

ANALISIS MANAJEMEN PERAWATAN UNTUK PERHITUNGAN AVAILABILITAS SISTEM AC TOSHIBA RPU 4003X PADA KERETA API ARGOGEDE DI PT KAI

Ade Suryatman Margana

Mona Linda

Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung
Jalan Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung, Telp/Fax(022) 2013789/2013889
Email : adesmargana@yahoo.com

ABSTRAK

Air Conditioning (AC) adalah keseluruhan sistem yang mengkondisikan udara di dalam suatu ruangan dengan mengatur besaran termal seperti temperatur dan kelembaban udara, serta kesegaran dan kebersihannya sedemikian rupa sehingga diperoleh kondisi ruangan yang nyaman.

Manajemen perawatan di PT KAI khususnya pada sistem AC kereta api masih harus ditingkatkan, mengingat bahwa kerusakan pada sistem AC cukup besar dan yang lebih fatal lagi adalah waktu perbaikan *Time To Repair (TTR)* yang lebih lama dibandingkan waktu kerusakan *Time To Failure (TTF)* akibat aksi perbaikan yang terlalu lama sehingga sangat berpengaruh pada fungsi keandalan maupun availabilitas sistem AC tersebut, karena jika tingkat ketersediaan (availabilitas) sistem AC baik maka sistem dapat beroperasi dengan memuaskan dan berdampak positif bagi sistem AC itu sendiri

Berdasarkan perhitungan availabilitas sistem AC kereta api pada bulan ke-10 mencapai 100 %. Hal ini menunjukkan tingkat ketersediaan sistem cukup sempurna dimana prosentase kerusakan hanya 18%, akan tetapi harga β lebih besar dari 1 yaitu 2.64 pada kurva *bath tube* harga $\beta > 1$ berada pada daerah *wear out (Region C)*. Hal mengindikasikan bahwa beberapa komponen sudah mulai rusak atau korosi, ketika ini terjadi *corrective maintenance* perlu ditingkatkan.

Keywords: Time To Repair, Time To Failure, Availabilitas, bath tube, corrective maintenance.

1. PENDAHULUAN

Kereta api adalah salah satu jenis alat transportasi yang cukup penting. Meskipun kereta api merupakan kendaraan umum tetapi dalam operasionalnya kereta api membutuhkan suatu alat yang dapat menciptakan rasa nyaman pada setiap pengguna jasa kereta api. Untuk mendapatkan kenyamanan pada kereta api dibutuhkan suatu pengkondisi udara atau yang biasa disebut AC (*Air Conditioner*).

Faktor beban pendinginan terbesar pada kereta api adalah dari panas matahari dan beban kalor yang dilepaskan orang, juga sumber utama perolehan kalor dari dalam adalah lampu-lampu, penghuni, dan peralatan-peralatan yang dioperasikan di dalam ruang kereta api, termasuk unit AC itu sendiri.

Kondisi inilah yang membuat rasa tidak nyaman pada tubuh penumpang sehingga AC pada kereta api akan mampu meminimalisasi temperatur udara di dalam ruangan kereta api yang terlalu tinggi.

Unit AC sendiri harus memiliki jadwal perawatan yang sesuai dan efektif. karena seiring dengan berjalannya waktu selama itu pula alat atau komponen pada sistem mengalami degradasi dan akan menyebabkan sistem tidak dapat beroperasi sehingga perlu dilakukan teknik

dan manajemen perawatan yang lebih baik karena manajemen perawatan bukan hanya memperbaiki peralatan dengan cepat, tetapi menjaga fungsi peralatan pada kapasitas tinggi dan

meningkatkan efisiensi dan availabilitas dari unit AC itu sendiri. Penelitian dilakukan pada AC Toshiba RPU 4003X OSHIBA RPU 4003X Kereta Api Argo Gede PT KAI

2. METODOLOGI

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya.

Dimana aktivitas perawatan banyak berhubungan erat dengan pemakaian peralatan, bahan, pekerjaan, cara penanganan dari peralatan yang digunakan untuk proses produksi adalah hasil dari perawatan.

Analisa kerusakan merupakan dasar dari teknik perawatan dan keandalan. Analisa kerusakan suatu peralatan atau mesin dapat dibagi dalam 2 cara, yaitu :

1. Cara Teknikal

Menentukan sebab-sebab kerusakan berdasarkan aspek-aspek teknik dari peralatan.

