

ANALISIS KEANDALAN DAN RANCANGAN PERAWATAN PADA *TOOL AIR DATA TEST SET* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PT. BATAM AERO TECHNIC

Muhamad Ibnu Maulana Akbar¹⁾, Taufik²⁾, Rully Nur Dewanti³⁾

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Indonesia

¹⁾ muibnmabar69@gmail.com

²⁾ dosen01332@unpam.ac.id

³⁾ dosen01273@unpam.ac.id

ABSTRAK

Air Data Test Set (ADTS) adalah salah satu *special tool* yang digunakan dalam perawatan pesawat yang berfungsi untuk *testing air data system, altimeter check, dan airspeed check*. Dengan fungsi yang begitu krusial, akurasi dan keandalan dari *Tool Air Data Test Set* harus dijaga agar selalu tetap dalam kondisi yang baik. Mengingat begitu pentingnya peran *Tool ADTS*, maka dilakukan penelitian analisis keandalan dan rancangan perawatan yang tepat menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Penelitian dengan metode RCM secara umum dibagi menjadi dua yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Analisa kualitatif terdiri dari *System Function and Function Failure, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, dan *Logic Tree Analysis (LTA)*. Sedangkan analisa kuantitatif terdiri dari penentuan distribusi terhadap perhitungan *Time to Failure (TTF)* dan *Mean Time to Failure (MTTF)* menggunakan *software Minitab 16*, serta perhitungan *Reliability*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat empat komponen kritis yaitu *Main Board, Pressure/Vacuum Pump, Solenoid Board Assy, dan Static Transducer* dengan hasil perhitungan keandalan masih rendah. Rancangan perawatan *Tool ADTS* untuk meningkatkan keandalan yaitu *Preventive Maintenance* dengan jadwal setiap 310 hari untuk *Pressure/Vacuum Pump*, setiap 50 hari untuk *Main Board* dan *Static Transducer*, serta setiap 70 hari untuk *Solenoid Board Assy*.

Kata Kunci: RCM, Keandalan, Rancangan Perawatan.

ABSTRACT

Air Data Test Set (ADTS) is a *special tool* used in aircraft maintenance which functions for testing air data systems, altimeter checks, and airspeed checks. With such a crucial function, the accuracy and reliability of the *Air Data Test Set* tool must be kept always in good condition. Considering the importance of the role of the *ADTS Tool*, a research on reliability analysis and proper maintenance design was carried out using the *Reliability Centered Maintenance (RCM)* method. Researched by using *Reliability Centered Maintenance (RCM)* method, it is generally divided into two ways both qualitative and quantitative. Qualitative analysis consists of *System Function and Function Failure, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, and *Logic Tree Analysis (LTA)*. While the quantitative analysis consists of determining the distribution of the *Time to Failure (TTF)* and *Mean Time to Failure (MTTF)* calculations using *Minitab 16* software, as well as the *Reliability* calculations. The results of the analysis show that there are four critical components, namely the *Main Board, Pressure/Vacuum Pump, Solenoid Board Assy, and Static Transducer* with low reliability calculation results. *ADTS Tool* maintenance plans to improve reliability, namely *Preventive Maintenance* with a schedule every 310 days for *Pressure/Vacuum Pumps*, every 50 days for *Main Boards* and *Static Transducers*, and every 70 days for *Solenoid Board Assy*.

Keywords: RCM, Reliability, Design of Maintenance.

I. PENDAHULUAN

Approved Maintenance Organization (AMO) adalah organisasi yang disahkan untuk melakukan perawatan, perbaikan, dan modifikasi pesawat udara. Seperti industri jasa perawatan serta perbaikan pada umumnya harus memiliki fasilitas penunjang operasional yang memumpuni. Salah satu indikator kinerja kunci dalam perawatan pesawat udara adalah ketersediaan *tooling* pesawat. Namun tidak hanya tersedia, peralatan atau *tools* tersebut tetapi harus juga selalu dalam kondisi *serviceable* atau siap digunakan (*Ready to Use*).

Air Data Test Set (ADTS) adalah salah satu *special tool* yang digunakan dalam perawatan pesawat yang berfungsi untuk *testing air data system, altimeter check, dan airspeed check*. *Tool* tersebut sangat sensitif terhadap perubahan temperatur maupun kelembapan udara serta listrik statis. Dengan fungsi yang begitu krusial, akurasi dan keandalan dari *tool Air Data Test Set* harus dijaga agar selalu tetap dalam kondisi yang baik. PT. Batam Aero Technic mengharuskan menyediakan dan menyiapkan *tool* tersebut selalu dalam kondisi

serviceable. Namun, harapan agar *tool* selalu *serviceable* tidak selalu berjalan dengan baik, akan ada kondisi *tool* tidak siap pakai atau *unserviceable* karena mengalami kegagalan baik itu rusak, *error*, ataupun *expired*. Intensitas kegagalan fungsi atau kerusakan dari *tool Air Data Test Set* sangat tinggi dan berulang di PT. Batam Aero Technic. Dampak dari kegagalan *tool* tersebut adalah terhambatnya perawatan pesawat yang mana akan menyebabkan pesawat menjadi tidak *airworthy* atau *grounded*. Hal ini tentu dapat merugikan pada pihak perusahaan. Dengan demikian perlunya mengetahui nilai keandalan dan metode perawatan yang baik dari *tool Air Data Test Set* agar dapat diketahui seberapa handal *tool* tersebut, yang mana nantinya nilai keandalan tersebut dapat menjadi acuan tindakan perusahaan mencari alternatif solusi pada permasalahan *tool Air Data Test Set* dengan melakukan *Preventive Maintenance*. Data histori frekuensi kerusakan *tool* ADTS di PT. Batam Aero Technic dengan jumlah 3 unit atau serial number dalam kurun waktu dua tahun dari Januari 2021 sampai dengan Desember 2022 dapat dilihat pada **Tabel 1.** berikut ini.

