Analisis Kerusakan *Trim Air Pressure Regulating and Shutoff Valve*Pada Pesawat Boeing 737-800 Menggunakan Metode *Failure Mode*and Effect Analysis (FMEA)

Rizwan Maulana Hanif^{(1)*}, Freddy Franciscus⁽²⁾, Mufti Arifin⁽³⁾

(1)(2)(3) Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Suryadarma Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia

* Corresponding Author: rizwanmaulana01@gmail.com

Abstract - Air Conditioning (AC) is the one of system in aircraft to make a passanger and all cabin crew comfortable. Trim Air Pressure Regulating and Shutoff Valve or also known as Trim Air PRSOV is a component on the Boeing 737-800 aircraft to regulate flow of hot air constantly before entering the aircraft cabin. Refering to the data for the last 6 years, the replacement of the component belonging to one of the Indonesian national flight carrier using Boeing 737-800 aircraft was the occurance of 84 times the cooling system failure which caused the light indiacator in the cockpit to light up. Among them happened 70 times unscheduled maintenance and 14 times scheduled maintenance. Thus, this essay was made to analyze the causes of the damage that occurred to the Trim Air PRSOV. The method used in this research is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is the technique used to find, identify and eliminate failures or damage to a system or process. The first step is to analyze using a Pareto diagram and then continue with the FMEA method so that an analysis of the damage that often occurs is damage to the diaphragm with 42% damage with an RPN value of 389.1, erosion on the ring seal with 22% damage with an RPN value of 376 and shaft seal damaged with 12% damage with an RPN value of 295.1 for it requires aggressive treatment. Therefore, repairs with a long TAT of 14 days are expected to increase the reliability of the PRSOV Trim Pressure component. For this reason, repairs are carried out with a long TAT of 14 days, it is hoped that there will be an increase in the reliability of the PRSOV Trim Pressure componen

Keywords: Trim Air Pressure Regulating and ShuttOff Valve, Boeing 737-800, Pareto Diagram, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

I. Pendahuluan

Pesawat udara merupakan moda tranportasi yang banyak diminati saat ini dikarenakan dapat mempersingkat waktu perjalanan. Selain mempersingkat pesawat merupakan waktu, tranportasi yang aman dan nyaman. Dengan penggunaannya yang semakin meningkat pesawat perlu dilakukan pengecekan dengan regulasi untuk kelaikan pesawat. Untuk itu dilakukan pemeliharaan dan perawatan dalam menunjang faktor kenyamanan dan keselamatan.

Pesawat terbang memiliki beberapa digunakan sistem yang dalam operasional pesawat udara. Salah satu sistem yang banyak digunakan pesawat terbang adalah sistem pneumatik. Sistem pnuematik akan menghasilkan udara bertekanan dan udara panas yang digunakan oleh sistem starting engine. air conditioning, cabin pressurization. dan sistem lainnya. Sistem pnuematik yang digunakan pada air conditioning pesawat dibutuhkan tekanan dan suhu konstan untuk kenyamanan penumpang berserta awak kabin. Untuk itu dibutuhkan suatu komponen untuk menjaga tekanan dan suhu tetap konstan. satunva komponen salah tersebut adalah Trim Air. Pressure Regulating and Shutoff Valve (Trim Air PRSOV).

Dalam rentang waktu 6 tahun terakhir pesawat Boeing 737-800 milik salah satu maskapai nasional Indonesia terjadi 84 kerusakan pada komponen tersebut. 14 kerusakan terjadi pada saat schedule maintenance sedangkan 70 kerusakan terjadi saat unshedule maintenance. Sehingga perlu dianalisa mengapa rusak komponen tersebut sebelum schedule maintenance yang mengakibatkan cost pada airlane dikarenakan terjadinya *delay* disebabkan oleh pesawat gagal atau tidak dapat terbang.