2. Cara statistikal

Menekankan pada ketergantungan mekanisme

kerusakan terhadap waktu tanpa memperhatikan sebab-sebab kerusakan peralatan.

Dalam penelitian ini digunakan cara statistikal yang mana digunakan probabilitas kemungkinan mesin akan mengalami kerusakan.

Dalam penelitian ini digunakan cara statistikal yang mana digunakan probabilitas kemungkinan mesin akan mengalami kerusakan.

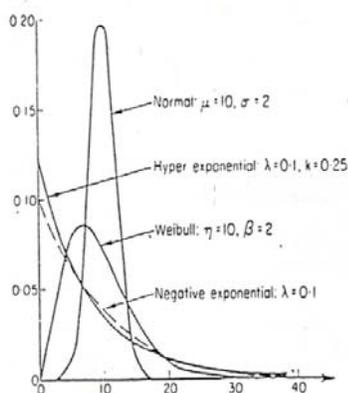
Pembahasan probabilitas kemungkinan masalah perawatan melibatkan bentuk distribusi waktu kerusakan biasanya mengikuti suatu pola tertentu, yang mana distribusi tersebut dapat memperlihatkan frekuensi kemampuan (*performance*) mesin tersebut. Distribusi waktu kerusakan biasanya dikembangkan dari suatu distribusi waktu berjalan (*running time*) sebelum mengalami kerusakan (*breakdown*) dan inipun tergantung pada keadaan peralatan tersebut.

Didalam analisa kerusakan suatu mesin atau peralatan faktor yang diperlukan adalah laju kerusakan (*failure rate*) alat pada setiap saat selama masa operasinya.

Distribusi yang sering digunakan adalah :

1. Distribusi eksponensial
2. Distribusi hiper eksponensial
3. Distribusi normal dan
4. Distribusi Weibull

Pada gambar 1.1 menunjukkan bahwa waktu akan sangat berpengaruh terhadap fungsi kerusakan.



Gambar 1.1 : Hubungan waktu dengan fungsi distribusi kerusakan

Distribusi yang digunakan dalam bahasan ini adalah distribusi *Weibull*,

- Fungsi kepadatan kemungkinan
 $F(t) = \beta / \alpha (t / \alpha)^{\beta-1} \exp [-(t / \alpha)^\beta]$
 Dengan batasan : $t \geq 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0$
 Dimana :
 β adalah parameter bentuk
 α adalah parameter skala
 t adalah waktu
- Fungsi keandalan
 $R(t) = 1 - F(t) = \exp [-(t / \alpha)^\beta]$

- Fungsi laju kegagalan
 $h(t) = f(t) / R(t) = \beta / \alpha (t / \alpha)^{\beta-1}$
- Fungsi distribusi kumulatif
 $F(t) = 1 - R(t)$
 $= 1 - \exp [-(t / \alpha)^\beta]$

Fungsi laju kegagalan pada distribusi weibull bersifat tingkat kegagalan akan naik bila $\beta > 1$ dan tingkat kegagalan akan turun bila $\beta < 1$.

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang paling berguna untuk menganalisa data kerusakan hal ini dapat terjadi karena dapat memenuhi beberapa jenis distribusi statistik yang terjadi yang tergantung dari nilai parameter β .

$\beta < 1$: mengikuti distribusi eksponensial dengan tingkat kegagalan tetap.

$\beta = 1$: mengikuti distribusi eksponensial dengan tingkat kegagalan tetap.

$\beta = 2$: mengikuti distribusi Rayleigh.

$\beta = 3$: mengikuti distribusi log-normal dengan fasa operasi yang melebihi umur produk.

$3 < \beta < 4$: mendekati distribusi normal.

Perhitungan nilai parameter distribusi Weibull pada dasarnya menggunakan prinsip regresi linier, yaitu membuat fungsi distribusi kumulatif menjadi bentuk linier, yang dinyatakan sebagai berikut :

$$F(t_i) = 1 - \exp [-(t_i/\alpha)^\beta]$$

$$1 - F(t_i) = \exp [-(t_i/\alpha)^\beta]$$

$$\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] = (t_i/\alpha)^\beta$$

$$\ln \left[\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] \right] = \ln [(t_i/\alpha)^\beta]$$

$$\ln \left[\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] \right] = \beta \ln [(t_i/\alpha)]$$

$$\ln \left[\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] \right] = \beta [\ln(t_i) - \ln(\alpha)]$$

$$1/\beta \left[\ln \left[\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] \right] \right] = \ln(t_i) - \ln(\alpha)$$

$$1/\beta \left[\ln \left[\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}] \right] \right] + \ln(\alpha) = \ln(t_i)$$