Tabel 1. Data Frekuensi Kerusakan *Tools* ADTS Periode 2021 – 2022

Tahun	Bulan	Part Number	Frekuensi Kerusakan tiap Serial Number		
			SN LSN123	SN LSN234	SN LSN345
2021	Januari	MODEL 6300	1	2	3
	Februari		2	2	1
	Maret		1	1	2
	April		2	1	1
	Mei		1	1	0
	Juni		3	2	2
	Juli		0	1	1
	Agustus		2	2	2
	September		1	1	1
	Oktober		1	0	1
	November		0	2	0
	Desember		2	2	1
2022	Januari	MODEL 6300	1	2	2
	Februari		1	1	2
	Maret		1	1	2
	April		2	0	0
	Mei		2	1	2

Tahun	Bulan	Part Number	Frekuensi Kerusakan tiap Serial Number		
			SN LSN123	SN LSN234	SN LSN345
	Juni		1	2	2
	Juli		2	0	1
	Agustus		2	1	2
	September		2	1	0
	Oktober		0	2	2
	November		2	1	1
	Desember		2	2	2
TOTAL			34	31	33

(Sumber: PT. Batam Aero Technic)

Dari tabel frekuensi tersebut data variabel kegagalan penyebaran yang terjadi acak kontinu, penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sangat cocok digunakan untuk menganalisis tindak perawatan lanjut sesuai fungsi dan cara kerja masing-masing dalam pemeliharaan. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar suatu aset fisik dapat berlangsung terus memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini. Pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk memaksimalkan *lifetime* dari suatu komponen. Dengan mengetahui keandalan dan metode perawatan yang baik, sejalan dengan tujuan agar *tool* ADTS selalu dalam kondisi *serviceable* dan *available* untuk digunakan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di *management office* PT. Batam Aero Technic yang terletak di Komplek Perkantoran Lion Air Group Balaraja, Jalan Harmoni Blok GK Nomor 6 Talaga Bestari, Wana Kerta, Sindang Jaya, Kabupaten Tangerang, Banten 15560, Indonesia. Waktu penelitian dilakukan pada Januari hingga April 2023. Objek penelitian utama adalah *Tool Air Data Test Set* (ADTS) salah satu *special tool* yang dimiliki oleh PT. Batam Aero Technic, dengan jumlah yang diteliti adalah sebanyak 3 unit.

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode analisis kuantitatif dan kualitatif. Pada metode analisis kuantitatif data didapat dari frekuensi riwayat kerusakan *tool* dalam kurun periode dua tahun atau lebih yang akan dianalisa perhitungan nilai keandalannya. Sedangkan jenis metode analisis kualitatif didapat dari *chronology report* terhadap jenis kegagalan atau kerusakan yang akan dianalisa menjadi asumsi rancangan perawatan *tool*.

B. Metode Analisis Data

Tahapan penyelesaian pada metode analisis data penelitian ini yaitu melakukan pengumpulan dan pengolahan data *history* kerusakan *tool* ADTS dan *reason* kerusakan selama periode dua tahun atau lebih, lalu melakukan analisis terhadap *tool* ADTS menggunakan penjabaran metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) diantaranya adalah pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, mendefinisikan batasan sistem, deskripsi sistem dan blok fungsi, fungsi sistem dan kegagalan fungsi, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan LTA (*Logic Tree Analysis*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Frekuensi Kerusakan

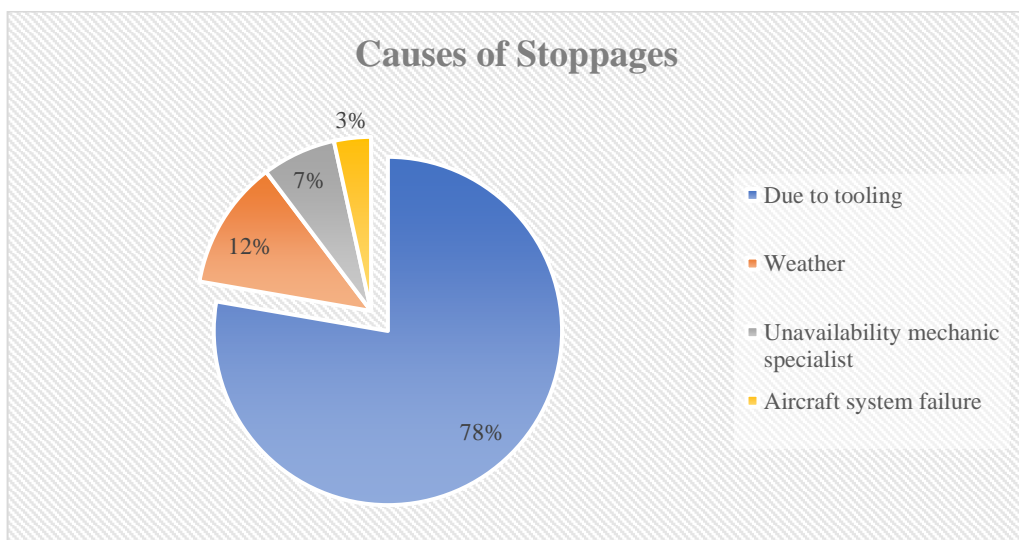
Dapat diketahui total frekuensi kerusakan dan persentase frekuensi kerusakan per tahun atau 365 hari periode 2021 dan 2022, total dalam dua tahun, gap frekuensi kerusakan per tahun dari tahun 2021 dan 2022 yang mana terdapat kenaikan atau penurunan kerusakan dari masing-masing *serial number*, serta grafik total frekuensi kerusakan untuk masing-masing *serial number*.

