



PEMODELAN DAN SIMULASI KEANDALAN KOMPONEN PESAWAT TERBANG TIPE BOEING 737 SERIES-300/-400 DI PT. MNA MENGGUNAKAN RAPTOR

Firman Yasa Utama¹⁾, Nur Yuniarto²⁾, Sudijono Kromodihardjo³⁾

Program Studi Magister, Bidang Keahlian Sistem Manufaktur

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Telp : 085733175758 / 031 70375758

Email: firman_yu@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sebagai salah satu perusahaan penerbangan komersil di Indonesia PT. MNA memiliki pesawat terbang Boeing 737-300/-400 sebanyak 9 (sembilan) unit armada. Sejak tahun 2008 perusahaan melakukan *Engineering Analysis* tentang perbaikan dan penggantian komponen yang dinamakan *Component Top Ten Removal Rate* dengan 3 (tiga) kriteria yaitu, *down*, *upper* dan *level*. Selama 2 tahun terakhir sejak 2010 hasil analisa lebih banyak pada kriteria *upper* dari target yang diharapkan minimal *level* dan sangat diharapkan *down*. Sehingga perusahaan terus melakukan upaya untuk mencari beberapa cara lain dalam melakukan analisa.

Dalam makalah ini dilakukan pemodelan *Reliability* komponen pesawat terbang berdasarkan data *Daily Replaced Component Record (DRCR)* selama 5 tahun sejak 2005-2010. Pengolahan data menggunakan bantuan software *Weibull++ V.6* untuk mendapatkan nilai *Time Between Failure (TBF)*, *Time To Repair (TTR)* dan pendugaan model distribusinya. Simulasi dengan simulator *Raptor V.7*. Analisa data menggunakan metode *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)* terhadap 10 (*Top Ten*) komponen yang paling sering terjadi *failure* dan telah dilakukan *repair*. Tujuannya sebagai pembandingan analisa dan mendukung program perawatan yang sudah dilakukan oleh perusahaan.

Hasilnya menunjukkan nilai *Availability* dan *Risk Priority Number (RPN)* dari 9 armada secara berturut-turut, yaitu *PK-MBP*: 57 % & 550; *PK-MDF*: 96 % & 546; *PK-MDG*: 88.9 % & 770; *PK-MDH*: 96 % & 308; *PK-MDJ*: 97 % & 260; *PK-MDK*: 89 % & 338; *PK-MDO*: 95 % & 686; *PK-MDQ*: 95 % & 718; dan *PK-MDZ*: 81 % & 310.

Kata kunci: *TBF*, *TTR*, *FMEA*

1. Pendahuluan

Perawatan seringkali dihubungkan sebagai akar dari suatu keandalan (*reliability*). Keandalan merupakan peluang suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut kondisi operasi tertentu dan periode waktu tertentu. Keandalan dapat dijaga dan masa pakai mesin dapat diperpanjang dengan melakukan penjadwalan perawatan mesin dengan baik dan teratur.

PT. MNA adalah salah satu maskapai penerbangan komersil di Indonesia yang mengoperasikan berbagai jenis dan tipe pesawat terbang. Diantara berbagai jenis dan tipe yang dimiliki adalah Boeing 737-300/-400 dengan tahun manufaktur antara tahun 1987-1990.

Pada program perawatan pesawat terbang di PT. MNA sendiri diperoleh dari petunjuk manufaktur produsen dalam *Operations Manual* yang dituangkan dalam *Continuous Airworthiness Maintenance Program (CAMP)*. Lalu disesuaikan dengan kondisi, iklim dan letak geografis negara Indonesia sehingga disusun lebih detail lagi dalam *Maintenance Planning Data (MPD)*.

Sejak tahun 2008 PT. MNA telah melakukan *Engineering Analysis* dan data yang diolah diperoleh dari *Daily Replaced Component Record (DRCR)*. Lalu

dilaporkan setiap triwulan dalam Analisa *Engineering Reliability Report* tentang perbaikan dan penggantian komponen. Hasilnya berupa *Component Top Ten Removal Rate* yang berisi 10 (sepuluh) komponen dengan nilai *Rate of Removal* tertinggi dan 3 (tiga) kriteria tren yaitu :

- *Down* : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung menurun dari 3 bulan sebelumnya.
- *Upper* : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung naik dari 3 bulan sebelumnya.
- *Level* : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung tetap.