Untuk mempermudah perhitungan maka persamaan ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_i = a + b X_i$$

dimana :

$$Y_i = \ln(t_i)$$

$$a = \ln(\alpha)$$

$$b = 1/\beta$$

$$X_i = \ln [\ln [[1 - F(t_i)]^{-1}]]$$

X_i merupakan variabel bebas dan dapat dihitung dengan menaksir fungsi distribusi kumulatif [$F(t)$] dari persamaan berikut :

$$F(t_i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4}$$

Fungsi ini didapat dari pendekatan dengan metoda harga tengah atau median (50%). Metoda ini cocok untuk percobaan dimana ukuran sampelnya kecil, data kurang lengkap, atau distribusi kerusakan tidak

simetris. Metoda ini lebih banyak digunakan dalam menaksir fungsi keandalan berdistribusi Weibull. Dengan menggunakan metoda *Least Square*, nilai konstanta a dan b dapat diperoleh dari persamaan :

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right) \left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)}{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Dengan diketahuinya nilai kedua konstanta a dan b, maka parameter distribusi Weibull dapat diperoleh dari :

$$\beta = 1 / b$$

$$\alpha = \exp^a$$

Data Penelitian

Adapun data yang telah diperoleh dibawah ini didapat dari data pribadi milik PT KAI yang sudah disederhanakan untuk mengawasi keadaan mesin maupun sistem AC karena selama kereta api itu beroperasi maka sistem AC pun beroperasi dan data ini sangat penting sebagai antisipasi untuk melakukan aksi perbaikan saat kereta mengalami kerusakan atau tidak beroperasi. Kereta api Argogede memiliki jenis nomor kereta sebanyak 25 kereta api.maka untuk menghitung waktu operasi dari unit AC tidak dihitung per kereta melainkan dihitung secara keseluruhan kereta api yaitu 25 kereta api.

Data *down time active* diperoleh dari lembar operasi kereta api, *down time active* dihitung saat sistem AC berhenti atau kereta api tidak beroperasi dan dapat digunakan kembali setelah diperbaiki.

Berikut jumlah waktu operasi , waktu *down time*, *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) dari 25 kereta api Argogede.

Tabel 1.1. waktu operasi , waktu *down time*, *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR)

No	Bulan	Waktu operasi (hari)	Waktu down time (hari)	Time To Failure (TTF)	Time To Repair (TTR)
1	01/07	760	11	2	9
2	02/07	668	31	29	2
3	03/07	665	47	16	31
4	04/07	634	55	23	32
5	05/07	617	96	32	64
6	06/07	581	109	32	77
7	07/07	607	106	13	93
8	08/07	680	33	32	1
9	09/07	602	88	50	38
10	10/07	641	18	18	0
11	11/07	582	78	30	48
12	12/07	593	86	25	63
13	01/08	618	64	34	87
14	02/08	517	121	17	47
Jumlah		8765	943		

Availability Intrinsic

Jenis metoda yang digunakan dalam bahasan ini adalah *Availability Intrinsic*.

Intrinsic Availability adalah probabilitas dalam memprediksi tingkat keadaan komponen dalam sistem, dengan memperhitungkan waktu operasi dan *down time active*.

$$A_i = \frac{\text{Waktu operasi}}{\text{Waktu operasi} + \text{Down Time Active}}$$

Metoda ini digunakan karena terbatasnya data yang diperoleh di lapangan dengan tujuan agar lebih mudah dipahami dan bisa diperoleh tingkat keadaan sistem AC yang didasarkan pada perhitungan waktu berhenti. Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.3 terlihat kondisi dari sistem AC dan berikut perhitungan *Availability* sistem AC tersebut :

$$A_i = \frac{8765}{8765 + 943} = 0,902 \text{ atau } 90,2 \%$$

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa *availability* dari sistem AC tersebut masih kurang baik yakni dibawah standar minimum yang diizinkan yaitu sebesar 95 % dengan tingkat keakuratan yang dikehendaki adalah 10 %.

(Referensi dari *Maintainability Series Editor* , penulis ; Benjamin S Blanchard).