Tabel 2. Persentase Frekuensi Kerusakan Periode 2021 – 2022

Serial Number	Total Frekuensi Kerusakan/Tahun (365 Hari)		Grand Total Frekuensi Kerusakan Periode 2021-2022	Persentase Frekuensi Kerusakan/Tahun (365 Hari)		Gap 2021 - 2022
	2021	2022		2021	2022	
LSN123	16	18	34	4,4%	4,9%	↑ 0,5%
LSN234	17	14	31	4,7%	3,8%	↓ -0,8%
LSN345	15	18	33	4,1%	4,9%	↑ 0,8%

(Sumber: PT. Batam Aero Technic)

B. Maintenance Significant Item (MSI)



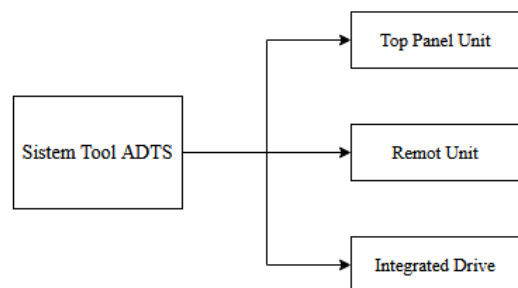
(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Gambar 1. Persentase Causes of Stoppages

Dari grafik data tersebut diketahui penyebab utama terjadinya stoppages atau kegagalan perform task card sebanyak 78% karena tooling yang rusak. Hal ini sangat signifikan sehingga didapatkan MSI difokuskan pada kerusakan tooling (Tool ADTS) serta menjadikan objek utama penelitian.

C. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) dilakukan pada level sistem terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan pada level komponen. Hal tersebut dikarenakan kegagalan fungsi suatu mesin atau peralatan dapat dilihat dari level sistem kemudian barulah dapat ditentukan pendukung fungsi sistem tersebut pada level komponen.



(Sumber: Users Manual 6300 Rev.H)

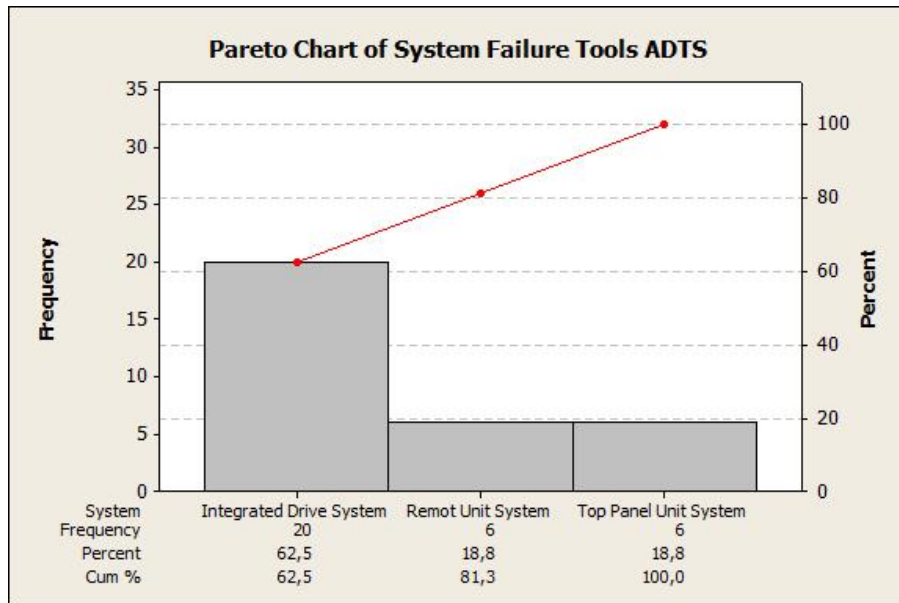
Gambar 2. Sistem dan Sub Sistem Tool ADTS

D. Pendefinisian Batasan Sistem

Dalam proses Reliability Centered Maintenance (RCM), definisi batasan sistem sangat penting karena dapat membedakan batasan secara jelas antar sistem agar dapat menguraikan dan membuat daftar komponen

pendukung sistem tersebut. Analisa ini menggunakan diagram Pareto dengan mengurutkan peringkat kerusakan sistem dari yang terbesar hingga terkecil agar dapat

diketahui sistem yang menjadi penyebab utama kerusakan. Berikut ini hasil grafik diagram Pareto dari data *average* frekuensi kerusakan sistem.



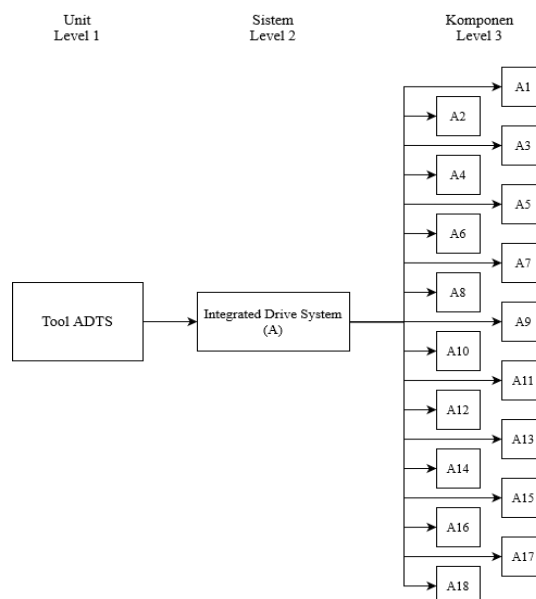
(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Gambar 3. Pareto Chart Frekuensi Kerusakan Sistem Tool ADTS

E. System Work Breakdown Structure (SWBS)

Sesuai dengan analisa tahapan sebelumnya, *Integrated Drive System* adalah sistem yang memiliki banyak kegagalan atau kerusakan pada *Tool ADTS*. Berikut ini pada

Gambar 4. adalah komponen-komponen penyusun sistem *Integrated Drive* yang telah dilakukan pengkodean untuk memudahkan pendeskripsian pembacaan komponen. SWBS secara lengkap juga ditampilkan pada **Tabel 3.** dengan masing-masing nama komponen dan *part number*.