Sampai saat ini pihak perusahaan terus melakukan terobosan untuk mencari beberapa cara lain dalam melakukan *Engineering Analysis*. Hal ini dikarenakan laporan *Component Top Ten Removal Rate* masih lebih sering menunjukkan kondisi *upper* dari target yang diharapkan minimal *level* dan sangat diharapkan *down*.

Pada dasarnya perawatan pesawat terbang harus dilaksanakan tanpa membutuhkan waktu yang membuat pesawat tidak beroperasi. Bagaimana mengoptimalkan perawatan pesawat dengan tanpa menyebabkan pesawat *delay* dan tetap memenuhi prosedur keselamatan penerbangan sipil. Sedangkan tujuan dan target yang

diharapkan, salah satunya adalah bagaimana meningkatkan MTBF dan menurunkan MTTR atau MDT sehingga *availability* juga meningkat.

Salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi masalah diatas, khususnya perawatan dan *reliability* adalah menggunakan pendekatan pemodelan dan simulasi. Pemodelan sistem sendiri memiliki beberapa tujuan, yaitu (1) untuk menjelaskan sekumpulan fakta karena belum ada teori, (2) untuk mencari konfirmasi bila telah ada teori, (3) alat pengambilan keputusan, (4) proses belajar, dan (5) alat komunikasi. Sedangkan tujuan melakukan simulasi adalah (1) alat evaluasi, bukan alat pemecah masalah, (2) Memperlihatkan bagaimana sistem bekerja, bukan menentukan bagaimana seharusnya dirancang, (3) Perpanjangan pikiran yang memungkinkan seseorang mengetahui dinamika yang kompleks dari sebuah sistem, bukan pengganti pikiran (Kappiantari, 2009).

Pendekatan selanjutnya menggunakan pendekatan metode analisa *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). Dengan FMEA kondisi sistem akan dapat diketahui, sehingga informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai indikator dan bahan pertimbangan untuk menentukan kebijaksanaan yang akan diambil dalam program *maintenance*.

Dari uraian latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji data *Engineering Reliability Report* atau *Engineering Analysis* tentang perbaikan dan penggantian komponen sebagai pembandingan dengan hasil pemodelan dan simulasi dalam penelitian ini. Salah satu hasilnya juga akan memperoleh nilai *Availability* dari masing-masing armada yang ada. Sedangkan manfaatnya antara lain sebagai bahan perbandingan untuk memperdalam wawasan tentang metode *maintenance* dan diharapkan dapat mengetahui penyebab turunnya *Availability* sistem sehingga *Reliability* juga meningkat.

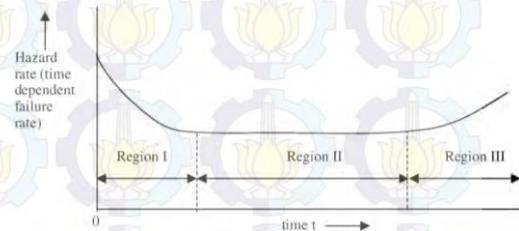
Teori Keandalan

Keandalan suatu produk/peralatan atau mesin dapat dijabarkan sebagai nilai probabilitas komponen-komponen yang menyusun produk tersebut dapat berjalan sebagaimana mestinya dalam jangka waktu tertentu.

Terdapat 2 faktor yang menentukan keandalan suatu mesin, yaitu : fungsi mesin, keadaan tertentu (batasan mesin), dan masa pakai mesin tersebut. Fungsi mesin adalah faktor utama yang menentukan keandalan suatu mesin dan dapat dikatakan andal apabila mesin tersebut bisa melakukan kerja sesuai fungsi mesin itu sendiri.

Dalam jangka waktu pemakaiannya, suatu *equipment* atau sistem akan mengalami kerusakan baik ringan maupun berat. Kerusakan itu mengakibatkan menurunnya kinerja dan bukan merupakan fungsi yang tetap sehingga dapat berubah-ubah terhadap waktu. Keandalan (*reliability*) suatu *equipment* berhubungan dengan laju kegagalan tiap waktunya seperti pada

gambar 1 dengan 3 (tiga) fase yang menggambarkan kondisi berbeda.