Pada perolehan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa perawatan yang telah dilakukan masih kurang masih kurang mencukupi kebutuhan dari komponen sistem tersebut, yang diakibatkan oleh tingginya kerusakan sistem.

3. Analisa data

Berikut salah satu contoh perhitungan *Availabilitas* Sistem AC dan perhitungan nilai parameter yang lainnya dapat dihitung dengan menggunakan program Excel. Perhitungan secara lengkap dapat dilihat di tabel 1.2 dan tabel 1.3.

Tabel 1.2. Perhitungan nilai parameter data TTF dan TTR (*Time To Failure* dan *Time To Repair*).

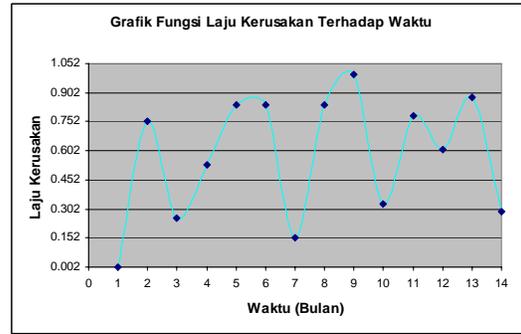
Bulan	TTF (ti)	TTR	Yi	f (ti)	Xi	Xi ²	Xi.Yi
01/07	2	9	0.693	0.048	-3.012	9.072	-2.087
02/07	29	2	3.360	0.118	-2.074	4.301	-6.969
03/07	16	31	2.770	0.187	-1.571	2.468	-4.352
04/07	23	32	3.130	0.257	-1.213	1.471	-3.797
05/07	32	64	3.460	0.326	-0.930	0.865	-3.218
06/07	32	77	3.460	0.395	-0.688	0.473	-2.380
07/07	13	93	2.560	0.465	-0.470	0.221	-1.203
08/07	32	1	3.460	0.534	-0.270	0.073	-0.934
09/07	50	38	3.910	0.604	-0.076	0.006	-0.297
10/07	18	0	2.900	0.673	0.111	0.012	0.322
11/07	30	48	3.400	0.743	0.306	0.094	1.040
12/07	25	63	3.210	0.812	0.513	0.263	1.647
01/08	34	87	3.520	0.881	0.755	0.570	2.658
02/08	17	47	2.830	0.951	1.100	1.210	3.113
Jumlah (Σ)			42.663		-7.519	21.100	-16.458

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right) \left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)}{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2} \\
 &= \frac{14 \cdot (-16.458) - (-7.519) \cdot (42.663)}{14 \cdot (21.100) - (-7.519)^2} \\
 &= \frac{-230.412 - (-320.78)}{295.4 - (56.535)} \\
 &= 0.378 \\
 b &= 1 / \beta \\
 \beta &= 1 / b \\
 &= 1 / 0.378 \\
 &= 2.64 \\
 a &= \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \\
 &= \frac{42.663}{14} - 2.64 \frac{(-7.519)}{14} \\
 &= 3.047 - (-0.203) \\
 &= 3.242 \\
 a &= \ln(\alpha) \\
 \alpha &= \exp^a \\
 &= \exp^{3.242} \\
 &= 25.58 \\
 R(t_i) &= \exp[-(t/\alpha)^\beta] \\
 &= \exp[-(18/25.58)^{3.242}] \\
 &= 0.673 \\
 F(t) &= 1 - R(t) \\
 &= 1 - \exp[-(t/\alpha)^\beta] \\
 &= 1 - \exp[-(18/25.58)^{3.242}] \\
 &= 0.327 \\
 A_i &= TTF / (TTF + TTR) = 18 / (0+18) \\
 &= 1 \text{ atau } 100
 \end{aligned}$$

Tabel 1.4. Perhitungan *Realability*, *Failureability* dan *availabilitas*

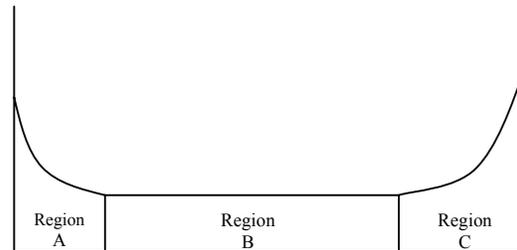
Bulan	TTF (ti)	TTR	R (ti)	F (ti)	Availabilitas
01/07	2	9	0.998	0.002	0.182
02/07	29	2	0.248	0.752	0.935
03/07	16	31	0.748	0.252	0.340
04/07	23	32	0.470	0.530	0.418
05/07	32	64	0.164	0.836	0.333
06/07	32	77	0.164	0.836	0.294
07/07	13	93	0.845	0.155	0.123
08/07	32	1	0.164	0.836	0.970
09/07	50	38	0.003	0.997	0.568
10/07	18	0	0.673	0.327	1.000
11/07	30	48	0.218	0.782	0.385
12/07	25	63	0.390	0.610	0.284
01/08	34	87	0.120	0.880	0.281
02/08	17	47	0.711	0.289	0.266

