

**PENENTUAN JUMLAH PERSEDIAAN SUKU CADANG RANTAI GARU MESIN
PENGGILING TEBU BERDASARKAN TINGKAT KEKRITISAN KOMPONEN
MODEL ABC MENGGUNAKAN SPARE PART REQUIREMENT
NOMOGRAPH**

Imam Sodikin¹

¹Jurusan Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 11 Maret 2010, revisi masuk : 6 Juli 2010, diterima: 12 Juli 2010

ABSTRACT

PG. Madukismo is one of the companies operating in the area of agroindustry with sugar as the main product. In order to exist, the company needs to increase the work effectiveness and efficiency in using the production machines through the planning of maintenance scheduling in order that the machines or units that are going to be used can be operated well, and work properly. The aim of this research is to analyze level requirement of amount of spare-part optimal with Sparepart requirement nomograph approach. This effort is able to increase high production quality, availability and reliability by maximizing equipments age, and also exploiting of effective maintenance. Based on the research result shows that the maintenance of chain eye component, it should be differentiated, basically, on the maintenance time. Determination of feed amounts at "t" periods with level of protection equal to 95% depict amount of requirement of accesses for chain component that availed counted 30 units.

Keywords: *Reliability, maintainability, availability, spare-part requirement nomograph*

INTISARI

PG. Madukismo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertanian dengan hasil utamanya berupa gula. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya, maka diperlukan suatu sistem perawatan yang baik. Perusahaan perlu meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja di dalam penggunaan mesin produksi tersebut melalui perencanaan penjadwalan perawatan agar mesin atau unit yang akan digunakan dapat beroperasi dengan baik, dan tidak mengalami gangguan kerusakan pada saat digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tingkat kebutuhan jumlah *spare-part* yang optimal dengan pendekatan *Spare-part requirement nomograph*. Adanya upaya tersebut dimaksudkan agar dapat meningkatkan ketersediaan dan keandalan yang tinggi dengan memaksimalkan umur peralatan, serta pemeliharaan yang efektif. Hasil yang diperoleh meliputi performansi komponen rantai garu, yang tercermin dari probabilitas keandalan dan ketidakeandalannya. Secara keseluruhan tingkat keandalan mengalami penurunan selama periode waktu operasi, sehingga laju kerusakan selama penggunaan masing-masing komponen mengalami peningkatan. Jumlah suku cadang komponen rantai garu yang harus disediakan pada unit mesin garu minimal 30 unit.

Kata kunci: *Reliability, maintainability, availability, spare-part requirement nomograph*

PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi dalam segala bidang, baik bidang industri maupun jasa, menimbulkan persaingan di antara industri-

haan adalah organisasi atau lembaga yang mengubah keahlian dan material menjadi barang atau jasa untuk memenuhi kebutuhan para pembeli serta memperoleh laba bagi perusahaan. Seiring dengan perekonomian yang belum stabil

¹ sodikin@akprind.ac.id

dan semakin tajamnya persaingan, maka keadaan tersebut memaksa suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan kelancaran, efektivitas dan efisiensi kegiatan proses operasi. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Mesin merupakan alat produksi yang terbentuk dari rangkaian sistem yang kompleks, sehingga memerlukan perencanaan dan penanganan perawatan yang unik dan memadai. Untuk menjaga tingkat kesiapan mesin agar mesin dapat selalu digunakan terus sehingga kontinuitas produksi dapat terus terjamin, maka dibutuhkan perawatan mesin atau *maintenance* yang baik (Mustafa, 1998).

Menurut Vincent Gasperz (1992), perawatan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem produksi itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Perawatan dan pemeliharaan merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam perusahaan. Kegiatan ini bertujuan agar sistem selalu dalam kondisi baik guna mendukung berjalannya kegiatan proses produksi sesuai jadwal yang ditentukan.

PG. Madukismo adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri pertanian dengan hasil utamanya berupa gula. Pada perusahaan tersebut, Unit Mesin Penggiling Tebu merupakan unit tempat dilakukannya proses awal penggilingan. Salah satu alat penting yang digunakan adalah rantai garu, yang sangat penting fungsinya. Fungsi yang vital pada alat tersebut menyebabkan kelancaran proses produksi terhambat, jika terjadi kegagalan sistem atau kerusakan.

Terjadinya kerusakan mesin akibat rusaknya komponen tidak dapat diketahui dengan pasti. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukan tersedianya suku cadang masing-masing komponen yang memadai pada saat dibutuhkan. Penyediaan suku cadang yang sedikit terkadang menyerap dana perawatan yang sangat besar, terutama pada suku cadang yang sering rusak karena mesin akan sering mengalami "*break down*",

yang akhirnya menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Penyediaan suku cadang harus didasarkan atas beberapa hal salah satunya berdasarkan tingkat kekritisan-nya yaitu pada komponen yang sering mengalami kerusakan yang berarti berhubungan dengan biaya penyediaan suku cadang.