Gambar 1. *Bathtub Curve*

(Sumber : *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, Dhillon, 2006, hal : 24)

Keandalan berkaitan dengan sebab-sebab, distribusi kegagalan dan prediksi kegagalan. Kegagalan didefinisikan sebagai berakhirnya kemampuan suatu komponen atau sistem untuk melakukan fungsinya. Parameter tingkat kegagalan diindikasikan dengan simbol $\lambda(t)$. Metode lain untuk menjelaskan terjadinya kegagalan adalah dengan menyatakan Waktu Rata-rata Antar Kegagalan (MTBF = *Mean Time Between Failure*) dan Waktu Rata-rata untuk Gagal (MTTF = *Mean Time To Fail*).

$$MTBF = \frac{\text{Total Uptime}}{\text{Number of failures}}$$

Formula MTBF sama dengan MTTF, namun beda pemakaiannya. MTTF untuk item yang tidak di-repair (seperti bearing dan transistor), sedang MTBF untuk item yang di-repair (Smith, 2005).

Suatu *equipment* dalam kondisi sedang diperbaiki/mengalami penggantian dengan tujuan agar bisa operasional kembali dapat dinyatakan dengan istilah MTTR dan MDT. Dimana MTTR merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan. Sedangkan MDT merupakan waktu rata-rata suatu *equipment* atau sistem-sistem sampai seberapa lama mengalami *breakdown* akibat kegagalan yang terjadi dan berapa lama dilakukan perbaikan untuk bisa operasional kembali. Formulasi umum secara sederhana dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$MTTR = \frac{\text{Jumlah total waktu perbaikan}}{\text{Jumlah perbaikan}}$$

dan,

$$MDT = \frac{\text{Jumlah total lamanya Downtime}}{\text{Jumlah Downtime yang terjadi}}$$

Laju kegagalan/*failure rate* (λ) adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama waktu tertentu dengan total waktu operasi komponen, sub-sistem, atau sistem. Laju kegagalan dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Laju kegagalan } (\lambda) = \frac{\text{Jumlah kerusakan}}{\text{Total jam operasi}}$$

Availability adalah indikator yang menunjukkan keandalan *equipment* dari suatu sistem. *Availability* mengacu pada indikator lama waktu mesin *downtime* dan lama waktu untuk *setup* dan *adjustment*. Sehingga waktu yang digunakan untuk pemeliharaan harus dibatasi sesedikit mungkin. Ini menunjukkan bahwa *Availability* merupakan kemampuan unjuk kerja peralatan secara optimal tanpa terjadinya gangguan apapun yang akan mengakibatkan terganggunya proses kerja. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \left[\frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Waktu Operasi} + \text{Down Time}} \right] \times 100\%$$

2. Metodologi

Pengumpulan data lapangan ke PT. MNA diawali dengan melakukan *survey* dan konsultasi ke beberapa divisi yang menangani masalah perawatan pesawat antara lain *Production Planning & Control* (PPC), *Maintenance Control Centre* (MCC), dan divisi *Engineering Development & Reliability* (ER). Setelah tahap pengumpulan data dan mendapatkan salinan dokumen *Engineering Analysis report* berupa *Component Top Ten Removal Rate* selama 5 tahun (2005-2010), dilanjutkan proses *screening* awal dan khusus untuk armada Boeing 737/-300 dan -400. Dari proses awal ini, diperoleh 10 (sepuluh) komponen yang sering mengalami *fail*. Masing-masing komponen ini telah mempunyai program perawatan tersendiri dan berdasarkan informasi dalam *Component Maintenance Program* oleh divisi *Maintenance & Engineering*, *Maintenance Program* dari ke-sepuluh komponen tersebut pada tabel 1.

Tabel 1. *Top Ten Component Maintenance Program*

No.	ATA	Nomenclature	No.of Compt.	Maintenance Program
1	32	Nose Wheel	2	HT (Hard Time)
2	35	Oxygen Bottle	2	HT (Hard Time)
3	32	Main Wheel	4	HT (Hard Time)
4	32	Brake Unit	4	HT (Hard Time)
5	23	VHF Nav. Receiver	2	OC (On Condition)
6	34	IRU (Inertial Reference Unit)	1	CM (Condition Monitoring)
7	49	APU (Auxiliary Power Unit)	1	CM (Condition Monitoring)
8	21	Cabin Pressure Controller	1	CM (Condition Monitoring)
9	23	Cockpit Recorder Voice	1	CM (Condition Monitoring)
10	22	ATC Transponder	2	OC (On Condition)