(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Gambar 4. Illustrated SWBS *Integrated Drive*

Untuk keterangan diatas dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. *Illustrated Part Catalog SWBS Integrated Drive*

Kode	Sistem	Kode	Komponen	Part Number
A	<i>Integrated Drive</i>	A.1	<i>Baro Transducer</i>	105-0057
		A.2	<i>Main Board</i>	115-1117B
		A.3	<i>Static Transducer Assy</i>	115-1123A
		A.4	<i>Solenoid Board Assy</i>	115-1118A
		A.5	<i>Pitot Transducer Assy</i>	115-1123A
		A.6	<i>Volume Tank Assy</i>	132-2212A
		A.7	<i>LED Board Assy</i>	115-1126A
		A.8	<i>Pitot Output Manifold Assy</i>	132-1923A-1
		A.9	<i>Static Output Manifold Assy</i>	132-1923A-2
		A.10	<i>AC-DC Power Supply</i>	110-0272
		A.11	<i>12V Fan</i>	129-1312A2-11
		A.12	<i>Static Servo-Valve Assy</i>	115-1122A
		A.13	<i>Dryer</i>	107-0105
		A.14	<i>2-Micron Filter</i>	118-0753
		A.15	<i>Pitot Servo-Valve Assy</i>	115-1122A
		A.16	<i>Pressure/Vacuum Pump</i>	107-0118
		A.17	<i>PST Sensor Board Assy</i>	115-1084A
		A.18	<i>PDHC Board Assy</i>	115-1119C

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Dari semua komponen penyusun sistem *Integrated Drive* dapat dilakukan pencarian komponen apa saja yang paling banyak bermasalah mengalami kegagalan atau kerusakan sesuai dengan data *history*

kerusakan. Hasil rekapitulasi data *history* kerusakan tersebut komponen utama yang sering mengalami kerusakan di *Integrated Drive System* pada *Tool ADTS* periode 2021 – 2022 sebagai berikut:

Tabel 4. Frekuensi Kerusakan Komponen

Komponen	LSN123	LSN234	LSN345	Total	Average
<i>Main Board</i>	6	5	5	16	5
<i>Pitot Servo-Valve Assy</i>	1	-	1	2	1
<i>Pitot Transducer Assy</i>	2	2	1	5	2
<i>Pressure/Vacuum Pump</i>	5	5	4	14	5
<i>Solenoid Board Assy</i>	4	6	5	15	5
<i>Static Servo-Valve Assy</i>	1	2	-	3	2
<i>Static Transducer Assy</i>	5	4	5	14	5

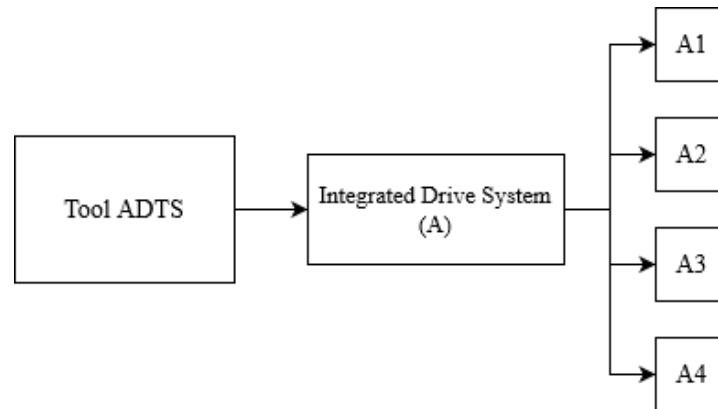
(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Dari hasil data pada **Tabel 4.** tersebut dipilih empat komponen dengan tingkat kegagalan atau kerusakan paling tinggi yang selanjutnya akan dianalisa lebih lanjut terkait dengan keandalan dan perawatannya. Komponen tersebut adalah:

1. *Main Board*
2. *Solenoid Board Assy*

3. *Pressure/Vacuum Pump*
4. *Static Transducer Assy*

Setelah diketahui dan ditentukan komponen mana yang akan diteliti lebih lanjut, pengkodean SWBS dapat dikerucutkan hanya menjadi komponen kritis saja dengan tujuan memudahkan pendefinisian fungsi dan kegagalan fungsi atau komponen.



(Sumber: Pengolahan Penelitian)
Gambar 5. *Illustrated SWBS* Komponen Kritis

Tabel 5. *Illustrated Part Catalog* SWBS Komponen Kritis

Kode	Sistem	Kode	Komponen	Part Number
A	<i>Integrated Drive</i>	A.1	<i>Main Board</i>	115-1117B
		A.2	<i>Solenoid Board Assy</i>	115-1118A
		A.3	<i>Pressure/Vacuum Pump</i>	107-0118
		A.4	<i>Static Transducer Assy</i>	115-1123A

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

F. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Pengkodean fungsi dan kegagalan fungsi dilakukan dengan keterangan huruf melambangkan nama unit proses dari *Integrated Drive System*, angka pertama melambangkan nama komponen utama sistem

tersebut dan angka kedua melambangkan kegagalan fungsi dari sistem tersebut. Pendeskripsian fungsi sistem dan kegagalan fungsi untuk *Integrated Drive System* pada empat komponen kritis dapat dilihat pada **Tabel 6.** dibawah ini.