Persediaan (*inventory*) komponen ini tidak bisa dihindari karena untuk memperolehnya tidak bisa seketika sedangkan untuk kebutuhan akan barang tersebut bisa sewaktu-waktu. Karena itu perlu dilakukan perencanaan penyediaan suku cadang dengan memilah-milah mana yang paling kritis dalam penggunaan dan biaya yang diperlukannya. Saat menentukan jumlah *spare-parts* seyogyanya mempertimbangkan kebutuhan operasi sistem mengembangkan tingkat-tingkat yang mencukupi pada tiap lokasi perawatan koreksi dikerjakan.

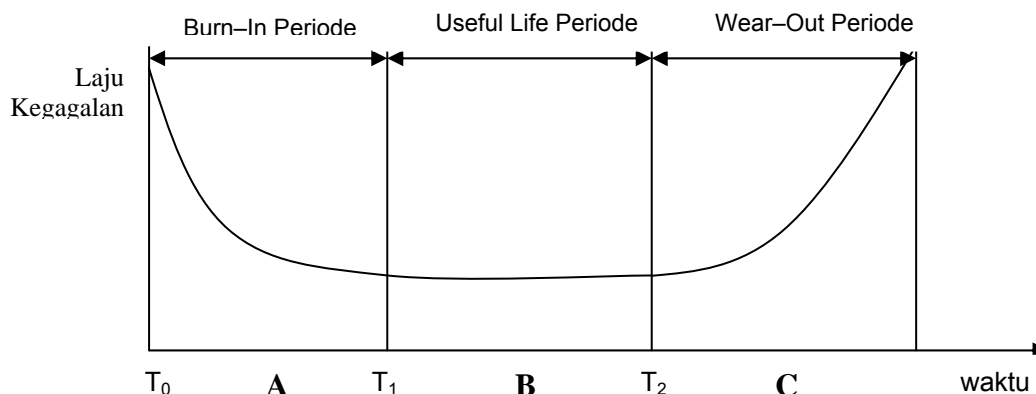
Salah satu pendekatan dalam penentuan jumlah persediaan adalah dengan menggunakan nomograph. Nomograph memberikan informasi yang dapat membantu dalam evaluasi terhadap alternatif pendekatan desain dalam pengertian *spare-part* dan dalam penentuan siklus terhadap pengadaan (*provisioning*). Input yang diharapkan adalah jumlah kebutuhan suku cadang pada setiap penggantian sehingga jumlah persediaan selalu ada tanpa terjadi waktu tunda logistik/material. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh kebijaksanaan perawatan yang baik dan tersedianya jumlah suku cadang rantai garu di Unit Mesin Penggiling Tebu yang optimal. Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis kebutuhan jumlah *spare-part* rantai garu yang optimal dengan pendekatan *Spare-part requirement nomograph*.

Pengertian Perawatan Sistem atau pemeliharaan mempunyai definisi dan pengertian yang berbeda-beda. Perawatan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi, sehingga dari sistem diharapkan menghasilkan output sesuai yang dikehendaki (Gasperz, 1992). Salah satu maksud utama kegiatan pemeliharaan adalah untuk memelihara reliabilitas sistem pengoperasian pada tingkat yang

dapat diterima dan tetap memaksimalkan laba atau meminimumkan biaya.

Keandalan/*Reliabilitas*, adalah kemampuan suatu produk berlaku sesuai dengan fungsi tertentu dalam desain lingkungan atau kondisi operasi yang spesifik. *Reliabilitas* dapat diekspresikan melalui beberapa cara yaitu melalui laju

kerusakan (*failure rate*), fungsi keandalan, fungsi kepadatan probabilitas kerusakan. Laju kerusakan suatu produk tidak tetap/konstan. Ia selalu berubah seiring dengan meningkatnya usia produk, sesuai dengan lingkungannya, hal ini dapat dilihat dengan kurva *Bath Tub*.



Gambar 1. Kurva Laju Kegagalan (Gasperz, 1992)

Pada kurva laju kegagalan terdapat tiga periode yang memperlihatkan karakteristik mesin selama umur gunanya (*life cycle*). Fase A disebut "*periode infant mortality*" merupakan interval waktu saat awal yang menjelaskan bahwa alat-alat yang baru diproduksi oleh pabrik apabila digunakan pada mulanya memiliki tingkat kerusakan tertentu (*tidak nol*). Fase B disebut sebagai "*Useful life periode*" yang merupakan suatu periode masa pakai alat dengan laju kegagalan komponen yang bersifat konstan. Fase C disebut "*Wear Out Periode*" dimana laju kegagalan komponen pada periode ini cenderung meningkat.

Analisis keandalan, *Reliabilitas* didefinisikan sebagai probabilitas atau kemungkinan suatu sistem (komponen) akan berfungsi selama periode t . Untuk menyatakan hubungan secara logikal, digunakan variabel kontinu random T sebagai waktu sistem (komponen) akan rusak $T \geq 0$.