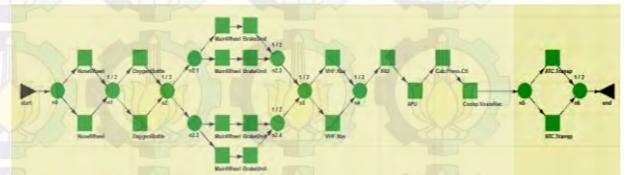
Komponen yang termasuk dalam kategori *Top Ten* akan dianalisa menggunakan pendekatan metode FMEA. Untuk menuju tahapan FMEA, harus terlebih dahulu melakukan klasifikasi, komponen apa saja yang memiliki resiko *Low*, *Medium* dan *High* menggunakan tabelisasi DMG (*Decision Making Grade*). Dasar klasifikasi tersebut diperoleh dari frekuensi *fail* komponen (1/MTBF) dan MTTR (tabel 2). Dalam DMG, komponen yang memiliki kriteria *Medium* dan *High* ditarik ke dalam analisa FMEA sampai mendapatkan nilai total RPN tiap komponen.

Tabel 2. *Range* klasifikasi dalam DMG

Grade	Freq = 1/MTBF	MTTR
<i>Low</i>	0-0,001	0-0,5
<i>Medium</i>	0,001-0,01	0,5-2,5
<i>High</i>	0,01-1	2,5-5

Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi didasarkan pada jumlah, hubungan dan susunan dari masing-masing komponen sampai menjadi suatu sistem. Adapun bentuk pemodelan sistem menggunakan software Raptor adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Pemodelan Sistem menggunakan software Raptor

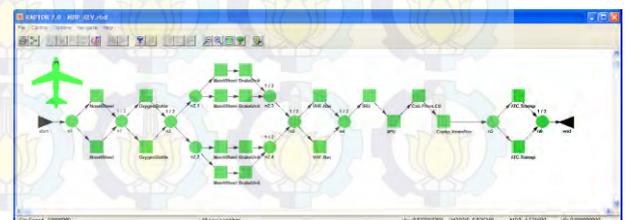
Hasil Running sebagai nilai *Availability*

Availability didefinisikan sebagai probabilitas untuk dapat menemukan suatu sistem (dengan berbagai kombinasi aspek-aspek keandalannya, kemampuan perawatan dan dukungan perawatan) untuk melakukan fungsi yang diperlukan pada suatu periode waktu tertentu (Priyanta, 2000).

Hasil output dari simulasi dan pemodelan sistem tiap-tiap armada berisi *Availability* output (Ao), *Mean Time Between Down Event* (MTBDE) dan *Mean Down Time* (MDT) adalah sebagai berikut :

1. Kode PK-MBP

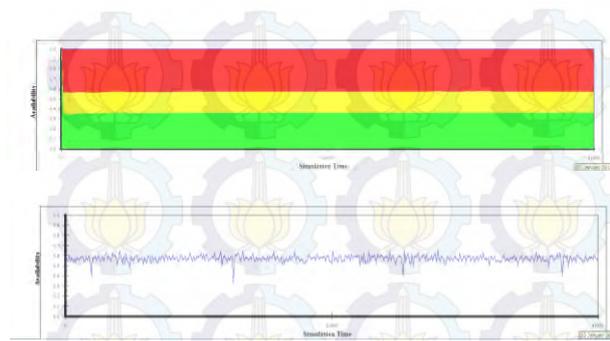
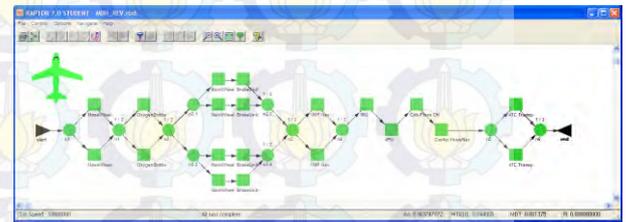
HASIL RUNNING | Ao:0.572 ; MTBDE:5.526 ; MDT:4.131





