



**IMPLEMENTASI *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DENGAN LOGIKA *FUZZY* DALAM MENGELIMINASI
PERAWATAN DI LUAR HANGGAR PADA
PESAWAT *NARROW BODY***

TESIS

**OLEH
SINGGIH JUNIAWAN
55322110005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2024**



**IMPLEMENTASI *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DENGAN LOGIKA *FUZZY* DALAM MENGELIMINASI
PERAWATAN DILUAR HANGGAR PADA
PESAWAT *NARROW BODY***

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Industri**

**OLEH
SINGGIH JUNIAWAN
55322110005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2024**

PENGESAHAN TESIS

Judul : **Implementasi *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan Logika *Fuzzy* dalam Mengeliminasi Perawatan diluar Hanggar pada Pesawat *Narrow Body*.**

Nama : Singgih Juniawan
NIM : 55322110005
Program Studi : Magister Teknik Industri
Konsentrasi : Rekayasa Produktifitas & Kualitas
Tanggal : 03 Februari 2024

Mengesahkan
Pembimbing



(Dr. Choesnul Jaqin, M.Sc)

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)



(Dr. Sawarni Hasibuan, M.T, IPU.)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : **Implementasi *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dengan Logika *Fuzzy* dalam Mengeliminasi Perawatan diluar Hanggar pada Pesawat *Narrow Body*.**

Nama : Singgih Juniawan

NIM : 55322110005

Program Studi : Magister Teknik Industri

Tanggal : 03 Februari 2024

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 03 Februari 2024



A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by several vertical strokes.

(Singgih Juniawan)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Singgih Juniawan
NPM : 55322110005
Program Studi/ Jurusan : Magister Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya Ilmiah : **Tesis**

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada **Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Nonesksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya baik dalam bentuk **Teks lengkap** maupun **ringkasan** yang berjudul :

“Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan Logika Fuzzy dalam Mengeliminasi Perawatan diluar Hanggar pada Pesawat Narrow Body” beserta perangkat yang ada (*jika diperlukan*). Dengan Hak Bebas Royalti/ Nonesklusif ini **Universitas Mercu Buana** berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 03 Februari 2024



(Singgih Juniawan)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Singgih Juniawan
NIM : 55322110005
Program Studi : MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK

dengan judul

“Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan Logika Fuzzy dalam Mengeliminasi Perawatan diluar Hanggar pada Pesawat Narrow Body”, telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 03/02/2024, didapat nilai persentase sebesar 9%.

Jakarta, 03 Februari 2024

Administrator Turnitin



Miyono, S. Kom

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Pejaten dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan iliah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Dekan Fakultas Teknik UMB.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Tesis yang berjudul *“Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan Logika Fuzzy dalam Mengeliminasi Perawatan diluar Hanggar pada Pesawat Narrow Body”*. Tesis ini akan diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana.


Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian Laporan Penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Choesnul Jaqin, M.Sc selaku Pembimbing, Senior dan Mentor yang telah memberikan koreksi, bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan Tesis dan diluar Tesis ini serta semua pihak yang telah memberikan kepercayaan, dukungan dan bantuannya secara langsung atau tidak langsung diantaranya kepada :

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan dan fasilitas pada Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Sawarni Hasibuan, M.T selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan dan membagi ilmu yang bermanfaat tidak hanya dalam menyelesaikan penelitian ini namun juga dalam diskusi waktu perkuliahan.
4. Dr. Ir. Herry Agung Prabowo, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Sidang Penguji yang telah memberikan koreksi, bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan Tesis ini.
5. Dr. Lien Herliani Kusumah, M.T selaku Dosen yang begitu terang dalam membagi ilmunya untuk menulis suatu karya ilmiah dan mengajarkan bagaimana menyikapi suatu fenomena baik dalam dunia pendidikan maupun pekerjaan.