Fungsi *reliabilitas* dapat ditunjukkan sebagai:

$$R(t) = \Pr \{ T \geq t \} \dots\dots\dots(1)$$

dengan $R(t) \geq 0$, $R(0) = 1$, untuk nilai yang diperoleh dari t , $R(t)$ adalah waktu probabilitas sistem akan gagal lebih besar

atau sama dengan t . lebih jelasnya ditunjukkan sebagai:

$$F(t) = 1 - R(t) = \Pr \{ T < t \} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan $F(0) = 0$, $F(t)$ merupakan probabilitas suatu kerusakan terjadi sebelum waktu t . Dengan menetapkan $R(t)$ sebagai fungsi *reliabilitas* dan $F(t)$ fungsi distribusi kumulatif/*Cumulative distribution function* (CDF) dari distribusi kerusakan maka:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots(3)$$

Fungsi di atas dinamakan fungsi probabilitas kepadatan / *probability density function* (PDF). Fungsi PDF di atas menunjukkan bentuk dari distribusi kerusakan. *Mean Time To Failure* (MTTF) dirumuskan,

$$MTTF = E(T) = \int_0^{\infty} t f(t) dt \dots\dots\dots(4)$$

dengan rata-rata atau nilai pengharapan dari distribusi probabilitas ditentukan oleh $f(t)$, fungsi ini dapat ditulis dengan,

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt \dots\dots\dots(5)$$

Penentuan Komponen Kritis pada setiap mesin terdiri dari berbagai jenis

komponen penyusunnya. Masing-masing komponen memiliki kemungkinan mengalami kerusakan sehingga untuk mendapatkan kembali ke kondisi yang baik, komponen tersebut harus diperbaiki atau diganti. Namun tidak semua komponen mesin yang mengalami kerusakan berdampak signifikan terhadap beban non produksi perusahaan dari biaya perawatan yang harus dikeluarkan. Komponen-komponen menjadi kelompok komponen kritis. Jumlah komponen ini biasanya lebih sedikit dari komponen yang non kritis, namun biaya untuk pergantian komponennya lebih besar dari kelompok lainnya. Pengelompokan suatu item berdasarkan tingkat kekritisannya komponen yang dihubungkan dengan biaya inilah disebut dengan pendekatan model ABC.

Penentuan Distribusi Umur Komponen Kritis, pada umumnya model yang sering digunakan untuk menganalisis distribusi waktu kejadian kerusakan atau kegagalan komponen berbentuk distribusi kontinyu seperti distribusi *normal*, *Log-normal*, *exponential*, dan *Weibull*.

Uji Kecocokan Distribusi Kerusakan, pengujian distribusi bertujuan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil mengikuti pola distribusi tertentu sesuai yang diasumsikan. Metode yang dipergunakan untuk uji kecocokan distribusi adalah dengan *Goodness Of Fit Test*.

Konsep Pemeliharaan bagi perawatan sistem. *Maintainability* adalah kemampuan suatu sistem untuk dipelihara dimana perawatan merupakan serangkaian tindakan yang harus diambil untuk memperbaiki atau mempertahankan suatu sistem dalam keadaan siap operasi. Perhitungan-perhitungan dalam *maintainability* oleh (Charles, 1997) adalah *Mean Time Between Maintenance* (MTBM) atau waktu rata-rata di antara perawatan dan *fpt* (Laju Perawatan Terjadwal).

$$fpt = \frac{(1 - \lambda x MTBM)}{MTBM} \dots\dots\dots (6)$$

Waktu Rata-rata Perawatan Aktif (\bar{M})
Rata-rata Down Time (MDT) adalah total waktu manakala mesin tidak dapat dioperasikan untuk repair dan memulihkan sistem tersebut ke status siap beroperasi penuh, dan mempertahankan sistem da-

lam kondisi tersebut. MDT termasuk *Mean Active Maintenance Time* (\bar{M}), *Logistic Delay Time* (LDT), dan *Administrative Delay Time* (ADT). Nilai rata-rata dihitung dari lintas waktu tiap fungsi dan frekuensi yang terkait (sama dengan pendekatan yang digunakan dalam penentuan \bar{M}). *Mean Maintenance Time* (\bar{M}_{ct}) atau Median Waktu Perawatan Koreksi

Konsep ketersediaan bagi perawatan sistem, ketersediaan (*availability*) suatu sistem atau peralatan adalah kemampuan sistem atau peralatan tersebut dapat beroperasi secara memuaskan pada saat tepat pada waktunya dan pada keadaan yang telah ditentukan. Secara definisi ada 3 macam ketersediaan, yaitu:

Inherent Availability (A_i):

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \dots\dots\dots (7)$$

Achived Availability (A_a):

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \dots\dots\dots (8)$$

Operasi Availability (A_o):

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \dots\dots\dots (9)$$

Persediaan adalah sejumlah bahan-bahan, bagian-bagian yang disediakan dan bahan-bahan proses yang terdapat dalam perusahaan untuk proses produksi, serta barang-barang jadi yang disediakan untuk memenuhi permintaan konsumen setiap waktu (Yamit, 1999).