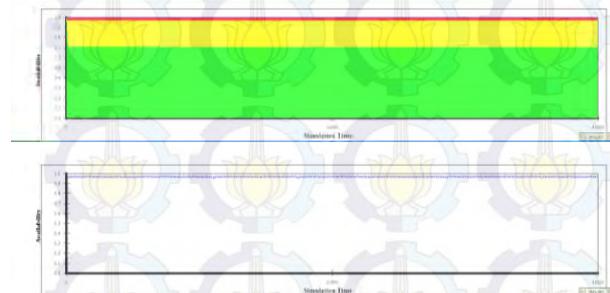
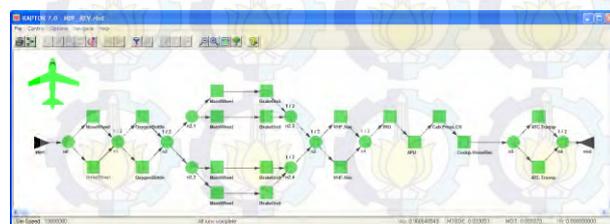
4. Kode PK-MDH

HASIL RUNNING | $A_o:0.969$; $MTBDE:0.044$; $MDT:0.001$



Gambar 3. Output running simulasi Kode PK-MBP

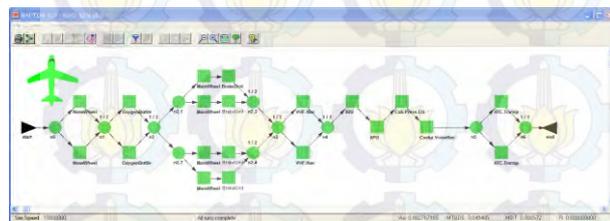
HASIL RUNNING) | $A_o:0.968$; $MTBDE:0.033$; $MDT:0.001$



Gambar 4. Output running simulasi Kode PK-MDF

3. Kode PK-MDG

HASIL RUNNING | $A_o:0.882$; $MTBDE:0.049$; $MDT:0.006$

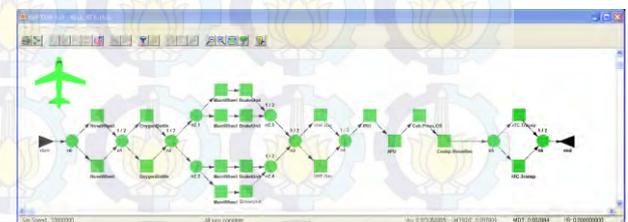


Gambar 5. Output running simulasi Kode PK-MDG

Gambar 5. Output running simulasi Kode PK-MDH

5. Kode PK-MDJ

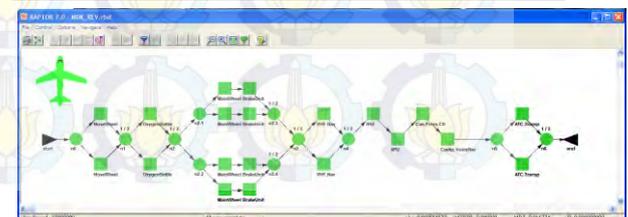
HASIL RUNNING\ | $A_o:0.971$; $MTBDE:0.097$; $MDT:0.002$