3.1 Analisa Grafik Fungsi Laju Kerusakan



Gambar 1.1 Grafik Fungsi Laju Kerusakan

Laju kerusakan pada sistem AC mengalami peningkatan terutama di bulan September, semakin besar nilai TTF (t_i) semakin besar tingkat kerusakan yang terjadi, hal ini dikarenakan pada sistem AC kurang mencukupi kebutuhan komponen baik dari segi perawatan komponen AC maupun kebersihannya, dimana pada perhitungan data harga β sebesar 2.64, dengan kata lain lebih besar dari satu. Pada kurva *bath tube* harga $\beta > 1$ berada pada daerah *wear out* (Region C).

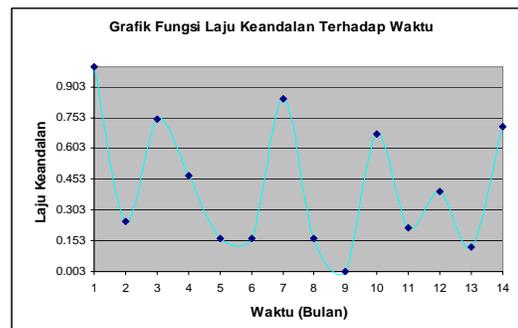


Gambar 1.2 Kurva *Bath Tube*

Peningkatan laju kerusakan disebabkan oleh :

- Komponen sistem AC yang sudah tua
- Perawatan yang kurang baik
- Kelelahan akibat pemakaian sistem secara terus menerus
- Aksi perbaikan terlalu lama

3.2 Analisa Grafik Fungsi Keandalan



Gambar 1.3 Grafik Fungsi Keandalan

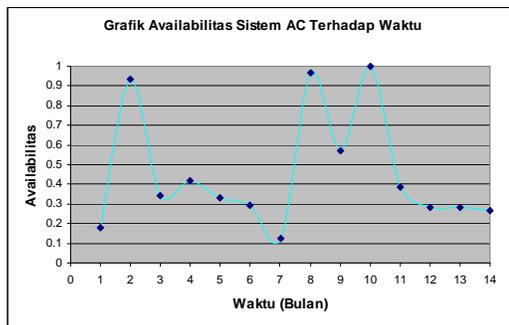
Pada gambar 1.3 membuktikan bahwa jika nilai TTF

(ti) diperbesar maka akan menurunkan nilai fungsi keandalan, Hubungan kedua fungsi ini didasarkan pada persamaan bahwa jumlah nilai fungsi kerusakan dan nilai fungsi keandalan untuk setiap selang waktu pemeriksaan adalah satu.

Adapun penyebab dari penurunan keandalan sistem AC adalah sebagai berikut:

- Aksi Perbaikan yang terlalu lama
- Perawatan AC masih kurang baik
- Komponen sistem yang sudah tua atau rusak
- Beberapa komponen pada sistem AC telah korosi

3.2 Analisa Grafik Availabilitas (tingkat ketersediaan)



Gambar 1.4 Grafik Availabilitas

Pada grafik availabilitas diatas terlihat bahwa harga availabilitas sistem paling baik adalah sebesar 1 atau 100 %.

Dimana tingkat ketersediaan sistem cukup sempurna dengan prosentase kerusakan hanya 18%.

Hal ini pula memberikan asumsi bahwa perawatan berkala yang dilakukan oleh PT KAI yang terbaik adalah pada bulan ke 10.

Namun pada data yang telah diperoleh terjadi kasus dimana nilai TTR (*Time To Repair*) lebih besar daripada nilai TTF sehingga fungsi keandalan sistem pun semakin turun. hal ini dominan disebabkan oleh aksi perbaikan yang terlalu lama.

