

EVALUASI SISTEM DAN KOMPONEN RSG-GAS DAN PERANGKAT OLEH DATA PERAWATAN RSG-GAS

Jupiter Sitorus Pane , Kadarusmanto

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM DAN KOMPONEN RSG-GAS DAN PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK OLAH DATA PERAWATAN RSG-GAS. Dalam rangka meningkatkan evaluasi terhadap sistem dan komponen reaktor telah dilakukan inventarisasi data kerusakan maupun perbaikan sistem dan komponen RSG-GAS. Evaluasi dilakukan dengan mencari bentuk fungsi distribusi kerusakan masing-masing komponen, laju kerusakan, MTTF, MTTR, dan ketidak tersediaan (*unavailability*). Untuk mempermudah evaluasi telah dibuat program olah data SYSCOM-RSGGAS yang dapat melakukan analisis statistika, penentuan parameter keandalan, analisis pohon kegagalan. Dalam makalah ini diuraikan hasil-hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

ABSTRACT

EVALUATION OF COMPONENTS AND SYSTEMS OF RSG-GAS AND DEVELOPING OF MAINTENANCE EVALUATION SOFTWARE. In order to enhance the evaluation of components and systems, inventarization of failure and repair data has been performed. The evaluation was done by calculating distribution function of failure, failure rate, MTTF, MTTR, and unavailability. The evaluation was comprehend in a code program of SYSCOM-RSGGAS, that are able to performed statistical analysis, reliability parameters, and Fault Tree Analysis. This paper wil describe some results of the program.

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pelaksanaan evaluasi terhadap sistem dan komponen yang terdapat dalam Reactor Serba Guna G.A. Siwabessy telah dilakukan inventarisasi data kerusakan maupun perbaikan sistem dan komponen-komponen RSG-GAS. Data-data tersebut dievaluasi untuk menentukan waktu rusak, fungsi distribusi kerusakan, waktu perbaikan, fungsi distribusi perbaikan.

Dalam makalah ini akan diuraikan hasil evaluasi terhadap system dan komponen RSG-GAS dengan contoh kasus pada sistem ventilasi dan pembuatan program olah data perawatan system dan komponen RSG-GAS, SYSCOM-RSGGAS, dengan tujuan agar tersedianya data kerusakan dan perbaikan yang handal dan sekaligus mempermudah cara evaluasinya.

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan eksplorasi data, pendugaan parameter dengan metode kemungkinan maximum, uji model sebaran dan menentukan Kurva Ketahanan (Survival Plot), perhitungan data kerusakan, MTTF, laju perbaikan, MTTR, ketersediaan dan ketidak tersediaan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Parameter keandalan komponen

Kegagalan komponen dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain, cacat pabrik, besarnya beban melebihi beban yang sepatutnya, kurang sesuainya kondisi fisik lingkungan, dan peristiwa penuaan (Apostolaksis, 1974).

Hal yang utama dalam studi keandalan dan keselamatan adalah adalah waktu gagal suatu unit, yaitu waktu yang diperlukan satu unit dari kondisi baru sampai gagal. Karena kompleksnya kondisi suatu komponen maka sulit untuk dapat mengetahui waktu gagal suatu alat secara individual, untuk itu dibutuhkan suatu model matematika yang dapat menggambarkan keandalan secara statistika.

Analisis keandalan sistem umumnya ditandai dengan perhitungan parameter berikut ini, yaitu:

1. laju kegagalan atau *failure rate* $\lambda(t)$,
2. keandalan atau *reliability* $R(t)$,
3. ketidakandalan atau peluang kegagalan kumulatif atau *unreliability* $F(t)$,
4. fungsi rapat peluang kegagalan atau *failure density* $f(t)$,