Tabel 6. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Kode Fungsi	Kode Deskripsi Fungsi	Uraian Fungsi	Kode Kegagalan Fungsi	Kegagalan Fungsi
A	A.1	Berfungsi sebagai <i>system control</i> untuk penghubung antar komponen terkait data	A.1.1	<i>Input</i> dan <i>output</i> data tidak sesuai
	A.2	Berfungsi sebagai <i>system control</i> untuk penghubung antar komponen terkait udara	A.2.1	Perintah data terkait udara tidak berjalan dengan normal
	A.3	Berfungsi sebagai pemberi dan penghisap <i>pressure</i> udara untuk memberikan besaran <i>pressure</i> yang dibutuhkan	A.3.1	<i>Pressure</i> udara tidak sesuai dengan yang diharapkan

Kode Fungsi	Kode Deskripsi Fungsi	Uraian Fungsi	Kode Kegagalan Fungsi	Kegagalan Fungsi
	A.4	Berfungsi sebagai pengubah energi listrik menjadi gerak pada udara untuk <i>static</i>	A.4.1	Sensor tidak berfungsi dengan baik sehingga laju aliran <i>pressure</i> udara untuk <i>static</i> tidak sesuai

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

G. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tabel 7. Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

No	Komponen	Failure Mode	Failure Causes	Failure Effect	S	O	D	RPN	Rank
1	Main Board	Error / Malfunction	Terdapat partikel debu atau kotoran yang menempel pada board	Pembacaan data komponen yang terdapat pada board menjadi tidak sesuai	4	6	6	144	2
2	Solenoid Board Assy	Error / Malfunction	Terdapat partikel debu atau kotoran yang menempel pada board assy	Pembacaan data komponen yang terdapat pada board menjadi tidak sesuai	4	6	5	120	3
3	Pressure/Vacuum Pump	Valve stuck dan out of tolerance	Ketidakmampuan komponen untuk menjalankan fungsinya	Pressure udara yang dihasilkan tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan	8	5	7	280	1
4	Static Transducer Assy	Sensor fail	Terdapat kerusakan pada komponen	Informasi laju <i>pressure</i> udara terkait <i>static</i> tidak akurat	6	4	3	72	4

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Berdasarkan hasil analisa FMEA diatas nilai RPN tertinggi adalah komponen *Pressure/Vacuum Pump* dengan nilai 280, dan

nilai RPN terendah adalah komponen *Static Transducer Assy* dengan nilai 72. Didapatlah rank tertinggi sampai terendah sebagai berikut:

1. Rank 1, nilai RPN 280 = *Pressure/Vacuum Pump*
2. Rank 2, nilai RPN 144 = *Main Board*
3. Rank 3, nilai RPN 120 = *Solenoid Board Assy*
4. Rank 4, nilai RPN 72 = *Static Transducer Assy*

Logic Tree Analysis (LTA) ini bertujuan untuk mengklasifikasikan *failure mode* kedalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan penanganan atau model perawatan dari komponen yang diidentifikasi. *Summary Logic Tree Analysis (LTA)* komponen kritis penyusun *Integrated Drive System* pada *Tool ADTS* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

H. Logic Tree Analysis (LTA)

Tabel 8. *Summary Penyusunan Logic Tree Analysis*

No	Komponen	Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Category
1	<i>Pressure/Vacuum Pump</i>	<i>Out of tolerance</i>	Y	T	Y	B
2	<i>Main Board</i>	<i>Error/Malfunction</i>	T	T	Y	D
3	<i>Solenoid Board Assy</i>	<i>Error/Malfunction</i>	T	T	Y	D
4	<i>Static Transducer Assy</i>	<i>Sensor fail</i>	Y	T	Y	B

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

I. Pemilihan Tindakan

Proses ini dapat menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tindakan standar yang dapat dilakukan adalah bergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi. Pemilihan tindakan ini berdasarkan

jawaban dari pertanyaan penuntun (*selection guide*) yang disesuaikan pada *road map*. Berikut ini adalah *summary* hasil pemilihan tindakan untuk komponen kritis pada *Integrated Drive System Tool ADTS*.

Tabel 9. *Summary Penyusunan Pemilihan Tindakan*

No	Komponen	Failure Mode	Selection Guide							Selection Task
			1	2	3	4	5	6	7	
1	<i>Pressure/Vacuum Pump</i>	<i>Out of tolerance</i>	Y	Y	T	T	-	Y	Y	TD
2	<i>Main Board</i>	<i>Error/Malfunction</i>	T	T	Y	Y	Y	Y	Y	FF dan CD
3	<i>Solenoid Board Assy</i>	<i>Error/Malfunction</i>	T	T	Y	Y	Y	Y	Y	FF dan CD
4	<i>Static Transducer Assy</i>	<i>Sensor fail</i>	T	T	Y	T	-	Y	Y	CD

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

J. Fitting Pola Distribusi

Pengujian pola distribusi *Tool ADTS* ini berdasarkan *Time to Failure (TTF)* dari semua

kegagalan atau kerusakan pada setiap komponen kritis. Pengujian pola distribusi dilakukan menggunakan *Software Minitab 16*.

