



Analisa Reliability Flexible Hose pada Sistem Green Hydraulic Leak A330

Fakhriza Aziz Pratama ^{1*}, Sunarto ¹, Indriyani Rebet ¹, dan Abas ²

¹Program Studi Teknik Mesin-Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425

²Instruktur PT. GMF AeroAsia Tbk., Jl. GMF Aeroasia, Pajang, Benda, Kota Tangerang, Banten 15126

Abstrak

Sistem hidrolik termasuk secondary power salah satunya digunakan untuk memberikan tenaga pengereman ketika pesawat di darat. Performa pengereman akan menurun jika terjadi kebocoran pada sistem hidraulik. Kegagalan sistem hidrolik dapat menyebabkan pesawat hilang kendali mengharuskan pesawat return to base untuk menghindari hal yang diluar dugaan. Sebuah kasus yaitu kebocoran flexible hose atau connertor tube yang terjadi pada pesawat AIRBUS A330. Dampaknya pada pesawat adalah pesawat memerlukan landasan yang lebih panjang untuk mendarat dan berpotensi untuk terjadinya overshoot. Kebocoran ini diketahui dengan indikasi low green hydraulic pressure pada ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor) hydraulic panel di cockpit dan dilakukan pemeriksaan visual oleh mekanik di lapangan. Penelitian ini membahas penyebab utama kebocoran flexible hose dengan metode root cause failure analysis (RCFA). Hasil RCFA menunjukkan kebocoran pada flexible hose disebabkan oleh damage pada inner tube berupa hole karena ketidakcocokan antara braid (pembungkus) dan inner tube saat pengoperasian high temperature dan solusi kebocoran flexible hose yaitu dilakukan Analisa Reliability komponen untuk membuat jadwal perawatan yang baru sehingga dapat mencegah kejadian ini terjadi kembali.

Kata-kata kunci: kebocoran; flexible hose; jadwal perawatan

Abstract

Hydraulic systems include secondary power, one of which is used to provide braking power when the aircraft is on land. Braking performance will decrease if there is a leak in the hydraulic system. Hydraulic system failure can cause aircraft to lose control requiring the aircraft to return to base to avoid unexpected things. A case is the leak of a flexible hose or tube connector that occurs on an AIRBUS A330 aircraft. The impact on the aircraft is that the aircraft requires a longer runway to land and has the potential for overshoot. This leak is known by indications of low green hydraulic pressure on ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor) in cockpit hydraulic panels and visual inspection by mechanics in the field. This study discusses the main causes of flexible hose leakage using the root cause failure analysis (RCFA) method. RCFA results show leaks in flexible hose caused by damage to the inner tube in the form of a hole because of incompatibility between the braid and inner tube during high temperature operation and the solution to leak flexible hose is done by the Reliability Analysis component to create a new maintenance schedule so as to prevent this occurrence it happens again

