*, UNIKOM, Bandung.

Anthara, I Made Aryantha. (2000). *Analisa Penentuan dan Penggantian Jenis-jenis Komponen Kritis dengan Menggunakan Model Umur Penggantian yang Dihubungkan dengan Pengendalian Persediaan Jenis-jenis Komponen Kritis pada Gravel Pump Di Workshop PT. Koba Tin Bangka*, UNPAS, Bandung.

Blanchard, Benjamin S. (1995). *Maintaiability.* Dinesh Verma: Elmer L. Peterson.

Kurniawan, Fajar. (2003), *Manajemen Perawatan Industri, Teknik dan Aplikasi.* Yogyakarta

Sandika, San San. (2013). *Usulan Tindakan Perawatan Mesin Pengolahan Air Minum Dengan Metode Failure Mode Effect And Criticality Analysis (FMECA) Di PT. Muawanah Al Masoem Bandung*, UNIKOM, Bandung.

Biodata

Penulis 1
Nama : Ahmad Miftahul Falah
Email : ahmadmfalah74@gmail.com
No. Telp. : 0857-9064-9386

Penulis 2
Nama : I. Made Aryantha A
Prodi : Teknik Industri
Email : rhayadias@yahoo.com