Tabel 10. Data TTF Komponen Kritis *Tool ADTS*

No	Serial Number	Pressure/ Vacuum Pump	Main Board	Solenoid Board Assy	Static Transducer Assy
1	LSN123	322	92	171	147
		346	117	131	205
		331	143	136	184
		318	129		103
			87		
2	LSN234	374	131	161	224
		389	107	158	186
		361	192	127	217
		395	197	172	
				96	
3	LSN345	609	148	189	156
		613	97	174	214
		498	184	97	193
			253	213	115

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Summary best fit distribution setelah dilakukan fitting distribusi menggunakan

Software Minitab 16 untuk setiap komponen kritis adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Summary Best Fit Distribution

No	Komponen	ADTS Serial Number	Best fit Distribution
1	Pressure/Vacuum Pump	LSN123	Lognormal
2	Pressure/Vacuum Pump	LSN234	Weibull
3	Pressure/Vacuum Pump	LSN345	Weibull
4	Main Board	LSN123	Normal
5	Main Board	LSN234	Weibull
6	Main Board	LSN345	Weibull
7	Solenoid Board Assy	LSN123	Lognormal
8	Solenoid Board Assy	LSN234	Weibull
9	Solenoid Board Assy	LSN345	Weibull
10	Static Transducer	LSN123	Weibull
11	Static Transducer	LSN234	Weibull
12	Static Transducer	LSN345	Weibull

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

K. Nilai Mean Time to Failure (MTTF) dan Parameter Fungsi Reliability

Setelah diketahui distribusi apa yang paling cocok dan tepat dengan nilai correlation coefficient paling tinggi dari hasil fitting distribusi, selanjutnya adalah pencarian nilai

Mean Time to Failure (MTTF) dan parameter nilai untuk perhitungan reliability sesuai dengan distribusi tersebut menggunakan Software Minitab 16. Berikut ini adalah hasil summary pencarian nilai MTTF dan parameter fungsi reliability untuk setiap komponen kritis:

Tabel 12. Summary Nilai MTTF dan Parameter Fungsi Reliability

No	Komponen	ADTS Serial Number	Best fit Distribution	MTTF	Parameter Reliability					
					Weibull		Normal		Lognormal	
					Scale Parameter (θ)	Shape Parameter (β)	Nilai Tengah (μ)	Standar Deviasi (σ)	Scale Parameter (S)	Median (t _{med})
1	Pressure/Vacuum Pump	LSN123	Lognormal	329,376					0,0426911	329,076
2	Pressure/Vacuum Pump	LSN234	Weibull	378,501	386,805	25,190				
3	Pressure/Vacuum Pump	LSN345	Weibull	568,756	600,826	8,92883				
4	Main Board	LSN123	Normal	113,6			113,6	26,9118		
5	Main Board	LSN234	Weibull	156,444	173,782	3,52272				
6	Main Board	LSN345	Weibull	172,601	194,516	2,50859				
7	Solenoid Board Assy	LSN123	Lognormal	146,889					0,162323	144,967
8	Solenoid Board Assy	LSN234	Weibull	142,267	155,915	4,49096				
9	Solenoid Board Assy	LSN345	Weibull	168,771	188,87	3,04584				
10	Static Transducer	LSN123	Weibull	160,072	178,329	3,34442				
11	Static Transducer	LSN234	Weibull	207,485	217,997	10,1081				
12	Static Transducer	LSN345	Weibull	169,444	187,725	3,70036				

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

L. Perhitungan dan Perbandingan Reliability

Perhitungan reliability dari setiap komponen kritis pada Tool ADTS dilakukan berdasarkan distribusi dari masing-masing komponen tersebut.

1. Pressure/Vacuum Pump

a. SN LSN123

$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln \left(\frac{t}{t_{med}} \right)}{S} \right]$$

$$R(329,376)$$

$$= 1 - \Phi \left[\frac{\ln \left(\frac{329,376}{329,076} \right)}{0,0426911} \right]$$

$$R(329,376) = 1 - 0,5000$$

$$R(329,376) = 0,5000 \text{ atau } 50\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(310)^n$$

$$R(310)^1 = 0,9177$$

$$R(t - nT) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln \left(\frac{t - nT}{t_{med}} \right)}{S} \right]$$

$$R(19,376)$$

$$= 1 - \Phi \left[\frac{\ln \left(\frac{19,376}{329,076} \right)}{0,0426911} \right]$$

$$R(19,376) = 1 - 0,0001$$

$$R(19,376) = 0,9999$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 310 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(329,376) = R(310)^1 \times R(19,376)$$

$$R_m(329,376) = 0,9177 \times 0,9999$$

$$R_m(329,376) = 0,9176 \text{ atau } 91,76\%$$

b. SN LSN234

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(378,501) = e^{-\left(\frac{378,501}{386,805}\right)^{25,1190}}$$

$$R(378,501) = 0,5601 \text{ atau } 56,01\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(350)^n$$

$$R(350)^1 = 0,9221$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t - nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(28,501) = e^{-\left(\frac{28,501}{386,805}\right)^{25,119}}$$

$$R(28,501) = 1,0000$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 350 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(378,501) = R(350)^1 \times R(28,501)$$

$$R_m(378,501) = 0,9221 \times 1,0000$$

$$R_m(378,501) = 0,9221 \text{ atau } 92,21\%$$

c. SN LSN345

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(568,756) = e^{-\left(\frac{568,756}{600,826}\right)^{8,92883}}$$

$$R(568,756) = 0,5419 \text{ atau } 54,19\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(360)^n$$

$$R(360)^1 = 0,9897$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(208,756) = e^{-\left(\frac{208,756}{600,826}\right)^{8,92883}}$$

$$R(208,756) = 0,9999$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 360 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(568,756) = R(360)^1 \times R(208,756)$$

$$R_m(568,756) = 0,9897 \times 0,9999$$

$$R_m(568,756) = 0,9897 \text{ atau } 98,97\%$$

2. Main Board

a. SN LSN123

$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{t - \mu}{\sigma} \right]$$

$$R(113,6) = 1 - \Phi \left[\frac{113,6 - 113,6}{26,9118} \right]$$

$$R(113,6) = 1 - 0,5000$$

$$R(113,6) = 0,5000 \text{ atau } 50\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(75)^n$$

$$R(75)^1 = 0,9236$$

$$R(t - nT) = 1 - \Phi \left[\frac{(t - nT) - \mu}{\sigma} \right]$$

$$R(38,6) = 1 - \Phi \left[\frac{(38,6) - 113,6}{26,9118} \right]$$

$$R(38,6) = 1 - 0,0027$$

$$R(38,6) = 0,9973$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 75 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(113,6) = R(75)^1 \times R(38,6)$$