Fungsi rapat peluang kegagalan atau rapat kebolehjadian gagal $f(t)$ adalah kebolehjadian kegagalan persatuan waktu atau dengan kata lain $f(t)dt$ adalah kebolehjadian suatu komponen mengalami kegagalan di dalam rentang waktu dt di sekitar saat t . Fungsi kebolehjadian gagal kumulatif $F(t)$ adalah kebolehjadian terjadinya

kegagalan yang pertama kali sebelum batas waktu t . Laju kegagalan $\lambda(t)$ adalah kebolehjadian bersyarat terjadinya kegagalan persatuan waktu dt . Atau $\lambda(t)dt$ adalah kebolehjadian suatu komponen mengalami kegagalan dalam rentang waktu antara t dan $(t+dt)$, dengan catatan bahwa komponen tersebut tidak mengalami kegagalan sampai batas waktu t .

Secara matematis hubungan lengkap di antara keempat fungsi keandalan butir 1 sampai butir 4 adalah

$$\lambda(t) = -\frac{dR}{Rdt} = \frac{f(t)}{(1-F(t))} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (1)$$

$$R(t) = \left(-\int_0^t f(\tau) d\tau \right) = (1 - F(t)) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau \right) \quad (2)$$

$$F(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau = 1 - R(t) = 1 - \exp\left(-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau \right) \quad (3)$$

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} = \lambda(t)R(t) \quad (4)$$

Dalam kenyataannya komponen yang terpasang di dalam sistem atau instalasi diklasifikasikan berada dalam daerah pemakaian dengan laju kegagalan sebesar $\lambda(t)$. Nilai laju kegagalan sebagai fungsi waktu $\lambda(t)$ pada daerah operasional umumnya dianggap konstan sehingga nilai $\lambda(t) = \lambda$

Kebolehjadian gagal kumulatif komponen sebagai fungsi waktu ; $F(t)$ seperti dijelaskan pada persamaan (3) untuk nilai $\lambda(t)$ konstan, ($\lambda(t) = \lambda$) adalah merupakan fungsi eksponensial dan dapat ditulis sebagai

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (5)$$

Dengan melakukan penderetan fungsi *Taylor* dan mengabaikan nilai suku berpangkat dua, tiga dan seterusnya, maka persamaan (5) dapat didekati dengan

$$F(t) = \lambda t \quad (6)$$

MTTF (*Mean Time to failure*) adalah waktu rata-rata kegagalan komponen yang nilainya dapat ditulis sebagai $MTTF = 1/\lambda$. Pada umumnya MTTF digunakan untuk komponen-komponen sederhana yang tidak memerlukan adanya perbaikan jika komponen gagal.

Dalam analisis keandalan komponen/sistem dan unsur penyusun sistem yang ditinjau hanya diklasifikasikan dalam salah satu diantara dua kondisi yang mungkin, yaitu baik atau gagal (kondisi biner). Dalam analisis tidak ditinjau komponen berada pada kondisi tengah-tengah yaitu setengah baik atau setengah gagal.

Untuk kondisi kegagalan dan perbaikan mengikuti distribusi eksponensial maka ketidak tersediaannya dihitung dengan rumus [Kim, 99]:

$$Q(t) = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)} \left\{ 1 - \exp^{-(\lambda + \mu)t} \right\} \quad (7)$$

dimana :

$\lambda = 1/MTTF =$ laju kegagalan

$\mu = 1/MTTR =$ laju perbaikan

Rata-Rata ketidak tersediaan

$$Q(t) = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dirancanglah program olah data perawatan untuk menganalisis kondisi komponen yang ada di RSG-GAS.

2.2 Analisa Statistik

2.2.1 Eksplorasi Data

Analisis data yang bersifat eksploratif diawali dengan upaya penelusuran dan pengungkapan struktur dan pola yang dimiliki oleh data tanpa mengaitkan secara kaku pada asumsi-asumsi tertentu.