Perawatan pesawat udara adalah kegiatan untuk menjaga dan memelihara agar pesawat yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan. Dalam melakukan perawatan dibutuhkan manajemen untuk mengatur perawatan. Maniemen ialannva perawatan meruapakan suatu konsep yang mengatur operasi dalam perawatan untuk menentukan terjadinyaperawatan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi secara mendadak Adapun tiba-tiba. ienis-jenis menjadi perawatanterbagi 2 yaitu perawatan yang terencana (planned maintenance) dan perawatan yang tidak terencana (unplanned maintenance).

Air Conditioning (AC) berfungsi untuk mengendalikan suhu ruang dan tekanan di dalam pesawat. AC salah satu sistem untuk membuat penumpang merasa nyaman di dalam pesawat terbang. Ketinggian jelajah umum pesawat

Pada prinsipnya sistem ini meningkatkan tekanan dengan mengkompresikan udara luar pesawat menggunakan kompresor gas turbin. Udara bertekanan dengan temperatur tinggi kemudian disalurkan yang penukar melewati panas vang didinginkan oleh udara luar pada kondisi ketinggian yang memiliki suhu dingin. Kemudian, udara telah vang digabungkan akan diekspansikan pada turbin terlebih dahulu baru kemudian disalurkan kedalam pesawat.

terbang adalah sekitar 30.000 kaki diatas permukaan tanah. Pada ketinggian tersebut, terjadi penurunan suhu serta tekanan udara yang sangat signifikan. Dengan besarnya penurunan tersebut, dibutuhkan suatu sistem yang berfungsi untuk mengendalikan suhu dan tekanan agar penumpang dapat merasa

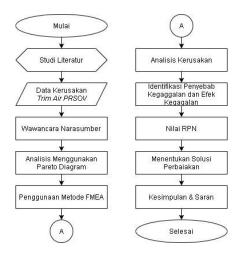
aman dannyaman ketika berada di dalam pesawatterbang.

PRSOV Trim Air merupakan komponen untuk menkontrol aliran dan udara ke zona trim modulating valves. Untuk pesawat Boeing 737-800 terdapat 1 buah *Trim Air* PRSOV yang letaknya berada di kanan air conditioning comparment. Trim Air PRSOV bekerja dengan cara membuka dan menutup katup dengan sistem butterfly-type valve. Valve ditahan dengan spring yang bekerja normal dalam kondisi posisi tertutup. Trim air PRSOV dikontrol secara elektrik dan digerakkan secara pneumatic.

1.1. Tujuan Penelitian

- Mengetahui modus utama kegagalan yang terjadi pada Trim Pressure Regulating and Shutoff Valve pada pesawat Boeing 737-800.
- Mengetahui RPN dari modus kegagalan utama kerusakan Trim pressure Regulating and Shutoff Valve pada pesawat Boeing 737-800.
- Mengetahui hubungan modus kegagalan dengan Turn Around Time (TAT) pada Trim Air Pressure Regulating and Shutoff Valve.

II. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram alur Penelitian

Proses dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang akan dijadikan topik dalam penilitian dengan cara mencari kerusakan yang sering teriadi pada pesawat Boeing 737-800 yang menyebabkan pesawat delay nya pesawat. Setelah itu akan ditentukan tujuan ingin dicapai yang agar mengetahui penyebab kerusakan yang dan dapat menguranginya. Langkah selanjutnya adalah mencari literatur – literatur terkait dengan *Trim Air* PRSOV serta metode vana digunakan. Literatur yang telah didapat akan dikaji serta diobservasi untuk selanjutnya akan diolah dan dianalisis menggunakan metode FMEA. Langkah dilakukan yaitu menganalisis menggunakan metode pareto diagram sehingga didapatkan persentase kerusakan yang sering terjadi sehingga mendapatkan modus utama kegagalan. Kemudian dilakukan analisis menggunakan metode FMEA sehingga mendapatkan nilai RPN dengan melaksanakan kuesioner, kemudiandapat ditentukan bahwa kerusakan yang terjadi masuk dalam kategori yang agresif atau tidak. Untuk itu didapatkan solusi perbaikan yang dapat diterapkan kedalam proses perawatan Trim Air PRSOV dan dapat mengurangi kerusakan yang terjadi. Adapun spesifikasi Trim Air PRSOVdapat dilihat pada table 1 berikut:

Jurnal Teknologi Kedirgantaraan, Vol, VII No. 1, Januari 2022, P-ISSN 2528-2778, E-ISSN 2684-9704 https://doi.org/ 10.35894/jtk.v7i1

Tabel 1. Spesifikasi *Trim Air PRSOV*Honeywell

Characteristic	Spesification					
Dimension						
Length	8.5 inches (216 mm) approx.					
Width	6.75 inches (171.5 mm) approx.					
Height	10.1 inches (256.5 mm) approx.					
Weight	6.25 pounds (2.835 kg) maximum					
Temperature range						
Ambient	65 to 200 °F (-54 to 93 °C)					
Pressure range						
Ambient	2.45 to 15.5 PSIA (16.905to 106.95 kPa)					
Current	1.0 ampere at 80 °F (27 °C) and 28 VDC					
0	45.0 PSIG (207 kPa) at 407°F (208°C)					
Operational	maximum					
	3.0 to 5.0 PSIG (20.7 to 34.5 kPa) above					
Regulating	cabin pressure at inlet pressure of 10 to 50					
	PSIG (69 to 345 kPa)					
Operating range						
Voltage	28 to 30 VDC					
Manual override torgque	50 in-lb (5.7 Nm) maximum					
Connections						
Selencid valve assembly	mating thread connects with BACC45FT10-					
	586 or equivalent					
Downstream sensing port	0.5625-18 UNJF-3B threads perMS33649-					
Dawnstream sensing part	06					
Cabin pressure port	0.5625-18 UNJF-3B threads perMS33649-					
Cabin pressure purt	06					

III. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Data Kerusakan Trim Air PRSOV

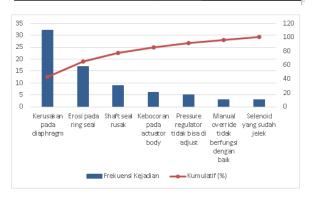
NO	Part	Bulan/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Removal
NO	Number	Tahun	ı '	_	٥	4	٦	ı			٦	10	' '	12	rcomoval
1	3214972-1	2016	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	2	9
2	3214972-1	2017	1	1	3	2	1	2	1	0	3	0	1	3	18
3	3214972-1	2018	4	1	2	3	8	0	1	5	1	0	4	1	30
4	3214972-1	2019	2	2	0	1	2	2	4	2	0	0	0	1	16
5	3214972-1	2020	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1	0	1	8
6	3214972-1	2021	1	0	2	0	0	0							3
Jumlah						84									

Kerusakan kompenen Trim Air PRSOV pada salah satu maskapai nasional Indonesia khususnya memiliki pesawat Kerusakan yang terjadi pada komponen Trim Air PRSOV disebabkan oleh kebocoran pada bagain komponen Boeing 737-800 pada periode Januari 2016 sampai dengan Juni 2021 berjumlah 84, yang dimana 13 dikarenakan diantaranya sheduled maintenance. Dibawah ini adalah data kerusakan komponen Trim Air PRSOV pada table 2. sehingga tekanan dan temperature rendah dan cenderung tidak konstan.