Keywords: leak; flexible hose, maintenance schedule

* Corresponding author E-mail address: azizfakhriza@gmail.com

1. PENDAHULUAN

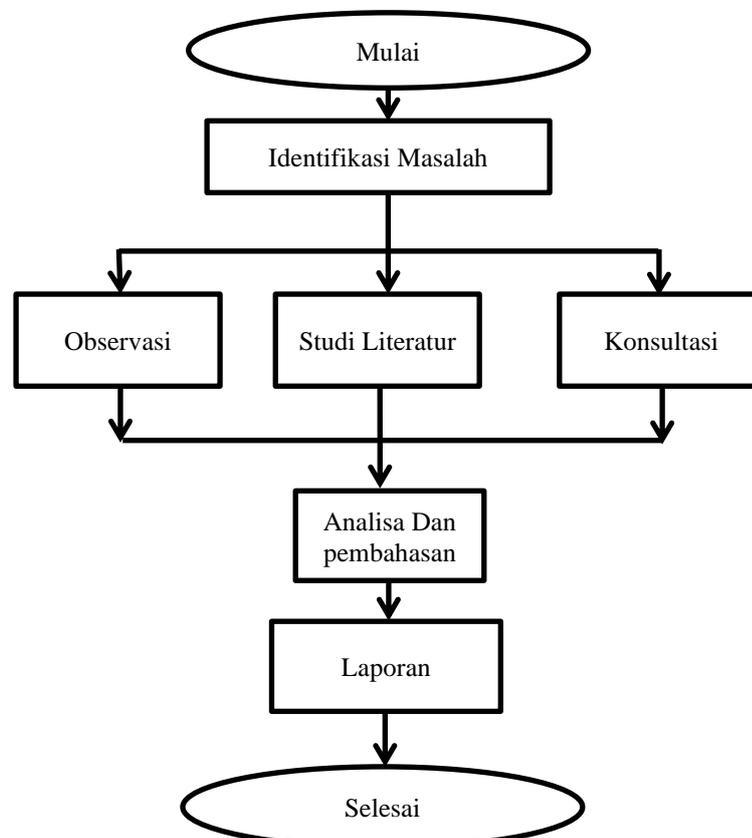
Pesawat komersil modern menggunakan tenaga hidraulik untuk menggerakkan beban yang lebih besar dengan tenaga yang minimum. Tenaga hidraulik ini diberikan oleh sistem hidraulik pesawat. Sistem hidraulik pesawat terbagi menjadi 3 yaitu *green*, *blue*, dan *yellow*. *green hydraulic* berfungsi untuk mengoperasikan *landing gear* dan *normal brake*, *blue hydraulic* berfungsi untuk mengoperasikan *emergency generator*, *yellow hydraulic* berfungsi untuk mengoperasikan *nose wheel steering*. Tenaga hidraulik ini kemudian di salurkan hingga sampai ke *actuator* dengan menggunakan *connector tube* yaitu *flexible hose*. *Actuator* akan mengubah tenaga hidraulik tersebut menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan *flight control*. Komponen hidraulik memiliki potensi kerusakannya masing-masing. Kerusakan pada komponen hidraulik dapat menyebabkan permasalahan hidraulik.

Permasalahan yang di analisis dalam penelitian ini adalah permasalahan yang terjadi pada pesawat Airbus A330, yaitu terjadinya kebocoran *flexible hose* pada *normal brake landing gear* yang mengakibatkan pesawat *return to base*. Kebocoran ini diketahui dengan indikasi *low green hydraulic pressure* pada ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor) *hydraulic* panel di cockpit dan dilakukan pemeriksaan visual oleh mekanik di lapangan. Kebocoran ini mengakibatkan *normal brake* tidak dapat berfungsi secara normal ketika mendarat dan juga jika dibiarkan terus menerus akan mengurangi fluida hidraulik yang ada pada sistem. Dampaknya pada pesawat adalah pesawat memerlukan landasan yang lebih panjang untuk mendarat dan berpotensi untuk terjadinya *overshoot*.

Penentuan penyebab kegagalan dan solusi untuk mengatasi kebocoran tersebut dilakukan dengan menganalisa data hasil pengecekan dan perbaikan yang dilakukan pada komponen tersebut dengan metode adalah RCFA (*Root Causes Failure Analysis*) Setelah masalah diselesaikan, dilakukan Analisa waktu kegagalan sistem agar dapat membuat jadwal perawatan yang baru sehingga dapat mencegah kejadian ini terjadi kembali

2. METODE

Diagram alur penelitian ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 Diagram alir metode penelitian

Melakukan konsultasi dengan narasumber yang berkompeten dengan bidang penerbangan khususnya perawatan pesawat A330. Mempelajari literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diangkat. Melakukan pengamatan langsung di GMF aeroasia untuk melakukan pengumpulan data.

Mendapatkan data dengan wawancara pada bidang engineering GMF Aeroasia. Data yang didapatkan merupakan data kejadian kerusakan, tanggal kejadian dan berapa kali kejadian tersebut terjadi.

Metode yang digunakan untuk menganalisis permasalahan ini adalah RCFA (*Root Causes Failure Analysis*), yaitu metode untuk mencari akar masalah dengan mengisolasi kemungkinan-kemungkinan mengapa masalah tersebut terjadi, dengan pendekatan yang sistematis sehingga didapatkan solusi bagi masalah tersebut. Kemudian dari Data tersebut dianalisa menggunakan *distribusi weibull* untuk mencari *mean time to failure* pada kejadian Kebocoran *Flexible Hose* dengan tipe yang sama.