Grafik menjadi alat peraga yang semakin penting perannya dalam analisis data, baik sebagai ringkasan data (persamaan garis regresi) maupun sebagai alat diagnosa kesesuaian model dugaan dan merupakan pelengkap yang berharga dalam teknik statistika lain seperti analisis regresi dan analisis ragam.

$$f_T(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P\{\text{komponen gagal pada interval } (t, t+\Delta t)\}}{\Delta t} \quad (\text{Cox \& Oakes, 1984}).$$

Sedangkan fungsi sebaran kumulatifnya adalah :

$$F_T(t) = \int_0^t f_T(t) dt$$

Menurut H.M, Wadswort Jr. at all (1986), sebaran kegagalan komponen mengikuti sebaran fungsi sebaran normal, sebaran log normal, sebaran eksponensial, dan sebaran Weibull.

1. Sebaran Normal

Sebaran peluang kontinu yang paling penting dalam statistika adalah sebaran normal. Grafiknya disebut kurva normal adalah kurva yang berbentuk genta/lonceng. Fungsi kepekatan peluang normal adalah sebagai berikut

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right\}$$

2.2.2 Diagram Kotak Garis

Diagram kotak garis dapat menggambarkan lokasi pemusatan, rentangan penyebaran, dan pola sebaran data. Lokasi pemusatan dapat diwakili oleh nilai median, dan rentangan penyebaran dapat dilihat dari panjangnya kotak yang merupakan jarak antar kuartil. Posisi median dalam kotak akan menunjukkan kemiringan pola sebaran. Letak median yang dekat ke Q1 mencirikan suatu sebaran dengan kemiringan positif dan memanjang ke arah nilai-nilai yang lebih besar dan kemiringan negatif terjadi bila median lebih dekat ke Q3. Panjangnya garis yang menjulur keluar dari kotak menjadi petunjuk adanya data yang agak jauh dari kumpulannya. (Aunuddin,1989)

2.2.3 Fungsi Kepekatan peluang

Misalkan T menyatakan *lifetime/failure time* sebuah komponen pada suatu sistem dengan $T > 0$. Fungsi kepekatan peluang waktu t dapat ditulis $f_T(t)$, $f_T(t)$ didefinisikan sebagai limit dari peluang suatu komponen gagal dalam suatu selang tiap unit waktu.

dengan $(-\infty < t < \infty, -\infty < \mu < \infty)$ dan $\sigma > 0$

$$E(T)=\mu \text{ dan } V(T)=\sigma^2$$

Dari fungsi kepekatan peluang diatas terlihat ada dua parameter, yaitu μ (nilai tengah) yang dikenal sebagai parameter lokasi dan σ (simpangan baku) sebagai parameter skala. Perubahan nilai μ hanya akan menggeser titik pusat sebaran sedangkan perubahan nilai σ akan mempengaruhi pola sebaran namun bentuknya tetap seperti genta/lonceng.

2. Sebaran Log Normal

Fungsi kepekatan peluang Log Normal mempunyai bentuk

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}t\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln t - \mu)^2\right], t > 0$$

dengan

$$(-\infty < t < \infty, -\infty < \mu < \infty) \text{ dan } \sigma > 0$$

$$E(T) = \mu \text{ dan } V(T) = \sigma^2$$

Seperti halnya sebaran normal, sebaran lognormal pun mempunyai dua parameter yaitu parameter lokasi μ dan parameter skala σ .

1. Sebaran Eksponensial

Fungsi sebaran eksponensial mempunyai bentuk

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

dengan $0 < t < \infty, 0 < \lambda < \infty$

$$E(t) = 1/\lambda \text{ dan } V(t) = 1/\lambda^2$$

Sebaran eksponensial memiliki parameter λ yang lebih dikenal dengan parameter skala karena perubahan nilai λ hanya akan merubah skala pola sebaran.

2. Sebaran Weibull

Fungsi kepekatan peluang sebaran weibull adalah sebagai berikut :

$$f(t) = \alpha \beta (\alpha t)^{\beta-1} e^{-(\alpha t)^\beta}$$

dengan $0 < t < \infty, \alpha, \beta > 0$

$$E(t) = \frac{\Gamma(1 + 1/\alpha)}{\beta^{1/\alpha}}$$

$$V(t) = \frac{\Gamma(1 + 2/\alpha) - \Gamma(1 + 1/\alpha)^2}{\beta^{1/\alpha}}$$

Fungsi peluang weibull memiliki dua parameter yaitu parameter skala λ dan parameter bentuk β . Perubahan nilai β akan merubah bentuk pola sebaran.