6. Jacky Chin, Ph. D selaku Dosen Penguji yang memberikan masukan yang menyempurnakan Tesis ini serta memberi banyak ilmu pada saat kegiatan perkuliahan.
7. Dr. Humiras Hardi Purba, M.T selaku Dosen Tesis yang selalu mengayomi, menyemangati dan memberi alternatif terhadap setiap tantangan yang dihadapi dalam melaksanakan dimanika perkuliahan dan penulisan karya ilmiah yang baik.
8. Para Guru Besar dan Dosen Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya melalui kelas perkuliahan.
9. Kedua orang tua yang sangat berjasa dan banggaakan Bapak Sukardi (*Almarhum*) dan Ibu Dwi Sripurwati yang senantiasa memberikan dukungan do'a, perhatian dan motivasi kepada penulis untuk terus mengejar masa depan.
10. Orang terdekat dan tercinta dari penulis : Meli Mahmuda, S.E dan Mesya Maharani Singgih Putri yang selalu mendukung serta mendo'akan dalam berbagai macam keadaan.
11. Singgih Andiyanto, S.T selaku adik terbaik yang selalu menjaga Ibu tercinta dikampung halaman sehingga membuat tenang penulis dalam perjuangan dirantau.
12. Sari Imawati dan Hermawan selaku kakak yang selalu mengayomi penulis untuk menjadi sosok yang lebih sabar.
13. Uti Roysen, S.T selaku kawan dekat dan sudah seperti saudara sendiri dalam diskusi selama menjalani kuliah bersama pada jenjang S1, S2 dan semoga nanti bisa lanjut S3 bersama.
14. Diri sendiri yang mampu berjuang untuk membagi waktu untuk menyelesaikan setiap tugas kuliah hingga selesainya tesis ini dengan pekerjaan, keluarga dan kewajiban interaksi sosial dengan lingkungan, semoga tetap bisa istiqomah.
15. Teman-teman seperjuangan yang sudah seperti keluarga, terutama angkatan XXXI 2022, terima kasih untuk segalanya.
16. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan dan penyusunan tesis ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya untuk semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diperlukan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Jakarta, 03 Februari 2024



Singgih Juniawan

ABSTRACT

Aircraft maintenance in remote locations is a prevalent challenge for local airlines in Indonesia, leading to diminished productivity and efficiency in the maintenance division. This issue is substantiated by a significant incidence rate of 36% annually, as reported by a national airline. The current solution needed is the improvement of the Maintenance System to eliminate off-hangar maintenance for Narrow Body aircraft in the national aviation service industry. This study aims to identify the causal factors of aircraft requiring maintenance when located outside the primary maintenance facilities and to reduce these occurrences. The Reliability Centered Maintenance (RCM) method is employed to determine the most effective maintenance approach based on system and equipment reliability, and the fuzzy logic method in FMEA is utilized to address ambiguity and uncertainty in risk assessment. Research findings indicate that the main cause of maintenance outside the main facilities is the current maintenance policy of Finding Failure (FF), which leads to unpredictable maintenance activities, resulting in damages outside the main facility areas (Batam, Cengkareng, and Surabaya). The final reliability value of 99.934% with an ΔR -value of -0.06% suggests that eliminating any existing components will decrease reliability. An increase in availability from 99.938% to 99.999% indicates that the chosen maintenance model has been successful in enhancing reliability, efficiency, and overall system performance. Incidents of maintenance outside the main facilities can be eliminated by shifting to a Time Directed (TD) policy, enabling the company to reduce costs from IDR 342,681,011,118.60 to IDR 70,370,514,198.60, achieving a cost saving of 79.47%.