Setelah itu dilakukan analisa menggunakan *distribusi Weibull* sehingga didapatkan cara menanggulangi sistem yang rusak. Selain itu dilakukan analisa reliability untuk menentukan waktu kerusakan sistem. Melakukan penyusunan jadwal perawatan yang baru berdasarkan waktu kerusakan sistem agar dapat mencegah kejadian *return to base*.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data histori kerusakan

Histori kerusakan flexible hose dalam kurun waktu dua tahun terakhir yaitu sebagai berikut:

Tabel 1 Data histori kerusakan Flexible Hose

TABEL KEJADIAN KEBOCORAN FLEXIBLE HOSE		
PLAT NUMBER	TSI	CSI
201042322	13966.59	3270
201042322	10798.55	2483
201042322	26386.99	6350
201042322	12179.38	2792
201042322	19302.71	5246
201042322	17772.46	4710
201042322	12910	2972

TSI = Time Since Install CSI = Cycle Since Install

Dari histori kerusakan flexible hose pada pesawat tipe AIRBUS A330 dalam kurun waktu dua tahun diatas, kerusakan dialami sebanyak tujuh kali. Dibutuhkan analisa pada kasus ini untuk mengetahui mengapa kejadian ini dapat terjadi dan terulang pada pesawat yang sama.

Data histori perbaikan

Data perbaikan yang dilakukan pada flexible hose dalam kurun waktu 2 tahun terakhir adalah sebagai berikut:

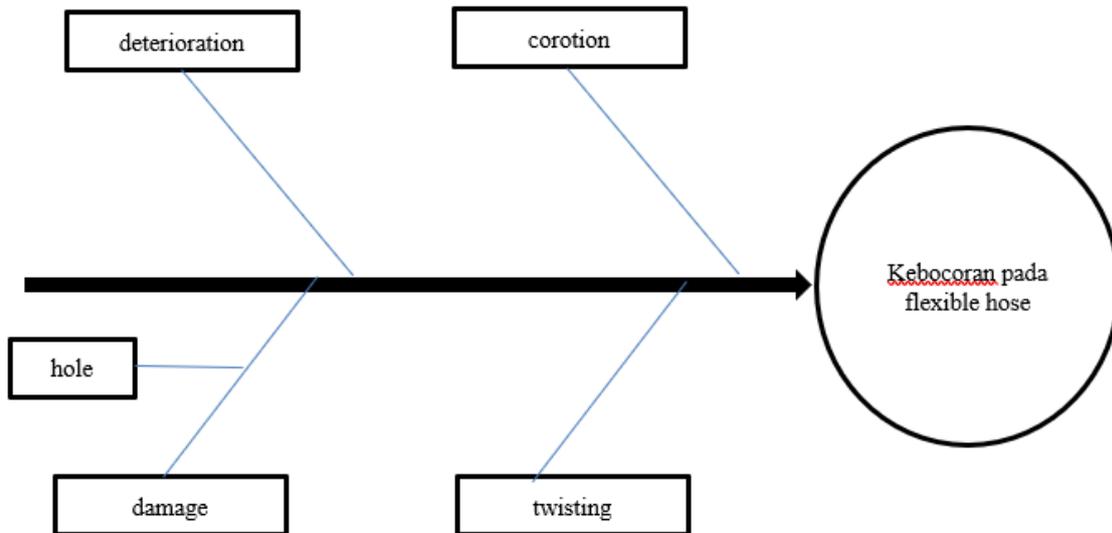
Tabel 2 Data histori perbaikan Flexible Hose

No	Tanggal	Registrasi	Kerusakan	Penyelesaian
1	13-04-17	GPR	Kebocoran	Pergantian
2	09-07-17	GPU	Kebocoran	Pergantian
3	02-01-18	GPM	Kebocoran	Pergantian
4	22-02-18	GPW	Kebocoran	Pergantian
5	22-03-18	GPF	Kebocoran	Pergantian

6	23-04-18	GPV	Kebocoran	Pergantian
7	02-07-18	GPP	Kebocoran	Pergantian

Berdasarkan data perbaikan diatas ditemukan bahwa penyebab dari kebocoran flexible hose tersebut serupa. Perbaikan yang dilakukan juga idientik, yaitu dengan mengganti flexible hose yang rusak.

Analisa menggunakan metode RCFA



Gambar 2 Fishbone Diagram Kebocoran flexible hose green hydraulic system

Berdasarkan fishbond diagram diatas, faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *flexible hose* disebabkan oleh *hole*. Data dari perbaikan yang dilakukan juga menemukan factor yang sama dalam permasalahan kebocoran tersebut. *Hole* pada *inner tube* mengakibatkan fluida bocor sebagai indikasi *external leakage*.