Korelasi antara grafik availabilitas terhadap fungsi laju kerusakan seharusnya berbanding lurus, yang berarti bahwa semakin tinggi tingkat ketersediaan (availabilitas) sistem AC maka semakin rendah fungsi laju kerusakan yang terjadi. Akan tetapi pada grafik diatas korelasi yang terlihat pada bulan-bulan tertentu justru berbanding lurus. Hal ini dikarenakan oleh data yang diperoleh didapat adalah dari keseluruhan kereta api itu sendiri tidak hanya sistem AC tetapi juga menyangkut bagian mesin kereta itu sendiri sehingga data yang diperoleh adalah saat sistem AC rusak maka kereta pun tidak akan beroperasi dan banyaknya perolehan angka tersebut sebagian besar bukan hanya

dari kerusakan AC melainkan kerusakan mesin atau yang lainnya.

4. KESIMPULAN

Setelah mengolah dan menganalisa data yang telah diperoleh, selanjutnya

Dapat diambil kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian untuk menganalisa manajemen perawatan sistem AC Toshiba RPU 4003X pada kereta api Argogede, Maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya indikasi perawatan pada sistem AC masih kurang yaitu masih kurang mencukupi kebutuhan komponen, sehingga fungsi keandalan mengalami penurunan dengan semakin tingginya fungsi laju kerusakan maka semakin rendah pula fungsi laju keandalan pada sistem AC.

Pada gambar 1.1 dan 1.3 terlihat suatu kesinambungan yaitu fungsi laju kerusakan terbesar terjadi pada bulan September sehingga hal tersebut berdampak langsung pada fungsi keandalan pada sistem AC itu pula, yakni pada bulan September, fungsi laju keandalannya paling rendah. Dengan kata lain sistem perawatan mempunyai pengaruh terhadap peningkatan keandalan maupun availabilitas sistem AC.

2. Nilai availabilitas sistem AC paling baik terjadi di bulan ke 10 dimana nilai availabilitasnya sebesar 1 atau 100 % (gambar 1.4).

3. Peninjauan sekilas terhadap manajemen perawatan di PT KAI khususnya pada sistem AC kereta api masih harus ditingkatkan mengingat bahwa kerusakan pada sistem AC cukup besar dan yang lebih fatal lagi adalah waktu perbaikan (TTR) yang lebih lama dibandingkan jumlah waktu kerusakan (TTF) sehingga sangat berpengaruh pada fungsi keandalan maupun availabilitas sistem AC tersebut. karena jika tingkat ketersediaan (availabilitas) sistem AC baik maka sistem dapat beroperasi dengan memuaskan dan berdampak positif bagi sistem AC itu sendiri.

4. Harga β sebesar 2.64, dengan kata lain lebih besar dari satu. Pada kurva *bath tube* harga $\beta > 1$ berada pada daerah *wear out* (*Region C*). Dimana daerah *wear out* terjadi setelah komponen sistem AC beroperasi pada waktu yang lama, beberapa komponen sudah mulai rusak atau korosi, ketika ini terjadi *corrective maintenance* perlu ditingkatkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Benyamin S. Blanchard, Dinesh Verma, Elmer L. Peterson, 1995, Maintainability : A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management, John Wiley & Sons, Inc, Canada.

Charles E. Ebeling, 1997, Reliability and

Maintainability Engineering, McGraw-Hill.
Dokumen AC Genset milik PT KAI

David Jr Smith, Dr., 2005, Reliability Maintainability and Risk, Elsevier Butterworth Heinemann, Seventh Edition, Printed and Bound in United Kingdom.

Hongzhou Wang, Hoang Pham, 2006, Reliability and Optimal Maintenance, Springer-Verlag London Limited.

Jardine, A.K.S, 1973, Maintenance, Replacement, and Reliability, Pitman Publishing, Australia.

Lawrence Mann, Jr, 1983, Maintenance Management, Revised Edition, Lexington Books,

M. Xie, H. Kong, T.N. Goh, 2000, Exponential Approximation for Maintained Weibull Distributed Component, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Volume 6 Issue 4, pp.260-269, MCB UP Ltd, Emerald Group Publishing Limited.

Rudolph Frederick Stapelberg, 2009, Handbook of Reliability, Availability, Maintainability and Safety in Engineering Design, Springer-Verlag London Limited.

[www. Manajemen Perawatan AC Kereta Api.com](http://www.ManajemenPerawatanACKeretaApi.com)