$$R_m(113,6) = 0,9236 \times 0,9973$$

$$R_m(113,6) = 0,9211 \text{ atau } 92,11\%$$

b. SN LSN234

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(156,414) = e^{-\left(\frac{156,414}{173,782}\right)^{3,52272}}$$

$$R(156,414) = 0,5016 \text{ atau } 50,16\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(75)^n$$

$$R(75)^2 = 0,9016$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(6,414) = e^{-\left(\frac{6,414}{173,782}\right)^{3,52272}}$$

$$R(6,414) = 1,0000$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 75 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(156,414) = R(75)^2 \times R(6,414)$$

$$R_m(156,414) = 0,9016 \times 1,0000$$

$$R_m(156,414) = 0,9016 \text{ atau } 90,16\%$$

c. SN LSN345

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(172,601) = e^{-\left(\frac{172,601}{194,516}\right)^{2,50859}}$$

$$R(172,601) = 0,4767 \text{ atau } 47,67\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(50)^n$$

$$R(50)^3 = 0,9054$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(22,601) = e^{-\left(\frac{22,601}{194,516}\right)^{2,50859}}$$

$$R(22,601) = 0,9955$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 50 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(172,601) = R(50)^3 \times R(22,601)$$

$$R_m(172,601) = 0,9054 \times 0,9955$$

$$R_m(172,601) = 0,9014 \text{ atau } 90,14\%$$

3. Solenoid Board Assy

a. SN LSN123

$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln\left(\frac{t}{t_{med}}\right)}{S} \right]$$

$$R(146,889)$$

$$= 1 - \Phi \left[\frac{\ln\left(\frac{146,889}{144,967}\right)}{0,162323} \right]$$

$$R(146,889) = 1 - 0,5319$$

$$R(146,889) = 0,4681 \text{ atau } 46,81\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(115)^n$$

$$R(115)^1 = 0,9222$$

$$R(t - nT) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln\left(\frac{t - nT}{t_{med}}\right)}{S} \right]$$

$$R(31,889) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln(31,889/144,967)}{0,162323} \right]$$

$$R(31,889) = 1 - 0,0001$$

$$R(31,889) = 0,9999$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 115 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(146,889) = R(115)^1 \times R(31,889)$$

$$R_m(146,889) = 0,9222 \times 0,9999$$

$$R_m(146,889) = 0,9221 \text{ atau } 92,21\%$$

b. SN LSN234

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(142,267) = e^{-\left(\frac{142,267}{155,915}\right)^{4,49096}}$$

$$R(142,267) = 0,5155 \text{ atau } 51,55\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(90)^n$$

$$R(90)^1 = 0,9187$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(52,267) = e^{-\left(\frac{52,267}{155,915}\right)^{4,49096}}$$

$$R(52,267) = 0,9926$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 90 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(142,267) = R(90)^1 \times R(52,267)$$

$$R_m(142,267) = 0,9187 \times 0,9926$$

$$R_m(142,267) = 0,9120 \text{ atau } 91,20\%$$

c. SN LSN345

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(168,771) = e^{-\left(\frac{168,771}{188,87}\right)^{3,04584}}$$

$$R(168,771) = 0,4918 \text{ atau } 49,18\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(70)^n$$

$$R(70)^2 = 0,9073$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(28,771) = e^{-\left(\frac{28,771}{188,87}\right)^{3,04584}}$$

$$R(28,771) = 0,9968$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 70 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(168,771) = R(70)^2 \times R(28,771)$$

$$R_m(168,771) = 0,9073 \times 0,9968$$

$$R_m(168,771) = 0,9044 \text{ atau } 90,44\%$$

4. Static Transducer Assy

a. SN LSN123

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(160,072) = e^{-\left(\frac{160,072}{178,329}\right)^{3,34442}}$$

$$R(160,072) = 0,4982 \text{ atau } 49,82\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(70)^n$$

$$R(70)^2 = 0,9161$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(20,072) = e^{-\left(\frac{20,072}{178,329}\right)^{3,34442}}$$

$$R(20,072) = 0,9993$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 70 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(160,072) = R(70)^2 \times R(20,072)$$

$$R_m(160,072) = 0,9161 \times 0,9993$$

$$R_m(160,072) = 0,9155 \text{ atau } 91,55\%$$

b. SN LSN234

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(207,485) = e^{-\left(\frac{207,485}{217,997}\right)^{10,1081}}$$

$$R(207,485) = 0,5451 \text{ atau } 54,51\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(170)^n$$

$$R(170)^1 = 0,9222$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(37,485) = e^{-\left(\frac{37,485}{217,997}\right)^{10,1081}}$$

$$R(37,485) = 1,0000$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 170 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(207,485) = R(170)^1 \times R(37,485)$$

$$R_m(207,485) = 0,9222 \times 1,0000$$

$$R_m(207,485) = 0,9222 \text{ atau } 92,22\%$$

c. SN LSN345

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(169,414) = e^{-\left(\frac{169,414}{187,725}\right)^{3,70036}}$$

$$R(169,414) = 0,5046 \text{ atau } 50,46\%$$

Setelah dilakukan asumsi PM:

$$R(T)^n$$

$$R(85)^n$$

$$R(85)^1 = 0,9481$$

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

$$R(84,414) = e^{-\left(\frac{84,414}{187,725}\right)^{3,70036}}$$

$$R(84,414) = 0,9494$$

Adapun peluang keandalan dengan dilakukan tindakan perawatan setiap 85 hari pada MTTF sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(T)^n \times R(t - nT)$$

$$R_m(169,414) = R(85)^1 \times R(84,414)$$

$$R_m(169,414) = 0,9481 \times 0,9494$$

$R_m(169,414) = 0,9001$ atau 90,01%

Berikut ini adalah *summary* dari hasil setiap komponen kritis pada *Tool ADTS* untuk

masing-masing *serial number* beserta grafik perbedaan *Reliability* sebelum dan sesudah melakukan PM:



(Sumber: Pengolahan Penelitian)

Gambar 6. Grafik Perbandingan *Reliability*

M. Rancangan dan Jadwal Maintenance

Berdasarkan hasil pendekatan RCM, perhitungan *reliability* yang dilakukan pada komponen kritis yaitu *Pressure/Vacuum Pump*, *Main Board*, *Solenoid Board Assy*, dan

Static Transducer Assy, serta referensi *users manual* dari *Tool ADTS*, maka dapat dilakukan pembuatan rancangan perawatan yaitu *Preventive Maintenance (PM)* untuk diterapkan pada *Tool ADTS*.

Tabel 13. *Interval Schedule Maintenance Tool ADTS*

No	Description of Tools	Part Number	Komponen	Interval	Type of Maintenance
1	Air Data Test Set	MODEL 6300	Pressure/Vacuum Pump	310 Days	Preventive Maintenance
2			Main Board	50 Days	Preventive Maintenance
3			Solenoid Board Assy	70 Days	Preventive Maintenance
4			Static Transducer Assy	70 Days	Preventive Maintenance

(Sumber: Pengolahan Penelitian)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian *Tool Air Data Test Set (ADTS)* memiliki nilai keandalan yang masih belum cukup baik setelah dilakukan analisis dengan RCM dan perhitungan keandalan dengan komponen kritis yang berpengaruh pada keandalan yaitu *Main Board*, *Solenoid Board Assy*, *Pressure/Vacuum Pump*,

dan *Static Transducer Assy*. Masing-masing komponen kritis memiliki nilai keandalan dibawah 90% sebelum adanya *preventive maintenance*. Dengan penerapan *preventive maintenance* dapat meningkatkan keandalan dari komponen kritis hingga mencapai nilai minimum 90%.

Rancangan dan interval jadwal perawatan berdasarkan pendekatan hasil RCM dan perhitungan keandalan untuk *Tool Air Data*

Test Set (ADTS) adalah setiap 310 hari pada komponen *Pressure/Vacuum Pump* dengan kegiatan perawatan yaitu kalibrasi. Komponen *Main Board* dan *Static Transducer Assy* setiap 50 hari, serta *Solenoid Board Assy* setiap 70 hari dengan kegiatan perawatan yang sama yaitu melakukan pemeriksaan secara visual dan detail pada area komponen, memastikan area komponen tidak terdapat *damage*, bersih dari kotoran, debu, atau partikel lainnya, membersihkan area komponen dengan baik dan benar, serta tambahan untuk komponen *Static Transducer Assy* yaitu melakukan *self test function*. Dari instruksi perawatan tersebut telah dibuatkan *task card* sebagai *checklist* dan panduan melakukan tindak perawatan.

B. SARAN

Secara umum penelitian ini dapat dijadikan referensi sebagai *basic initial* dalam tindakan perawatan untuk *Tool Air Data Test Set* (ADTS). Agar lebih *detail* dalam penerapannya, diharapkan melakukan *record* kegagalan dengan *detail* untuk bahan evaluasi agar analisis keandalan dan rancang perawatan lebih akurat. Dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan melakukan analisis tidak hanya berdasarkan indeks keandalan saja, namun faktor-faktor lain seperti biaya, kinerja *users* dalam pemakaian, frekuensi pemakaian dalam jam, dan hal-hal terkait penyimpanan dapat disertakan sehingga didapatkan keandalan dan rancang perawatan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ebeling, C., E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. *McGraw-Hill*, Singapore.
- Heri Iswanto, A. (2008). *Manajemen Pemeliharaan Mesin-Mesin Produksi*. USU e-Repository.
- IAEA. (2008). Application of Reliability Centred Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants. *International Atomic Energy Agency*, Austria.
- Kristanto, G. (2010). Maintain The Precision of Tools. *PENITY: GMF Aero Asia*.
- LAVERSAB. (2016). MODEL 6300 Rev.H User's Manual. Texas: *Laversab, Inc. Doc. No. 125-9106A*.
- Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance 2nd edition. New York: *Industrial Press Inc.*
- Mufarikhah, N. (2016). *Studi Implementasi RCM Untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT. Dok dan Perkapalan Surabaya)*. Program Studi Sarjana Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Nurdewanti, R. (2022). Implementasi Metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Dengan Konsep PDCA Untuk Mengurangi Defect Produk Cokelat White Compound di PT. XYZ. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual*, Volume 7 Nomer 2.
- O'Connor, P., D., T., & Kleyner, A. (2012). Practical Reliability Engineering (Fifth Edition). UK: *John Wiley & Sons, Ltd.*
- Smith, A. (1992). Reliability Centered Maintenance. *McGraw-Hill*, Singapore.
- Smith, A., & Hinchcliffe, G., R. (2004). RCM Gateway to World Class Maintenance. USA: *Elsevier, Inc.*
- Soesatijono, & Darsin, M. (2021). Literature Studies on Maintenance Management. *JEMME*, Vol.6 No.1.
- Sunaryo, Japri, Yuhelson, & Hakim, L. (2021). Implementasi RCM pada Mesin Diesel Deutz 20 kVA. *TURBO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, Vol.10 No.1.
- Utama, F., Y. (2012). *Pemodelan dan Simulasi Reliability Komponen Pesawat Terbang Tipe Boeing 737-300/-400 di PT. Merpati Nusantara Airlines*. Program Studi Magister Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.