2.2.3 Metode Kemungkinan Maksimum

Metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood*) adalah menghitung dengan memaksimalkan fungsi likelihood. Fungsi likelihood didapat dengan teknis seperti di bawah ini:

- Mengetahui fungsi kepekatan dari n peubah acak (misalnya peubah acak X) yang saling bebas dengan parameter tertentu (misalnya parameternya θ).
- Mencari fungsi kepekatan bersama (*joint density function*)
- Mencari fungsi likelihood L yang didapat dari fungsi kepekatan bersama n peubah acak.

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i)$$

Dimana $i = 1, 2, \dots, n$

- Buatlah fungsi likelihood L kedalam bentuk logaritma

$$\ln(L) = \ln L(x_1, x_2, \dots; \theta)$$

- Maksimumkan $\ln(L)$ dengan cara menurunkan $\ln(L)$ dengan parameter yang diduga (misalnya parameter yang diduga adalah θ) sehingga ruas kanan sama dengan nol.

2.2.4 Probability Plot

Probability plot adalah membuat plot dimana sumbu x adalah *lifetime/failure time* atau transformasi *lifetime* dan sumbu y adalah dugaan peluang kumulatif (p). Transformasi keduanya (baik sumbu x maupun sumbu y) diperlukan untuk memastikan bentuk plot.

Tabel di bawah ini menunjukkan bagaimana plot antara x dan y dibuat.

Sebaran	Koordinat x	Koordinat y
Weibull	In (failure time)	$\ln(-\ln(1-p))$
Eksponensial	Failure time	$-\ln(1-p)$
Normal	Failure time	$\Phi^{-1}(p)$
Lognormal Base	In (failure time)	$\Phi^{-1}(p)$

2.2.5 Uji Kesesuaian Sebaran

Metode keselarasan (*goodness of fit*) sering digunakan untuk menentukan sampai seberapa jauh data contoh yang teramati "selaras" dengan model yang ditawarkan. Uji keselarasan bisa menjadi alat yang bermanfaat untuk mengevaluasi sampai seberapa jauh suatu model mampu mendekati situasi nyata yang digambarkannya.

Beberapa uji kesesuaian sebaran yang umum digunakan adalah:

1. Uji Kesesuaian Sebaran Kolmogorov-Smirnov.
2. Uji Kesesuaian Sebaran Cramer.
3. Uji Kesesuaian Sebaran Anderson Darling.

Penelitian ini akan menggunakan uji kesesuaian sebaran Anderson-Darling. Statistik Anderson-Darling mengukur seberapa jauh titik-titik plot jatuh dari *fitted line* pada *probability plot*. Nilai Anderson-Darling yang terkecil mengindikasikan bahwa sebaran tersebut yang paling mendekati data empirik. Sehingga dapat diputuskan bahwa *lifetime* suatu komponen dapat didekati oleh sebaran yang memiliki nilai statistik *Anderson_darling* terkecil.

Uji kesesuaian sebaran ini didasarkan pada fungsi sebaran empirik untuk data yang kontinu. Uji ini menitik beratkan pada dua buah sebaran yaitu

sebaran kumulatif contoh $F_n(x)$ dengan sebaran kumulatif data yang dihipotesiskan $F_0(x)$. Nilai $F_n(x)$ dihitung berdasarkan :

$$F_n(x) = (\text{Banyaknya pengamatan } x_i \leq x) / n ;$$

Dimana x_1, x_2, \dots, x_n adalah contoh acak dari peubah acak X yang memiliki fungsi sebaran kontinu.