Berikut adalah diagram pareto pada tabel 3. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa penyebab kerusakan yang paling sering terjadi pada komponen *Trim Air* PRSOV adalah kerusakan pada bagian *diaphragm*, erosi pada bagian *ring seal* dan *shaft seal* rusak selama periode penelitian. Adapun perhitungan untuk mencari faktor dominan adalah:

Table 3. Kerusakan pada Trim Air PRSOV

No	Penyebab Kerusakan	Frekuensi Kejadian	Presentase	Kumulatif (%)
1	Kerusakan pada diaphragm	32	43	43
2	Erosi pada ring seal	17	22	65
3	Shaft seal rusak	9	12	77
4	Kebocoran pada <i>actuator</i> body	6	8	85
5	Pressure regulator tidak bisa di <i>adjust</i>	5	7	92
6	<i>Manual override</i> tidak berfungsi dengan baik	3	4	96
7	Selenoidyang sudah jelek	3	4	100
	Jumlah	75		



Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa penyebab kerusakan yang paling sering terjadi pada komponen *Trim Air* PRSOV adalah kerusakan pada bagian *diaphragm*, erosi pada bagian *ring seal* dan *shaft seal* rusak selama periode penelitian. Adapun perhitungan untuk mencari faktor dominan adalah:

K1+K2+K3= 80% (Sesuai Hukum Pareto)(2)

Jurnal Teknologi Kedirgantaraan, Vol, VII No. 1, Januari 2022, P-ISSN 2528-2778, E-ISSN 2684-9704 https://doi.org/ 10.35894/jtk.v7i1

Maka:

43%+22%+12%=77% (±80%).....(3)

Keterangan:

K1= Kejadian Persentase Tertinggi Pertama

K2= Kejadian Persentase Tertinggi Kedua

K3= KejadianPersentase TertinggiKetiga

Dengan mengikuti kaidah pareto lebih difokuskan untuk ketiga kerusakandiatas yang memiliki persentase tertinggi dan diharapkan dapat mengurangi 80% kerusakan yang terjadi.

Setelah nilai severity, occurance dan detection didapatkan dari kuesioner narasumber, maka dapat dilakukan perhitungan nilai RPN dengan cara melakukan perkalian antara nilai Berdasarkan tabel 4 diatas. maka didapatkan nilai RPN yang terbesar adalah kerusakan pada diaphragm. Diikuti itu kebocoran pada shaft seal dan Erosi pada ring seal. Maka di dapatkan bahwa 3 kerusakan pada Trim Air PRSOV diperlukan tindakan agresifuntuk mengurangi kerusakan yang teriadi severity, occurance dan detection. Kemudian hasil RPN tiap kuesioner narasumber ditambah dengan hasil kuesioner narasumber lain vana kemudian ditotal dan dibagi dengan jumlah kuesioner sehingga mendapatkan rata-rata dari RPN. Nilai RPN tertinggi merupakan indikator resiko tertinggi yang menjadi sasaran utama perbaikan yang harus diselesaikan.

Komponen shop yang berada di PT. GMF Aeroasia sudah memiliki *capability* untuk memperbaiki komponen *Trim Air* PRSOV hingga ketahap modifikasi dan *overhaul*. Kerusakan yang terjadi selama

periode penelitian dilakukan hingga tahap *repair*.

Tabel 4. Nilai Risk Priority Number (RPN)

NO	Penyebab Kerusakan	RPN	Classification	Task Section
1	Kerusakan pada <i>diaphragm</i>	398,1	МН	Tindakan Agresif
2	Erosi pada ring seal	367,0	МН	Tindakan Agresif
3	Shaft seal rusak	295,1	МН	Tindakan Agresif
4	Kebocoran pada <i>actuator</i> body	194,4	М	Tindakan Secukupnya
5	Pressure regulator tidak bisa di <i>adjust</i>	156,6	М	Tindakan Secukupnya
6	Manual override tidak berfungsi dengan baik	113,6	М	Tindakan Secukupnya
7	Selenoid yang sudah jelek	104,0	М	Tindakan Secukupnya