Peranan Model Persediaan pada Perawatan. Model dari ABC adalah model yang digunakan untuk mengelompokkan suatu item berdasarkan tingkat kekritisannya dalam hal ini adalah biaya. Beberapa item dalam sebuah kelompok persediaan akan mewakili secara sebanding dan jelas seluruh kelompok item itu yang biasanya mempunyai data lengkap tentang besar nilai dari inventory yang dihitung dalam besar nilai penggunaan yaitu jumlah permintaan kali biaya. Jadi dengan mengawasi beberapa item saja maka inventory akan dapat dikelola secara keseluruhan. Pendekatan ABC pada dasarnya bersifat memilah-milah suku

cadang itu berdasarkan “penting-tidaknya” setiap suku cadang. Di antara ukuran penting tidaknya adalah nilai rupiah yang terlibat dalam pengadaan (investasi) suku cadang yang bersangkutan. Semakin tinggi dana yang diserap untuk suatu jenis suku cadang, semakin penting untuk diperhatikan.

Terlihat pada Tabel 1 bagaimana menangani dengan baik kelas A saja, berarti menangani dengan baik sebagian besar (70-80%) dari seluruh dana pengadaan. Pada item-item inilah perhatian harus dipusatkan terlebih dahulu, pada persediaan untuk Perawatan. Faktor perbekalan (*supply*) termasuk suku cadang sangat diperlukan dalam persediaan untuk menyelesaikan tindakan perawatan terjadwal dan tak terjadwal. Pada tiap tingkat perawatan, yang harus ditentukan adalah jenis suku cadangnya, jumlah item yang harus dibeli atau disediakan, serta kapan dilangsungkan transaksinya sehingga tidak terjadi kekosongan stock persediaan. Dalam menentukan jumlah suku cadang yang harus dipertimbangkan adalah tingkat proteksi (*safety stock*) yang harus diinginkan.

Tabel 1. Klasifikasi model ABC

Kelas	Klasifikasi
A	Persediaan yang memiliki nilai volume rupiah yang tinggi. Kelompok tersebut mewakili 70-80% dari total volume rupiah, meskipun jumlahnya hanya sedikit, biasanya hanya merupakan 20% dari seluruh jumlah (volume) persediaan.
B	Persediaan dengan nilai volume rupiah yang menengah, kelompok ini mewakili sekitar 15-25% dari total volume rupiah tahunan, dan sekitar 30% dari jumlah (volume) persediaan.
C	Barang yang volume rupiahnya rendah yang hanya mewakili sekitar 5-15% dari volume rupiah tahunan, tetapi terdiri dari sekitar 50% dari jumlah (volume) persediaan.

Penentuan Jumlah Spare-Parts seyogyanya mempertimbangkan kebutuhan operasi sistem, dan mengembangkan tingkat-tingkat yang mencukupi pada

tiap lokasi dimana perawatan koreksi dikerjakan. Sebagai contoh, dari kebutuhan spare-part guna mendukung komponen-komponen peralatan utama yang sangat kritis terhadap kesuksesan suatu misi, mungkin berdasarkan pada suatu faktor; item bernilai tinggi atau berharga tinggi; mungkin ditangani secara berbeda dari pada item-item berharga rendah. Dalam penelitian ini digunakan alat hitung yang disebut *Spare-part requirement nomograph*, akan dicari beberapa jumlah minimum persediaan suku cadang yang optimal. Input yang diharapkan adalah jumlah kebutuhan suku cadang pada setiap penggantian sehingga jumlah persediaan selalu ada tanpa terjadi waktu tunda logistik/material dan dapat meminimumkan biaya-biaya persediaan pada biaya khususnya dan biaya perawatan pada umumnya. Selanjutnya dengan menggunakan bantuan *Nomograph* diharapkan dapat ditentukan jumlah minimum persediaan suku cadang yang optimal.