Hipotesis

$$H_0: F(x) = F_0(x)$$

$$H_1: F(x) \neq F_0(x)$$

Statistik ujinya adalah

$$A_n, r = n \int_{-\infty}^{\infty} \frac{[F_n(x) - F_0(x)]^2}{F_0(x)[1 - F_0(x)]} dF_0(x)$$

2.2.6 Penyensoran

Pengamatan tersensor terdiri dari 3 tipe, yaitu:

1. Pengamatan tersensor kanan
Pada kasus ini pengamatan ada yang diketahui waktu ketahanan hidupnya dan ada yang tersensor. Pengamatan yang tersensor ini masih beroperasi sampai periode yang ditentukan dan akan mengalami kegagalan sesudah periode yang ditentukan
2. Pengamatan tersensor interval
Tipe pengamatan tersensor kedua disebut pengamatan tersensor interval karena waktu hidupnya diketahui berada pada selang tertentu tapi secara pasti waktu hidupnya tidak diketahui.
3. Pengamatan tersensor kiri
Tipe pengamatan tersensor ketiga hampir sama dengan dengan pengamatan tersensor interval tetapi intervalnya sejak awal dioperasikan sampai sebelum periode yang ditentukan

2.2.7 Fungsi Ketahanan dan kurva ketahanan

Fungsi ketahanan adalah peluang suatu komponen dapat bertahan lebih dari waktu t :

$$\begin{aligned} S_T(t) &= P\{\text{suatu individu bertahan lebih dari waktu } t\} \\ &= P(T > t) \\ &= 1 - P(\text{suatu individu mati sebelum waktu } t) \\ &= 1 - F_T(t) \quad (\text{Crowder, et.al. 1991}) \end{aligned}$$

Sedangkan kurva ketahanan adalah salah satu jenis kurva yang menggambarkan hubungan antara lama hidup (*life time*) (sumbu-x) dengan peluang komponen dapat bertahan hidup pada rentang waktu tertentu (sumbu-y). Dengan kurva ini dapat diketahui peluang komponen yang mampu mencapai batas umur tertentu. Semakin curam kurva semakin pendek usia hidup komponen tersebut.