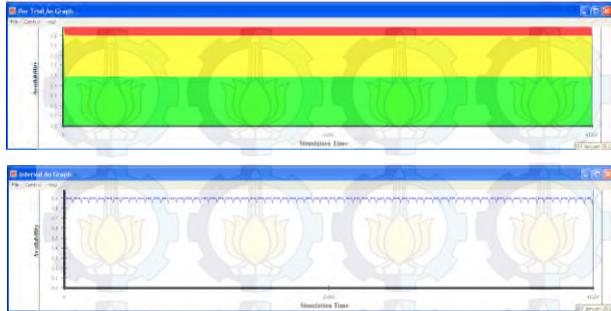


Gambar 6. Output running simulasi Kode PK-MDJ

6. Kode PK-MDK

HASIL RUNNING | $A_o:0.895$; $MTBDE:0.098$; $MDT:0.001$

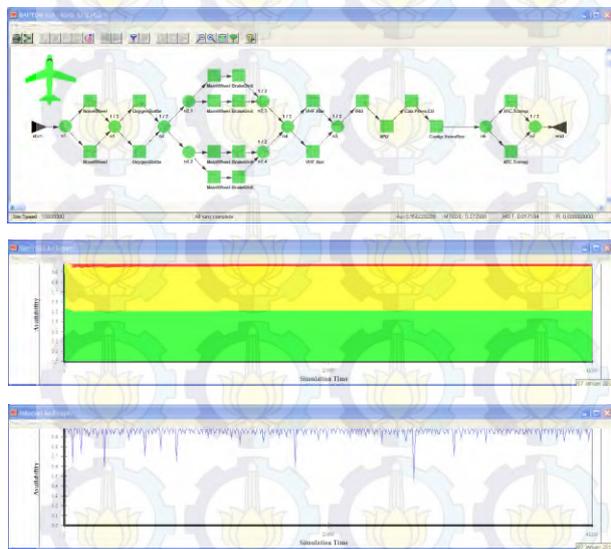




Gambar 7. Output running simulasi Kode PK-MDK

7. Kode PK-MDO

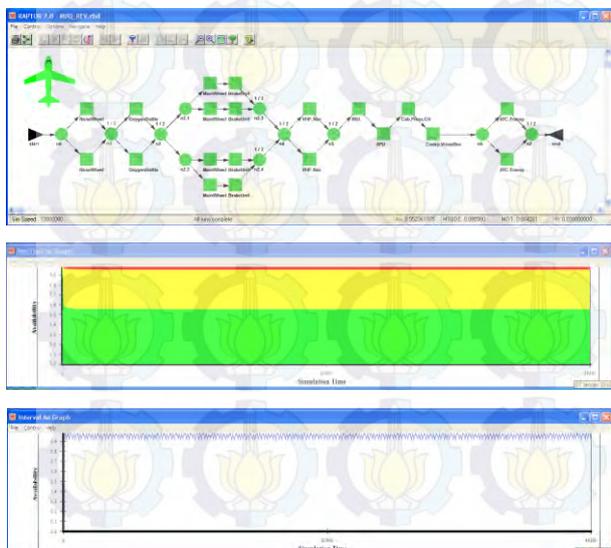
HASIL RUNNING Ao:0.956 ; MTBDE:0.0373 ; MDT:0.001



Gambar 8. Output running simulasi Kode PK-MDO

8. Kode PK-MDQ

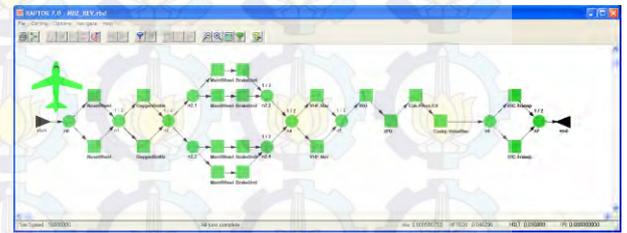
HASIL RUNNING Ao:0.952 ; MTBDE:0.0855 ; MDT:0.004



Gambar 9. Output running simulasi Kode PK-MDQ

9. Kode PK-MDZ

HASIL RUNNING Ao:0.809 ; MTBDE:0.046 ; MDT:0.010



Gambar 10. Output running simulasi Kode PK-MDZ

Dari hasil output simulasi dan pemodelan sistem dari armada yang ada, menunjukkan nilai Ao, MTBDE atau MTBF dan MDT di Tabel 3.

Tabel 3. Ranking hasil output

No.	Kode	Ao	MTBDE	MDT	Ranking
1.	PK-MBP	57 %	5.5	4.1	9
2.	PK-MDF	96 %	0.03	0.001	3
3.	PK-MDG	88.9 %	0.049	0.006	7
4.	PK-MDH	96 %	0.044	0.001	2
5.	PK-MDJ	97 %	0.097	0.002	1
6.	PK-MDK	89 %	0.098	0.001	6
7.	PK-MDO	95 %	0.037	0.001	5
8.	PK-MDQ	95 %	0.085	0.004	4
9.	PK-MDZ	81 %	0.046	0.01	8

Jika melihat output secara grafis hasil simulasi diatas, pada tabel *per trial Ao graph* mengindikasikan dengan 3 (tiga) simbol warna, hijau, kuning dan merah.

- ✓ Warna hijau → mengindikasikan bahwa semua *equipment* dalam sistem berfungsi dengan sangat baik.
- ✓ Warna kuning → menunjukkan bahwa salah satu atau beberapa *equipment* yang tersusun paralel mengalami kerusakan atau sering diperbaiki.
- ✓ Warna merah → mengindikasikan bahwa *equipment* yang tersusun paralel maupun seri yang benar-benar mengalami kerusakan yang parah



Indikasi warna tersebut berbeda untuk tiap armada, meskipun nilai A_o tinggi tapi kondisi *equipment* tidak berarti lebih dominan warna hijau.