Table 5. TAT Kerusakan di Shop Component

No	Shop In	Shop Out	TAT	Reason of Removal
1	08 Agustus 2019	22 Agustus 2020	14 Hari	Ring seal erroded
2	15 Desember 2019	25 Desember 2019	10 Hari	Diaphragm broken
3	23 Januari 2020	06 Februari 2020	14 Hari	Shaft seal broken
4	10 Maret 2020	24 Maret 2020	14 Hari	Ring seal erroded
5	15 Agustus 2020	29 Agustus 2020	14 Hari	Shaft seal broken
6	04 September 2020	14 September 2020	10 Hari	Diaphragm broken
7	18 Oktober 2020	02 November 2020	14 Hari	Ring seal erroded
8	16 Desember 2020	26 Desember 2020	10 Hari	Diaphragm broken
9	24 Januari 2021	4 Februari 2021	10 Hari	Diaphragm broken
10	30 Maret 2021	13 April 2021	14 Hari	Shaft seal broken

Dari data diatas waktu yang paling lamadalam perbaikan adalah erosi pada rina seal dan shaft seal rusak dikarenakan itu menunjukkan bahwa pengerjaan erosi pada ring seal dan shaft seal rusak diperlukan langkah yang agresif diperlukan kehati-hatian dalam pengeriaannya dan langkah keria yang dilakukan untuk membuka ring seal dan shaft seal banyak. Maka diperlukan waktu yang lebih lama dari pada kerusakan yang lain. TAT yang dilakukan dilakukan dari tahap testing, disassembly. inspection. cleaning. repair, assembly, final test. Dan waktu

diatas adalah waktu yang ideal dilakukan, tidak termasuk keterlambatan dikarenakan material yang diperlukan habis atau tidak ada.

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pengumpulan data yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kerusakan yang paling sering terjadi pada *Trim Air PRSOV* adalah 43% kerusakan pada *diaphragm*, 22% erosi pada ring seal, dan 12% shaft seal rusak.
- 2. Dengan menggunakan metode FMEA dapat diketahui nilai RPN terbesar terjadi karena kerusakan pada diaphragm dengan nilai 398,1, shaft seal rusak dengan nilai RPN 367 dan erosi pada ring seal dengan nilai RPN 295,1 yang memerlukan tindakan agresif. component shop selama 14 hari kerja dan untuk kerusakan pada diaphragmdilakukan hari. selama 10 TAT tersebut termasuk testing, disassembly, cleaning. inspection. repair, assembly, final test

V.DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boeing Company. (2017), Aircraft Training Manual Chapter 21 Air Conditioning, Boeing 737-600/700/800/900.
- [2] Abiyoga, Dimas (2013). Sistem Pengondisian Udara Pada Pesawat Terbang
- [3] Boeing Company. (2017), Component Maintenance Manual

- Chapter 21. Temperature Control Valve, Boeing 737-600/700/800/900
- [4] Faizal, K. & Palaniappan, D. P. K., 2014. Risk Assessment and Management in Supply Chan, 14(Global Journal Inc. (USA)).
- [5] Widianti, Tri dan Himma Firdaus.(2017), Penilaian Resiko Instansi Pemerintas dengan Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis. LIPI Press: Jakarta.Technology.
- [6] Ariani, D. (2003) Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif. Ghalia Indonesia: Jakarta.
- [7] Matsumoto, T & Goto, Y. (1975).

 Reliability Analysis of Catalytic

 Converter as an Automotive

 Emission Control System.

 Michigan:SAE Technical Paper.
- [8] Winandi, A., 2012. Reliability Centered Maintenance Pada Pompa, Issue Universitas Indonesia.
- [9] Barry Render, Jay Heizer. 2004. Management Mutu Terpadu. Penerbit Salemba 4.
- [10] Ishikawa, Khoru. *Pengendalian Mutu Terpadu*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 1985.
- [11] Reliability
 Management. "Dashboard
 Reliability". https://dashboard-reliability.gmf-
 aeroasia.co.id/.
 diakses pada 1 Agustus 2021
 pukul 15.10.