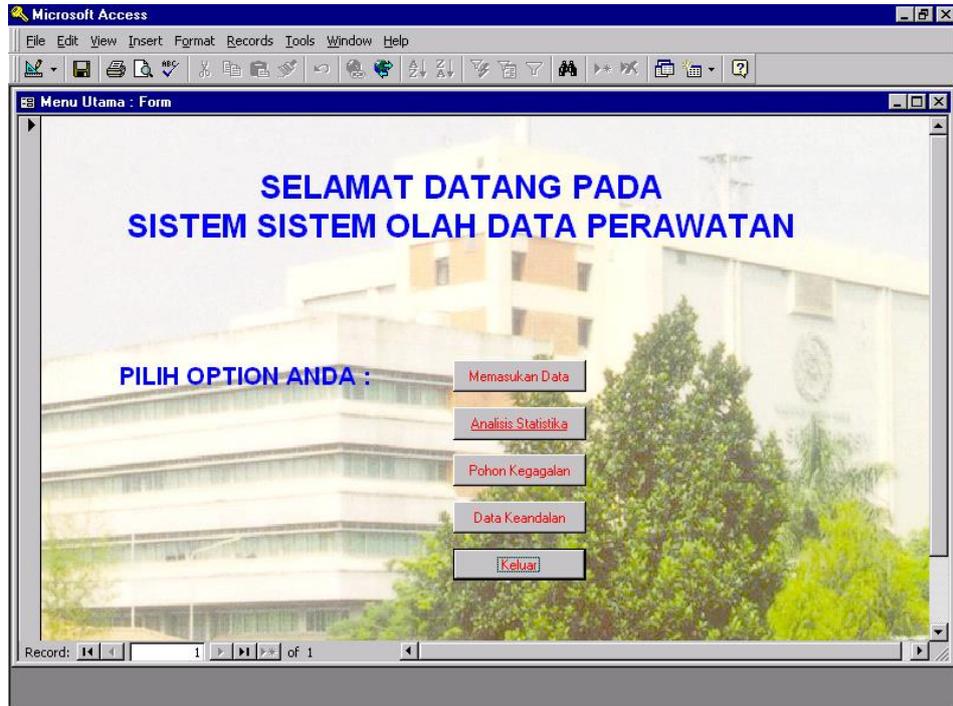
4. TATA KERJA

Penelitian ini diawali dengan melakukan inventarisasi terhadap data kerusakan komponen reactor RSG-GAS yang kemudian di masukkan kedalam program data base. Berdasarkan data-data tersebut dilakukan analisa sebaran untuk mengetahui bentuk sebaran dari data yang telah diinventarisasi dengan menggunakan Minitab Versi 13 Window dan selanjutnya dihitung laju kegagalan, MTTF, MTTR, dan availability. Untuk mempermudah melakukan database data kerusakan dan analisisnya maka disusunlah suatu program yang diberi nama SYSCOM-RSGGAS yang hasilnya diuraikan pada bab berikut ini :

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

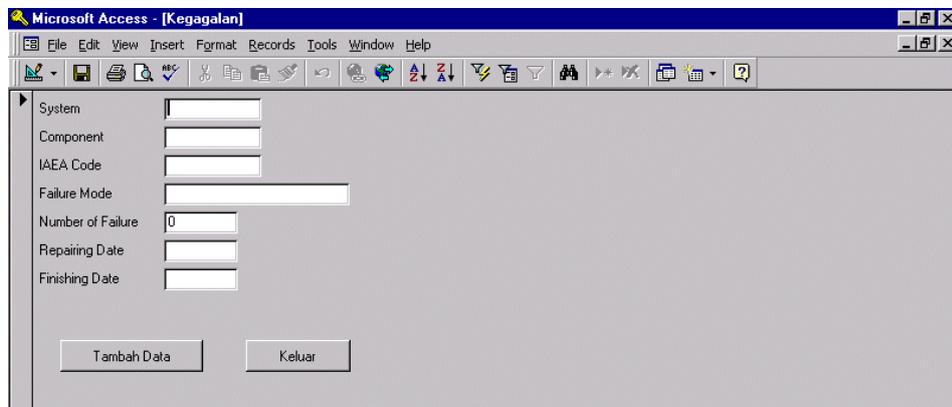
4.1 Program Utama

Program ini terdiri dari 4 sub menu yaitu memasukkan data, olah statistik, olah data kegagalan, dan perhitungan pohon kegagalan seperti yang terlihat pada Gambar 1 berikut :



4.2 Pemasukan data

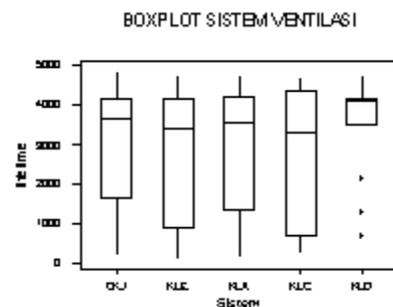
Struktur data base data masukan dapat seperti pada Gambar 2.



4.3 Pengolahan data statistik

Boxplot

Gambar 1. menunjukkan boxplot sistem ventilasi. Sumbu vertical merupakan waktu hidup (*Life time*) komponen dapat beroperasi secara normal sampai komponen tersebut mengalami kegagalan dalam satuan jam.



Gambar 3. Boxplot lifetime untuk Sistem Ventilasi

Perbandingan dari kelima system ventilasi dapat dilihat bahwa empat dari lima system

tersebut, yaitu QKJ, KLE, KLA, KLC memiliki kemiripan dalam posisi median. Keempat system memiliki sebaran dengan kemiringan negatif, posisi median lebih dekat ke Q3. Hal ini mengindikasikan bahwa keempat system, mayoritas komponennya memiliki *lifetime* yang panjang, karena data *lifetime* mengumpul pada daerah antara Q2 dan Q3.