Tabel DMG (Decision Making Grade)

Pembuatan tabel DMG berisi klasifikasi resiko tiap *equipment* di masing-masing armada. Frekuensi kerusakan (1/MTBF) pada kolom atas mendatar dan MTTR pada kolom vertical. Tujuannya untuk mem-breakdown lebih detail terhadap pendekatan analisa dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

Gambar 11. Tabelisasi DMG

PK	EQ.	RISK LEVEL
PK-MBP	1 NW	M
	2 APU	H
	3 IRU	M
	4 CPC	M
	5 OB	M
PK-MDF	1 NW	M
	2 MW	M
	3 OB	M
	4	
	5	
PK-MDG	1 NW	M
	2 MW	M
	3 CPC	M
	4 ATC T	H
	5 CVR	M
PK-MDH	1 NW	M
	2 CVR	M
	3	
	4	
	5	
PK-MDJ	1 NW	M
	2 APU	H
	3 CVR	H
	4	
	5	
PK-MDK	1 NW	M
	2 APU	H
	3 ATC T	M
	4 OB	M
	5	
PK-MDO	1 NW	M
	2 MW	M
	3 APU	H
	4 CPC	M
	5 CVR	M
PK-MDQ	1 NW	M
	2 MW	M
	3 APU	H
	4 CPC	M
	5 IRU	M
PK-MDZ	1 NW	M
	2 APU	H
	3 IRU	M
	4	
	5	

Gambar 12. Daftar komponen dengan keterangan tingkat resiko berdasarkan tabelisasi DMG

Dari tabelisasi DMG dapat diketahui urutan armada maupun komponen yang terbanyak dan memiliki klasifikasi resiko. (Tabel 4).

Tabel 4. Urutan armada dan komponen dengan klasifikasi resiko

No.	Name Komponen	Klasifikasi resiko										Jml resiko	Rank
		PK-MBP	PK-MDF	PK-MDG	PK-MDH	PK-MDJ	PK-MDK	PK-MDO	PK-MDQ	PK-MDZ			
1	Wase Wheel	M	M	M	M	M	M	M	M	M		9	1
2	Oxygen Bottle	M	M									3	5
3	Main Wheel	M	M	M								4	3
4	Brake Unit												
5	WHE Nav. Receiver												
6	IRU (Inertial Reference Unit)	M								M	M	3	7
7	APU (Auxiliary Power Unit)											6	2
8	Cabin Pressure Controller	M		M							M	3	6
9	Cockpit Voice Recorder	M	M	M						M		4	4
10	ATC Transponder											2	8
Jml fail di tiap armada		5	3	5	2	3	4	4	5	3			

Metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

Dalam penyusunan tabelisasi FMEA, terdapat 3 variabel utama yang harus kita ketahui. Ketiga variabel tersebut berisi poin yang menggambarkan kondisi dari yang berdampak paling ringan sampai berdampak berat yaitu :

1. *Severity*, yakni rating yang mengacu pada besarnya dampak serius dari suatu *potential failure mode*.
2. *Occurrence*, yakni rating yang mengacu pada berapa banyak frekuensi *potential failure* terjadi
3. *Detection*, yakni mengacu pada kemungkinan metode deteksi yang sekarang dapat mendeteksi *potential failure mode* sebelum produk tersebut dirilis untuk produksi, desain, hingga proses sebelumnya.

Disamping 3 (tiga) variabel diatas untuk pengisian tabel FMEA diperlukan 4 (empat) informasi lagi, yaitu :

1. *Potential Failure Mode* : Modus kegagalan potensial didefinisikan sebagai proses yang potensial akan menimbulkan kegagalan pada proses produksi.
2. *Potential Effect of Failure* : Adalah efek yang ditimbulkan oleh adanya modus kegagalan potensial pada konsumen.
3. *Potential Cause/Mechanism of failure* : Adalah bagaimana sebuah kegagalan dapat terjadi, dan menjelaskan sesuatu yang dapat mnegkoreksi atau mengontrol.
4. *Current Process Control* : Suatu penjelasan yang menerangkan sebuah kontrol yang dapat mendeteksi modus kegagalan yang akan terjadi

Sumber informasi tentang *failure mode* tiap *equipment* untuk memenuhi ke-empat variabel diatas bisa diperoleh antara lain :