Perangkat Komponen Mesin Garu, Stasiun kerja gilingan merupakan stasiun kerja pertama dalam proses penggilingan tebu. Pada stasiun kerja gilingan terdapat mesin crusher, roll gilingan (CC), dan mesin garu (mesin IMC). Mesin garu merupakan mesin yang mengerjakan proses penarikan tebu yang telah melalui proses penggilingan, yang kemudian diteruskan ke gilingan berikutnya. Mesin garu berkapasitas 1500 kg per jam dan berkerja secara kontinu selama 24 jam per hari. Kerusakan pada mesin garu dapat menyebabkan terhentinya proses penggilingan, dan proses secara keseluruhan. Komponen utama mesin garu terdiri dari: roda rantai, mata rantai, roll rantai, boss (*ring*), rantai ganda (*driver chain*), mata garu (cakar), motor listrik, rantai garu, gir box, motor listrik 3 phase, dan tile sproked. Kerusakan mesin garu selama ini banyak diakibatkan adanya kerusakan pada rantai garu. Komponen utama pada mesin garu dapat dilihat pada Gambar 2 Pengelompokan komponen mesin garu dengan metode ABC

Proteksi merupakan nilai dari kemungkinan tersedianya spares jika dibutuhkan. Makin tinggi proteksinya, makin besar jumlah spares yang dibutuhkan

sehingga tingkat kesiapan semangkin tinggi pula, namun berakibatkan pada biaya yang lebih tinggi untuk pengadaan item dan perawatan persediaan.

Item-item penting ini disebut juga item-item kritis. Artinya, kelemahan dalam pengelolaannya akan menyebabkan kerugian besar bagi perusahaan.

Klasifikasi ABC dalam persediaan, merupakan aplikasi persediaan yang menggunakan prinsip pareto. Idenya adalah untuk memfokuskan pada persediaan yang bernilai tinggi (*critical*) dari pada yang bernilai rendah (*trivial*). Pendekatan klasifikasi ABC membagi perse-

diaan dalam tiga kelompok (tiga kelas) yaitu A, B, dan C berdasarkan atas volume rupiah tahunan. Volume rupiah tahunan dihitung dengan mengalikan kebutuhan tahunan setiap jenis persediaan dengan nilai rupiahnya. Dalam klasifikasi ABC, kelas A adalah kelompok item-item yang bersifat kritis, kelas B untuk yang menengah, dan kelas C untuk yang tidak kritis. Dengan demikian perusahaan dapat mendahulukan serta mengkonsentrasikan upaya-upaya pengendalian persediaan pada item-item dari jenis-jenis yang kritis terlebih dahulu, yaitu dari kelas A. Klasifikasi ABC dalam Tabel 2.

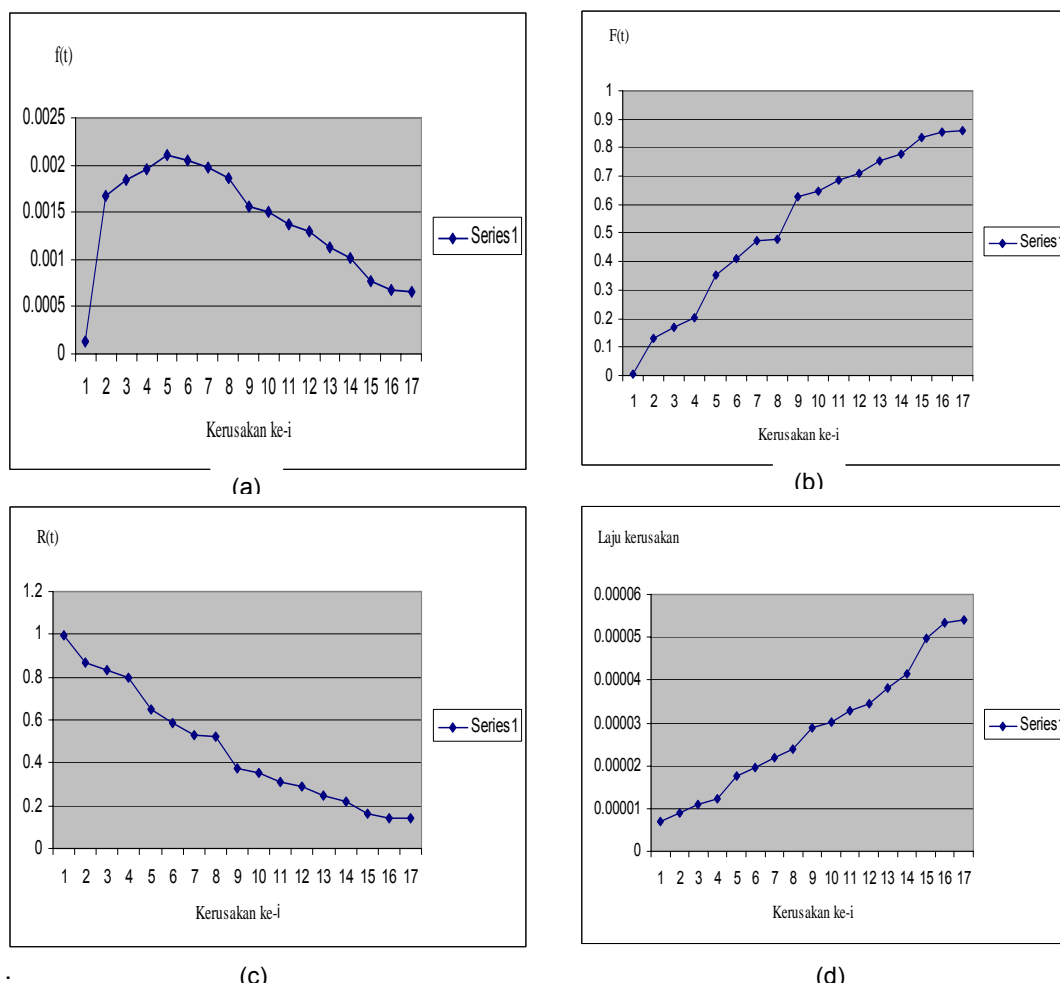
Tabel 2. Hasil pengelompokan komponen mesin garu dengan metode ABC