Keempat system menunjukkan ekor yang panjang ke arah nilai yang lebih kecil artinya ada beberapa komponen yang mengalami *lifetime* lebih pendek daripada *lifetime* komponen lain.

Sedangkan pada system KLD terdapat pencilan, hal ini mengindikasikan bahwa pada system KLD ada komponen yang nilai *lifetime* nya jauh dari kumpulannya.

Adapun rentang penyebarannya dari keempat system hampir mirip kecuali KLD, yang rentang penyebarannya kecil.

Pendugaan Parameter

Hasil pendugaan parameter untuk menentukan parameter pada fungsi kepekatan peluang untuk komponen-komponen pada Sistem ventilasi adalah dengan menggunakan *software* *minitab* versi 13 *for windows* dengan metode pendugaan kemungkinan maksimum /*maximum likelihood*

Uji Kesesuaian Sebaran

Hasil uji kesesuaian sebaran Anderson – Darling dengan menggunakan *Minitab versi 13 for windows* menghasilkan statistik uji untuk setiap komponen pada sistem ventilasi. Sehingga akan didapat kesimpulan seperti dibawah ini :

1. Chilled Water Plant Reactor Building (QKJ), semua komponen pada system ini memiliki sebaran normal. Hasil perhitungan sebaran ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Komponen	μ	σ	A-D	Sebaran
QKJ01	3000.90	1644.8	4.662	Normal
QKJ02	3376.5	1414.21	4.746	Normal
QKJ03	3196.70	1587	3.017	Normal
QKJ04	3678.00	1170.6	2.484	Normal
QKJ10	2634.3	1466.70	3.303	Normal
QKJ20	2671.8	1404	3.116	Normal

2. Ventilation Sistem Low Radiation Zone (KLE), sebaran pada komponen ini bervariasi.

Komponen	μ	σ	A-D	Sebaran
KLE 10	2102.2	1726.90	1.852	Normal
KLE 20	8.0028	0.6418	3.576	Log normal
KLE 22	1534	0.9196	3.410	Weibull
KLE 23	1095.70	529.30	3.44	Normal
KLE 31	3169.30	1172.80	1.618	Normal
KLE 32	2438.30		1.836	Ekspensial
KLE 33	3175.20	1433.40	1.911	Normal
KLE 40	7.5664	8.8211	1.630	Log normal
KLE 50	1931	0.9873	3.167	Normal

3. Ventilation System Intermediate Radiation Zone (KLA), sebaran komponen pada system ini bervariasi.

Komponen	μ	σ	A-D	Sebaran
KLA 10	2538.7	1636.50	4.096	Normal
KLA 11	7.8602	0.56123	1.570	Log normal
KLA 12	2379.80	1.3555	1.405	Weibull
KLA 20	3286.30	1451.70	3.432	Normal
KLA 21	1619.19	16.716	3.410	Weibull
KLA 22	2640.50	2.1918	3.410	Weibul
KLA 31	3337.60	1799.00	2.608	Normal

4. Auxiliary Building Ventilation Sistem (KLC), sebaran komponen pada system ini bervariasi.

Komponen	μ	σ	A-D	Sebaran
KLC 01	7.0614	1.0212	1.457	Log normal
KLC 02	2517.20	1710.80	1.457	Normal
KLC 03	4537.00	7.679	2.099	Weibull
KLC 04	2597.00		4.448	Eksponensial

5. Diesel Building Ventilation Sistem (KLD), komponen pada system ini memiliki sebaran normal.

Komponen	μ	σ	A-D	Sebaran
KLD 30	3694.90	1084.40	2.260	Normal

Data hasil olahan analisis statistika menunjukkan bahwa kebanyakan sebaran memiliki distribusi normal dan log normal dan sebagian kecil adalah log normal. Untuk mendapatkan nilai yang eksponensial maka perlu dilakukan konversi. Namun dalam prakteknya

karena nilai tersebut tidak jauh berbeda maka perhitungan laju kegagalan dengan asumsi terdistribusi eksponensial dapat digunakan. Dengan demikian perhitungan laju kegagalan seperti diuraikan berikut ini dapat digunakan.