- 1) *History* pembuatan *equipment*
- 2) *Data base* dari kondisi dan program *maintenance*
- 3) Nara sumber di lapangan

Metode FMEA juga mengenal apa yang disebut dengan *Risk Priority Number* (RPN), yakni angka yang menggambarkan area mana yang perlu jadi prioritas perhatian kita. RPN diukur berdasarkan pertimbangan rating dari ketiga faktor diatas, yakni *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

$$RPN = \text{Rating Severity} \times \text{Rating Occurrence} \times \text{Rating Detection}$$

Tindakan koreksi harus dilakukan apabila dalam analisa FMEA dijumpai 3 (tiga) hal, yaitu :

1. *Severity* menunjukkan angka 9 atau 10, karena dampaknya sangat serius, dan berpotensi menghasilkan kerugian yang sangat besar.
2. *Severity rating* x *Occurrence rating* menghasilkan angka yang tinggi.
3. Tidak ada aturan khusus, lakukan *judgement* sendiri berdasarkan analisa RPN.

Sedangkan tabelisasi FMEA untuk komponen yang terindikasi resiko *fail* pada masing-masing armada adalah sebagai berikut:



• FMEA pada Kode PK-MBP

Gambar 13. Tabel FMEA pada Kode PK-MBP dengan total RPN = 550

• FMEA pada Kode PK-MDF

Gambar 14. Tabel FMEA pada Kode PK-MDF dengan total RPN = 546

• FMEA pada Kode PK-MDG

Gambar 15. Tabel FMEA pada Kode PK-MDG dengan total RPN = 770

• FMEA pada Kode PK-MDH

Gambar 16. Tabel FMEA pada Kode PK-MDH dengan total RPN = 308

• FMEA pada Kode PK-MDJ

Gambar 17. Tabel FMEA pada Kode PK-MDJ dengan total RPN = 260

• FMEA pada Kode PK-MDK

Gambar 18. Tabel FMEA pada Kode PK-MDK dengan total RPN = 338



• FMEA pada Kode PK-MDO

Gambar 19. Tabel FMEA pada Kode PK-MDO dengan total RPN = 686

• FMEA pada Kode PK-MDQ

Gambar 20. Tabel FMEA pada Kode PK-MDQ dengan total RPN = 718

• FMEA pada Kode PK-MDZ

Gambar 21. Tabel FMEA pada Kode PK-MDZ dengan total RPN = 310

Kesimpulan

1. Hasil simulasi menunjukkan nilai *Availability* dan *Risk Priority Number* (RPN) kelompok dari 9 armada secara berturut-turut, yaitu PK-MBP: 57 % & 550; PK-MDF: 96 % & 546; PK-MDG: 88.9 % & 770; PK-MDH: 96 % & 308; PK-MDJ: 97 % & 260; PK-MDK: 89 % & 338; PK-MDO: 95 % & 686; PK-MDQ: 95 % & 718; dan PK-MDZ: 81 % & 310.
2. PK-MDF adalah armada yang mendapat prioritas pertama untuk pengecekan kondisi komponen.

Saran

1. Nilai total nilai RPN kelompok adalah perhitungan dari beberapa *equipment* di tiap armada yang masuk dalam klasifikasi *medium* dan *high* berdasarkan analisa DMG. Sehingga perlu dilakukan ranking untuk nilai RPN individual yang diwakili oleh 10 (sepuluh) komponen tersebut.
2. Perlu dilakukan analisa dengan metode lain yang bisa membantu menunjukkan kondisi komponen mana yang perlu penanganan perawatan lebih spesifik dan bisa menunjukkan indikasi penyebab kerusakan misalnya metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) atau metode yang lain. Tujuannya untuk mengetahui langkah penanganan dan antisipasi yang lebih spesifik dengan harapan keandalan dan *availability* selalu meningkat.

Daftar Pustaka.

1. Bentley, John .P, (1999), *Introduction to Reliability and Quality Engineering*, 2nd edition, Addison-Wesley, England.
2. Hurst, S. Kenneth, (1999), *Engineering Design Principles*, 1st edition, Elsevier Ltd. The Boulevard, Langford Lane Kidlington, OX5 16 B, England.
3. Potential Failure Mode & Effect Analysis (FMEA), 2nd Edition, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 1995
4. Raptor Tutorial Workbook, Third Edition, Version 7.0, ARINC Engineering Services, LLC, USA, 2007