Item	Dana Yang Terserap (Rupiah)	Kumulatif (Rupiah)	Kelas
Rantai ganda (<i>driver chain</i>)	1.180.000	1.180.000	Kelas C Rp. 6.080.000= 6% dana
Garu ampas	1.400.000	2.580.000	
Driver sproked	3.500.000	6.080.000	
Mata garu	4.200.000	10.280.000	Kelas B Rp. 21.100.000= 20% dana
Sliding bearing head sproked	5.000.000	15.280.000	
Ass head sproked (<i>shaft</i>)	5.900.000	21.180.000	
Gir box	6.000.000	27.180.000	
Ass pen (pasak)	6.510.000	33.690.000	Kelas A Rp. 77.746.000= 74 % dana
Boss (<i>ring</i>)	6.636.000	40.326.000	
Head sproked	7.000.000	47.326.000	
Mata rantai	7.500.000	54.826.000	
Ass tile sproked (<i>excel</i>)	9.000.000	63.826.000	
Tile sproked	10.500.000	74.326.000	
Sliding bering tile sproked	12.600.000	86.926.000	
Motor listrik 3 phase	18.000.000	104.926.000	

Penentuan skala prioritas perawatan, komponen pada mesin garu yang mengalami kerusakan dengan frekuensi terbanyak selama periode pengamatan adalah rantai garu (mata rantai) serta komponen ini juga termasuk pada kelompok yang menyerap dana cukup besar (kelompok A pada Tabel 2), sehingga mata rantai dipilih sebagai komponen kritis. Berdasarkan hasil uji kecocokan distribusi, laju kerusakan komponen rantai garu berdistribusi log normal. Faktor-faktor reliabilitas pada Rantai Garu dapat dilihat pada Tabel 3



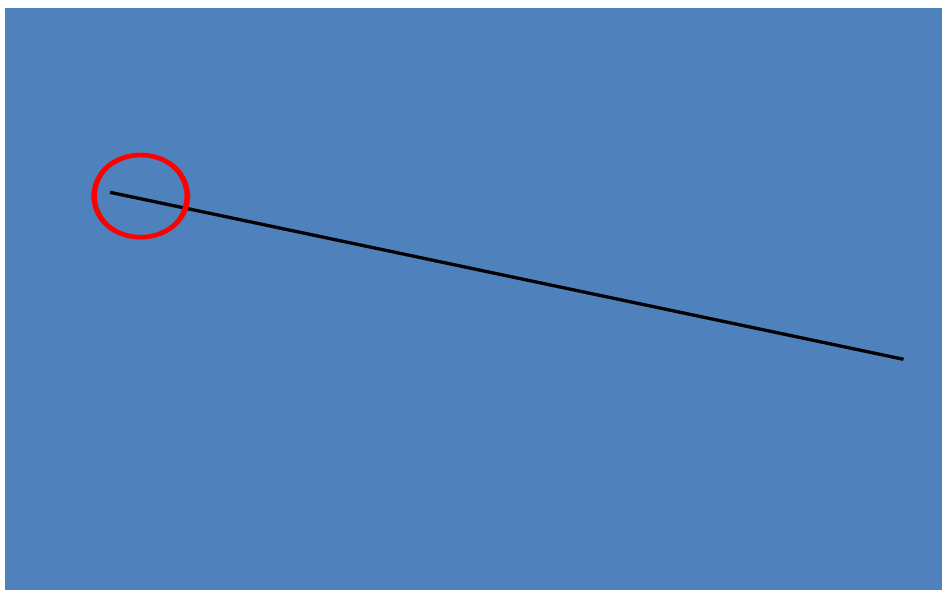
Gambar 2. Mesin IMC(Mesin garu)



Gambar 3. (a) Grafik pdf, (b) Grafik tingkat kerusakan (c) Grafik tingkat keandalan (d) Grafik laju kerusakan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Faktor-faktor Reliabilitas