System	Component	Number of Failure	Repair Time	λ	MTTF	t	MTR	μ	Q
	BC001		1						
	CP001								
	CP002	3	0	2.18E-05	4.58E+04	0	2.24E+05	4.46E-06	8.30E-01
	KL-00-GS	1	2	7.27E-06	1.38E+05	48	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
KLA20									
	CF002								
	CP001	1	-356	7.27E-06	1.38E+05	-8544	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	CWG01	1	0	7.27E-06	1.38E+05	0	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
KLA21									
	AA001	1	13	7.27E-06	1.38E+05	312	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	AA002	1	13	7.27E-06	1.38E+05	312	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	CP002	1	0	7.27E-06	1.38E+05	0	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
KLA22									
	AA001	1	13	7.27E-06	1.38E+05	312	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	AA002	1	13	7.27E-06	1.38E+05	312	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	CP002	1	1	7.27E-06	1.38E+05	24	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
KLA23									
	f								
	AA001	3	99	2.18E-05	4.58E+04	792	2.24E+05	4.46E-06	8.30E-01
	AN001	3	156	2.18E-05	4.58E+04	1248	2.24E+05	4.46E-06	8.30E-01
	KL-00-GS	1	3652	7.27E-06	1.38E+05	87648	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
	KL A20BT001	1	2	7.27E-06	1.38E+05	48	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01
KLA24									
	f	2	1	1.45E-05	6.88E+04	12	3.36E+05	2.97E-06	8.30E-01
	AA001	4	11	2.91E-05	3.44E+04	66	1.68E+05	5.94E-06	8.30E-01
	AN001	2	113	1.45E-05	6.88E+04	1356	3.36E+05	2.97E-06	8.30E-01
KLA31									
	f	2	16	1.45E-05	6.88E+04	192	3.36E+05	2.97E-06	8.30E-01
	AN001	2	-8	1.45E-05	6.88E+04	-96	3.36E+05	2.97E-06	8.30E-01
	CM001	2	-239	1.45E-05	6.88E+04	-2868	3.36E+05	2.97E-06	8.30E-01
	CS001	1	12	7.27E-06	1.38E+05	288	6.73E+05	1.49E-06	8.30E-01

5. KESIMPULAN

Evaluasi terhadap data kerusakan dan perbaikan komponen RSG-GAS telah dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan hanya sebagian kecil dari komponen Ventilasi yang memiliki distribusi eksponensial, Namun karena perbedaannya tidak

cukup significant bila dilakukan konversi maka pada prakteknya selalu digunakan distribusi eksponensial.

Dengan menggunakan distribusi eksponensial telah berhasil dibuat program olah data SYSTEM-COMPONENT RSG-GAS (SYSCOM-RSGGAS) yang dipakai untuk mempermudah pengolahan data perawatan sistem dan komponen RSG-GAS.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] IAEA, 1992, Manual on Reliability Data Collection for Research Reactor PSAs," IAEA-TECDOC-636, Vienna.
- [2] Apostolakis, 1974, Mathematical Method of Probabilistic Safety Analysis, University of California, LA, California.
- [3] Cox, D.R.& Oakes.1984.Analysis of Survival Data. Chapman and Hall, London.
- [4] Crowder M. J. et. al. 1991.*Statistical Analysis of Reability Data*. Chapman and Hall, London
- [5] H. M, Wadswort Jr. et all. 1986. *Modern Methods for Quality Control and Improvement*, Jhon Wiley and Sons, New York.
- [6] Kim, S.C, 1999, PSA for Research Reactor," IAEA, Vienna.
- [7] P2TRR, "Dokumen PPIK,"
- [8] Tim Statistika IPB, "Manual of MINITAB", penerbit IPB, 1999
- [9] Aunuddin, "Analisis Data, " Penerbit IPB, 1989
- [10] Motgomery et al., "Forecasting and Time Series Analysis 2nd", Prentice Hall, 1990