Pengecekan visual

Flexible hose yang telah rusak kemudian di inspeksi secara visual mengenai jenis ciri-ciri fisik kerusakannya dan dibandingkan dengan acuan teori yang digunakan. Berdasarkan inspeksi secara visual, didapati bahwa terdapat *damage* pada permukaan *flexible hose* yang menyebabkan terjadi *hole* pada *tube* tersebut





Gambar 3 . Terjadi damage berupa hole pada permukaan inner tube

Berdasarkan identifikasi berupa pengecekan secara visual, kegagalan pipa yang terjadi masuk dalam kategori visual berupa damage berupa *hole*.

Analisa reliability komponen *flexible hose* menggunakan metode Distribusi Weibull

1. Menentukan Alpha dan Beta untuk parameter Weibull dari data histori kerusakan.
2. Menggunakan metode regresi linear pada persamaan unreliability pada distribusi weibull dengan menggunakan pendekatan $F(t) = \text{Median Rank}$

Diketahui persamaan Unreliability :

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (1)$$

Untuk melakukan regresi linear maka persamaan harus diubah menjadi persamaan linear. Maka diberikan log normal pada masing masing sisi sehingga didapatkan $y = a + bx$

$$\eta = e^{-\frac{a}{b}} \quad (2)$$

Setelah itu melakukan regresi dengan persamaan

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N}}{\sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N}} \quad (3)$$

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (4)$$

Setelah mengetahui persamaan diatas maka untuk melakukan regresi dibuat tabel berikut

Tabel 3 Hasil perhitungan numerik dengan fungsi regresi

N	T	X_i	F(T)	Y_i	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$	$X_i.Y_i$
1	10798.55	9.287167	0.094595	-2.30888	86.25147	5.330927	-21.443
2	12179.38	9.4075	0.22973	-1.34318	88.50105	1.804138	-12.636
3	12910	9.465757	0.364865	-0.78984	89.60056	0.623847	-7.47643
4	13966.59	9.544423	0.5	-0.36651	91.09602	0.134332	-3.49815
5	17772.46	9.785405	0.635135	0.008195	95.75416	6.72E-05	0.080187
6	19302.71	9.868001	0.77027	0.385842	97.37744	0.148874	3.807486
7	26386.99	10.18063	0.905405	0.85788	103.6452	0.735957	8.733751
Σ		67.53888		-3.5565	652.2259	8.778142	-32.4321

Keterangan : N = Jumlah data

T = Waktu kerusakan (TSI)

$X_i = \ln(t)$

$$F(t) = \left(\frac{Ni - 0.3}{N + 0.4} \right) \quad (5)$$

$$Y_i = \ln\{-\ln(1 - F(t))\}$$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N}}{\sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N}}$$

Didapatkan beta 3.2289546659

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$\hat{a} = -31.6623545294$$

$$\eta = e^{-\frac{a}{b}}$$

$$\eta = 18137.91916986$$

Setelah itu dilakukan penghitungan mean time to failure

$$\bar{T} = \eta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \quad (6)$$

Setelah diketahui mean time to failure dilakukan penyusunan jadwal penggantian komponen Flexible Hose berdasarkan waktu mean time to failure :

Komponen	MTTF
Flexible Hose	16278.23832 hour

Berdasarkan analisa reliability dilakukan pergantian jadwal perawatan 16000 FH. Perawatan yang dilakukan dimulai dari inspeksi dan penggantian komponen seperti yang dianalisa di atas.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode fishbone diagram, kebocoran yang terjadi pada *flexible hose* adalah *damage* berupa *Hole* yang terjadi pada *inner tube*.
2. Didapatkan jadwal perawatan yang lebih efektif menggunakan metode predictive maintenance dengan mengetahui penyebab kejadian dan sebagai rujukan pergantian komponen sesuai MTTF tersebut

REFERENSI

1. Abernethy, D. R. The New Weibull Handbook. North Palm Beach: Robert B. Abernethy. 2015.
2. AIRBUS, A330 Training Manual ATA 29 Hydraulic Power, 2018.
3. GMF Aeroasia learning service, Module 10 Aircraft System. 2015.
4. R. K. Mobley, Root Cause Failure Analysis. Butterworth, Heinemann (1943)