T	Z	ϕ	$f(t)$	$F(t)$	$R(t)$	λ
4200	-2,80	0,0026	0,000131	0,0026	0,9974	0,00000705
18480	-1,12	0,1314	0,00167	0,1314	0,8686	0,00000903
21180	-0,96	0,1685	0,00185	0,1685	0,8315	0,0000109
23940	-0,83	0,2033	0,00195	0,2033	0,7967	0,0000121
35280	-0,38	0,3520	0,00210	0,3520	0,6480	0,0000175
40920	-0,22	0,4129	0,00205	0,4129	0,5871	0,0000195
46500	-0,07	0,4721	0,00197	0,4721	0,5279	0,0000218
52080	0,06	0,4761	0,00186	0,4761	0,5239	0,0000240
66360	0,33	0,6293	0,00156	0,6293	0,3707	0,0000290
68940	0,38	0,6480	0,00150	0,6480	0,3520	0,0000303
76020	0,49	0,6879	0,00137	0,6879	0,3121	0,0000329
80220	0,55	0,7088	0,00129	0,7088	0,2912	0,0000345
90000	0,68	0,7517	0,00113	0,7517	0,2483	0,0000382
97080	0,77	0,7794	0,00101	0,7794	0,2206	0,0000414
117120	0,98	0,8365	0,000769	0,8365	0,1635	0,0000496
125640	1,06	0,8554	0,000685	0,8554	0,1446	0,0000535
128400	1,08	0,8599	0,000663	0,8599	0,1401	0,0000543



Gambar 4. Nomograph yang menunjukkan dibutuhkan 30 spare-part mata rantai

Tabel 4. Hasil Perhitungan Faktor-faktor Maintainability

Waktu Operasi (menit)	N Prev.	N Kork.	MTBF	λ	MTBM
128400	18	17	7552,941	0,000132	3668,571

\overline{M}_{ct}	\overline{M}_{pt}	fpt	ADT	LDT	\overline{M}	MDT
823,803	103,333	0,000141	15	30	450,55	495,55

Faktor-faktor *maintainability* dan nilai *availability* pada Rantai Garu dapat dilihat pada Tabel 4. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan diperoleh suatu parameter nilai *availability*, tertera sebesar 0,9010 dan nilai $A_a=0,8906$, sedangkan $A_o=0,8810$. Untuk faktor-faktor *reliability* periode "t" persediaan dari hasil perhitungan faktor-faktor *Reliability* ini adalah sebesar $f(t)=0,0000892$; $F(t)=0,0047$; $R(t)=0,9953$; $\lambda(t)=0,000132$.

Pentuan persediaan jumlah suku cadang rantai garudengan jumlah part = 40, $\lambda(t)=0,000132$, jam operasi perhari 24 jam, $T=6$ bulan, $K \lambda T=22,8$, dan tingkat proteksi 95 %, dapat dilihat pada Gambar 4.

PEMBAHASAN

Waktu dipergunakan sebagai dasar dalam analisis *maintainability*, *availability*, *reliability*, kesuksesan sistem, dan penentuan persediaan. Penentuan batas

waktu dilakukannya perawatan ditujukan agar tidak terjadi gangguan selama unit beroperasi di lapangan atau dapat mengurangi kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba. Berdasarkan hasil pengujian distribusi terhadap data-data kerusakan komponen, menunjukkan pola fungsi kepadatan kemungkinan kerusakan (*the failure probabilitas density function*) yang terjadi mengikuti pola laju kerusakan distribusi lognormal. Secara teori laju kerusakan setiap komponen/sistem akan mengalami kenaikan yang tinggi di awal penggunaannya dan mulai menurun seiring dengan lamanya operasinya. Kondisi ini bisa terjadi karena pemilihan bahan untuk komponen/sistem serta pelaksanaan tindakan perawatan terjadwal maupun perbaikan tak terjadwal tidak begitu diperhatikan selama proses produksi.

Fungsi-fungsi dalam *maintainability* merupakan faktor-faktor yang menunjukkan sifat-sifat rekayasa dan

bertujuan untuk memudahkan dalam hal pemeliharaan, ketepatan, keselamatan, dan akan mendukung mengoptimalkan fungsi-fungsi ekonomis pada pelaksanaan pemeliharaan suatu sistem. Hasil analisis *maintainability* tersebut dapat digunakan untuk mengetahui waktu rata-rata dari masing-masing faktor *maintainability*, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan perencanaan pemeliharaan *preventif*, estimasi waktu perawatan yang diperkenankan dan dapat diketahui faktor-faktor yang dapat menyebabkan lamanya waktu perawatan serta usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk meminimalkan kerusakan yang dapat terjadi (Sodikin, 2008).