Keywords : Aircraft, Maintenance, Airlines, RCM, Fuzzy-FMEA

ABSTRAK

Perawatan pesawat terbang di lokasi yang terpencil masih sering dialami oleh maskapai penerbangan lokal di Indonesia sehingga membuat produktivitas dan kinerja pada bagian maintenance menjadi rendah. Hal tersebut terbukti dari data kejadian yang cukup tinggi yaitu sebesar 36% setiap tahun berdasarkan rilis data oleh salah satu maskapai penerbangan nasional. Solusi yang dibutuhkan saat ini adalah Perbaikan Maintenance System untuk mengeliminasi perawatan diluar hanggar utama pada pesawat Narrow Body di industri jasa penerbangan nasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor utama penyebab pesawat mengalami perawatan saat berada di luar lokasi fasilitas perawatan utama dan mengeliminir kejadian tersebut. Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) digunakan untuk menentukan pendekatan pemeliharaan yang paling efektif berdasarkan keandalan sistem dan perangkat dan metode Fuzzy-FMEA agar dapat mengatasi keambiguan dan ketidakpastian dalam penilaian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor penyebab utama terjadinya perawatan diluar fasilitas utama adalah kebijakan perawatan saat ini berupa Finding Failure (FF) yang menyebabkan kegiatan perawatan tidak dapat diprediksi sehingga terjadi kerusakan di luar area fasilitas utama (Batam, Cengkareng dan Surabaya). Nilai reliability akhir sebesar 99,934% dengan nilai ΔR sebesar -0,06% yang mengindikasikan bahwa menghilangkan setiap komponen yang ada akan menurunkan reliabilitas. Pada nilai availability meningkat dari 99,938% menjadi 99,999% menunjukkan bahwa pemilihan model perawatan telah berhasil dalam meningkatkan keandalan, efisiensi serta performa keseluruhan sistem. Kejadian perawatan diluar fasilitas utama dapat dieliminasi dengan mengubah kebijakan menjadi Time Directed (TD) sehingga perusahaan mampu menekan biaya dari IDR 342.681.011.118,60 menjadi IDR 70.370.514.198,60 atau penghematan sebesar 79,47%.

Kata Kunci : Pesawat, Maintenance, Maskapai, RCM, Fuzzy-FMEA

DAFTAR ISI

COVER TESIS	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	v
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT.....	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
1.4. Asumsi dan Batasan Masalah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA & KERANGKA PEMIKIRAN	
2.1. Kajian Teori.....	8
2.1.1. Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	8
2.1.2. Manajemen Perawatan (<i>Maintenance Management</i>).....	10
2.1.3. Ketersediaan (<i>Availability</i>)	11
2.1.4. Keandalan (<i>Reliability</i>)	12
2.1.5. Keterawatan (<i>Maintenability</i>)	13
2.1.6. Reliability Centred Maintenance (<i>RCM</i>)	15
2.1.7. <i>Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA)</i>	16
2.1.8. Pesawat Terbang (<i>Aircraft</i>) BOEING A737-Series.....	17
2.2. Penelitian Terdahulu.....	19