Availability merupakan penggambaran tingkat probabilitas kesiapan suatu mesin/komponen untuk digunakan. Fungsi *availability* merupakan fungsi probabilitas yang nilainya tergantung dari fungsi *reliability* dan *maintainability*, untuk meningkatkan probabilitas kesiapan faktor-faktor *availability* tergantung pada penerapan perencanaan berdasarkan analisis *maintainability* sehingga dapat meminimalkan tingkat kerusakan dan meningkatkan *reliability* sistem/komponen. Tingkat kesiapan operasional sebagai tingkat kesiapan nyata sistem dapat meningkat dengan memperkecil waktu tunda akibat kegiatan administrasi maupun kegiatan penyediaan fasilitas pendukung perawatan, sehingga dengan nilai hasil analisis *availability* dapat digunakan untuk menilai meningkatkan kinerja sumber daya perawatan yang ada (Sodikin, 2008).

Nilai keandalan (*reliability*) dalam suatu sistem/komponen semakin kecil seiring dengan waktu pengoperasiannya, berarti ketidakandalan sistem/komponen semakin meningkat. Dari hasil analisis *reliability* terlihat bahwa nilai ketidakandalan tersebut cenderung meningkat. Nilai ketidakandalan masing-masing menunjukkan tingkat penurunan fungsi komponen pada suatu periode waktu tertentu (Sukmono, 2005, Maolana, 2007, dan Sodikin, 2008).

persediaan jumlah suku cadang dapat ditentukan berdasarkan gambar *Spare-part requirement nomograph* dengan mempertimbangkan jumlah spare

part pada unit/mesin, pengadaan spare part tiap 6 bulan, dan jumlah spare part yang harus disediakan guna menjamin ketersediaan 95 % (Sodikin, 2008). Hasil analisis yang diperoleh adalah:

Distribusi kerusakan komponen Laju kerusakan mesin garu, berdasarkan pengolahan data kerusakan dengan program Arena 7.0 mengikuti distribusi Log-normal, demikian juga rantai garu.

Nilai *maintainability*, tolok ukur batas waktu perawatan yang dipergunakan adalah MTBM dan MTBF. Nilai MTBM = 3668,571 menit dan nilai MTBF = 7552,941 menit.

Nilai *availability*, nilai Probabilitas suatu sistem atau peralatan dalam keadaan ideal yang beroperasi secara memuaskan pada tiap waktu yang telah ditentukan 90,10 %. Nilai probabilitas bahwa sistem jika digunakan di bawah kondisi yang telah ditetapkan di dalam lingkungan dukungan ideal akan beroperasi dengan memuaskan pada sembarang waktu adalah 89,06 %. Nilai probabilitas suatu sistem atau peralatan jika digunakan di bawah kondisi yang telah ditetapkan dalam operasi lingkungan yang nyata akan beroperasi memuaskan jika dioperasikan adalah 88,10 %.

Nilai *reliability*, nilai keandalan komponen dalam suatu sistem selama waktu pengoperasiannya yaitu 99,53 %, cenderung menurun dengan laju kerusakan 0,000132 per menit atau 0,00792 kerusakan per jam.

Penentuan jumlah suku cadang Jumlah persediaan suku cadang dapat ditentukan dengan bantuan gambar *Spare-part requirement nomograph* dengan jumlah spare part pada rantai garu (mata rantai) sebanyak 40 buah, pengadaan spare-part tiap 6 bulan, dan jumlah spare part yang harus disediakan guna menjamin ketersediaan 95 %, maka jumlah suku cadang yang harus disediakan adalah 30 unit.

KESIMPULAN

Komponen daripada mesin garu tersebut jika mengalami kerusakan dengan frekuensi terbanyak dan menyerap dana yang besar adalah rantai garu (mata rantai), sehingga termasuk pada kelompok A (berdasarkan pengelompokan

model ABC), dan merupakan komponen kritis.

Performansi atau kinerja komponen rantai garu tercermin dari probabilitas keandalan dan ketidakandalannya. Jumlah suku cadang rantai garu yang harus disediakan minimal sebanyak 30 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Charles, E, E, 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Mc Graw-Hill, Singapore.
- Gasperz, V, 1992, *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*, edisi pertama, Tarsito, Bandung.
- Harjanto, E, 1996, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta.
- Maolana, D, 2007, *Analisis Biaya Perawatan Komponen Mesin dengan Penyediaan Suku Cadang pada Departemen Finishing CV. Banjar Jaya*, Skripsi, Teknik Industri, IST. AKPRIND, Yogyakarta.
- Sodikin, I, 2008, *Penentuan Interval Perawatan Preventif Komponen Elektrik dan Komponen Mekanik yang Optimal pada Mesin Excavator Seri PC 200-6 dengan Pendekatan Model Jardine*, Jurnal Teknologi, Vol 1 No. 2, Desember 2008, ISSN: 1979-3405, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Sukmono, W, 2005, *Pengujian Distribusi dan Menentukan Jumlah Persediaan Maksimum & Minimum dari Komponen yang Mengalami Kerusakan dan Batas Pemesanan Kembali*, Skripsi, Teknik Industri, IST. AKPRIND, Yogyakarta.
- Yamit, Z, 1999, *Manajemen Persediaan*, Ekonosia UII, Yogyakarta.