2.3.	<i>State Of The Art (SOTA)</i>	29
2.4.	Kerangka Pemikiran	31
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1.	Jenis dan Desain Penelitian	32
3.2.	Data dan Informasi	33
3.3.	Teknik Pengumpulan Data	34
3.4.	Teknik Analisis Data	35
3.5.	Langkah Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Hasil Pengolahan Data dan Analisis.....	48
4.1.1.	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	48
4.1.1.1.	<i>System Breakdown Structure (SBS)</i>	48
4.1.1.2.	Frekuensi Masalah	49
4.1.1.3.	Identifikasi Fungsi dan Kegagalan.....	49
4.1.1.4.	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	53
4.1.1.5.	Pemilihan Tindakan (<i>Selection Task</i>)	54
4.1.2.	Komponen Dalam Sistem Kritis	55
4.1.2.1.	<i>Mean Time to Failure (MTTF)</i> dan <i>Mean Time to Repair (MTTR)</i>	55
4.1.2.2.	Interval Waktu Perawatan.....	58
4.1.2.3.	<i>Reliability, Availability</i> dan Biaya Perawatan.....	58
4.1.3.	Kebijakan Perawatan Perbaikan.....	62
4.1.4.	Analisis Hasil Penelitian	64
4.2.	Pembahasan	67
4.2.1.	Temuan Utama	67
4.2.2.	Keterkaitan dengan Penelitian Sebelumnya.....	68
4.2.3.	Implikasi Industri	68
4.2.4.	Keterbatasan Penelitian	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan.....	70
5.2.	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 2. 2 <i>State of The Art</i> dan Posisi Penelitian	30
Tabel 3. 1 Data dan Informasi Penelitian.....	33
Tabel 3. 2 Kejadian (<i>Occurrence</i>).....	37
Tabel 3. 3 Keparahan (<i>Severity</i>).....	37
Tabel 3. 4 Deteksi (<i>Detection</i>)	37
Tabel 4. 1 Hasil Pengolahan Konvensional vs Fuzzy-FMEA	52
Tabel 4. 2 Data LTA (<i>Logic Tree Analysis</i>).....	53
Tabel 4. 3 Perbandingan Kebijakan Perawatan.....	54
Tabel 4. 4 Distribusi, Estimasi Parameter dan MTTF	55
Tabel 4. 5 Distribusi, Estimasi Parameter dan MTTR Awal	56
Tabel 4. 6 Distribusi, Estimasi Parameter dan MTTR Perbaikan	57
Tabel 4. 7 Interval Waktu Perawatan Pesawat.....	58
Tabel 4. 8 <i>Availability</i> Awal dan Perbaikan.....	60
Tabel 4. 9 <i>Maintenance Cost</i> Awal dan Perbaikan	61
Tabel 4. 10 Rencana Perawatan Perbaikan	63
Tabel 4. 11 Perbandingan Penelitian.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Penumpang Global 2010-2020	1
Gambar 1. 2 Kedatangan Penumpang Pesawat Domestik dan Internasional.....	2
Gambar 1. 3 Data Keterlambatan Pesawat (<i>Jan 22 – Jun 23</i>)	3
Gambar 1. 4 Penyebab Keterlambatan Penerbangan (<i>Jan 22 – Jun 23</i>).....	4
Gambar 1. 5 Permasalahan Maintenance di Luar Fasilitas Perawatan 2022	5
Gambar 2. 1 Siklus Kontrol Pemeliharaan.....	10
Gambar 2. 2 Proses Kontrol dalam Manajemen Perawatan.....	11
Gambar 2. 3 Kurva Bak Mandi	13
Gambar 2. 4 Visualisasi Network Kluster Maintenance	26
Gambar 2. 5 Visualisasi Network Kluster RCM.....	27
Gambar 2. 6 Visualisasi Network Kluster Aircraft.....	27
Gambar 2. 7 Visualisasi Network Kluster Fuzzy-FMEA	28
Gambar 2. 8 Visualisasi Overlay Referensi Penelitian	28
Gambar 2. 9 Visualisasi Density Penelitian.....	29
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengolahan Data	35
Gambar 3. 2 <i>Flow Chart</i> Langkah-Langkah Penelitian	47
Gambar 4. 1 Kegiatan <i>Maintenance</i> di Luar Fasilitas Utama 2022.....	48
Gambar 4. 2 SBS Perawatan di Luar Fasilitas Utama 2022	48
Gambar 4. 3 Pareto Penggantian <i>Sparepart</i>	49
Gambar 4. 4 Input Tab <i>Occurence</i>	50
Gambar 4. 5 Input <i>Tab Severity</i>	50
Gambar 4. 6 Input <i>Tab Detection</i>	51
Gambar 4. 7 Input Fuzzyfikasi.....	51
Gambar 4. 8 Input RPN.....	52
Gambar 4. 9 Rangkaian <i>Reliability</i> Sistem Awal.....	59
Gambar 4. 10 Rangkaian <i>Reliability</i> Sistem Akhir	59
Gambar 4. 11 Simulasi Perbandingan Biaya <i>Maintenance</i>	66
Gambar 4. 12 Perbandingan Waktu Pemeliharaan vs Perawatan	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Boeing A737-Series System.....	L-1
Lampiran 2. <i>System Breakdown Structure Detail for Maintenance</i>	L-2
Lampiran 3 Data Tabel <i>Rule Fuzzy-FMEA</i> (RPN)	L-3
Lampiran 4 Grafik LTA (<i>Logic Tree Analysis</i>)	L-4
Lampiran 5 Data TTF dan TTR Pergantian Komponen Awal.....	L-5
Lampiran 6 Data TTF dan TTR Pergantian Komponen Akhir	L-6
Lampiran 7 Data <i>Reliability</i> Komponen	L-8
Lampiran 8 Rangkaian <i>Reliability</i> Komponen.....	L-9
Lampiran 9 Sertifikat Peserta Seminar ASTRATECH.....	L-10
Lampiran 10 Sertifikat Peserta Seminar ICESIT	L-11
Lampiran 11 Sertifikat Peserta Pemakalah Seminar MBCIE	L-12
Lampiran 12. Sertifikat Matrikulasi.....	L-13
Lampiran 13. Sertifikat Kunjungan Industri	L-14
Lampiran 14. Sertifikat Outbound	L-15
Lampiran 15. Sertifikat Kuliah Umum I 2022	L-16
Lampiran 16. Sertifikat Kuliah Umum II 2023.....	L-17
Lampiran 17. Sertifikat TOEFL.....	L-18
Lampiran 18. Daftar Riwayat Hidup.....	L-19