



**ANALISIS KEANDALAN KOMPONEN *OIL COOLER* DAN
SISTEM PENDINGINAN APU GTCP 131-9B MENGGUNAKAN
DISTRIBUSI *WEIBULL***

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

NADYA LISA APRILIANA

41324110046

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2026)**



**ANALISIS KEANDALAN KOMPONEN *OIL COOLER* DAN
SISTEM PENDINGINAN APU GTCP 131-9B MENGGUNAKAN
DISTRIBUSI *WEIBULL***

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**NADYA LISA APRILIANA
41324110046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2026)**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadya Lisa Apriliana
NIM : 41324110046
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.1 Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Analisis Keandalan Komponen Oil Cooler dan Sistem Pendinginan APU GTCP 131-9B Menggunakan Distribusi Weibull”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 13 Februari 2026



Nadya Lisa Apriliana

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Nadya Lisa Apriliana**
NIM : **41324110046**
Program Studi : **Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Analisis Keandalan Komponen Oil Cooler dan Sistem Pendinginan APU GTCP 131-9B Menggunakan Distribusi Weibull**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 19 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **7 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Nadya Lisa Apriliana
NIM : 41324110046
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.1 Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Keandalan Komponen Oil Cooler dan Sistem Pendinginan APU GTCP 131-9B Menggunakan Distribusi Weibull

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 30 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S.1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing


U N I R Ir. Hadi Pranoto S.T, M.T, Ph.D S

NIDN:0302077304

MERCU BUANA

Jakarta, 13 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

NIDN:0307037202

Ketua Program Studi



(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T)

NIDN:0005087502

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Imam Hidayat S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Ir. Hadi Pranoto S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Orang tua, serta keluarga yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Pihak-pihak lainnya yang ikut membantu membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu

Jakarta, 13 Februari 2026

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

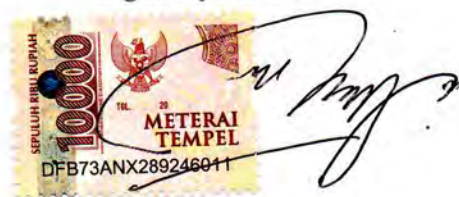
Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadya Lisa Apriliana
NIM : 41324110046
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.1 Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Keandalan Komponen Oil Cooler dan Sistem Pendinginan APU GTCP 131-9B Menggunakan Distribusi Weibull

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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 sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Jakarta, 13 Februari 2026
Yang menyatakan,



(Nadya Lisa Apriliana)

**ANALISIS KEANDALAN KOMPONEN OIL COOLER DAN SISTEM
PENDINGINAN APU GTCP 131-9B MENGGUNAKAN DISTRIBUSI
WEIBULL**

NADYA LISA APRILIANA

ABSTRAK

Oil cooler merupakan komponen penting pada sistem pendinginan oli Auxiliary Power Unit (APU) GTCP 131-9B yang berfungsi menjaga temperatur oli tetap dalam batas operasi yang diizinkan. Kegagalan pada komponen ini dapat menyebabkan *high oil temperature shutdown* yang berdampak pada penurunan keandalan dan ketersediaan operasional pesawat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kegagalan *oil cooler*, mengevaluasi penurunan kinerja perpindahan panas, serta menentukan karakteristik keandalan komponen berdasarkan analisis distribusi Weibull. Metode penelitian meliputi inspeksi visual kondisi fisik *oil cooler*, perhitungan performa perpindahan panas menggunakan perpindahan panas, serta analisis keandalan berbasis data *time since installation* (TSI) dari 37 unit *oil cooler*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kegagalan dominan *oil cooler* disebabkan oleh kontaminasi dan degradasi fin yang menurunkan kemampuan pelepasan panas secara progresif. Perhitungan perpindahan panas menunjukkan penurunan performa pendinginan hingga sekitar 88,7% pada kondisi kotor dibandingkan kondisi normal. Analisis Weibull menghasilkan nilai *shape parameter* $\beta = 3,0874$ yang mengindikasikan kegagalan berada pada fase *wear-out failure* dan bersifat *age-dependent*, dengan nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) sekitar 12.800 jam. Unit *oil cooler* dengan jam operasi tinggi menunjukkan tingkat keandalan yang sangat rendah dan risiko kegagalan yang meningkat signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa strategi *preventive maintenance* dan *preventive replacement* berbasis jam operasi lebih tepat dibandingkan pendekatan *run-to-failure* untuk meningkatkan keandalan sistem pendinginan oli APU GTCP 131-9B.

Kata kunci: *Oil cooler*, APU GTCP 131-9B, *heat transfer*, *Reliability*, Distribusi Weibull.

RELIABILITY ANALYSIS OF OIL COOLER COMPONENTS AND APU GTCP 131-9B COOLING SYSTEM USING WEIBULL DISTRIBUTION

NADYA LISA APRILIANA

ABSTRACT

The oil cooler is a critical component in the lubrication cooling system of the GTCP 131-9B Auxiliary Power Unit (APU), responsible for maintaining oil temperature within allowable operating limits. Failure of this component may lead to high oil temperature shutdown, which adversely affects aircraft reliability and operational availability. This study aims to analyze the failure causes of the oil cooler, evaluate the degradation of heat transfer performance, and determine its reliability characteristics using Weibull distribution analysis. The research methodology includes visual inspection of oil cooler physical conditions, heat transfer performance evaluation based on energy balance calculations, and reliability analysis using time since installation (TSI) data from 37 failed oil cooler units. The results indicate that the dominant failure mechanism is contamination and fin degradation, which progressively reduce heat dissipation capability. Heat transfer analysis shows a cooling performance reduction of approximately 88.7% under dirty conditions compared to the clean condition. Weibull reliability analysis yields a shape parameter β of 3.0874, indicating a wear-out failure pattern and age-dependent behavior, with a Mean Time To Failure (MTTF) of approximately 12,800 hours. Oil cooler units operating beyond this range exhibit significantly reduced reliability and increased failure risk. Based on these findings, age-based preventive maintenance and preventive replacement strategies are more appropriate than run-to-failure approaches to improve the reliability of the GTCP 131-9B APU oil cooling system.

Keywords: Oil cooler, APU GTCP 131-9B, heat transfer, Reliability, Weibull Distribution.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1 Auxiliary Power Unit (APU).....	8
2.1.1 Prinsip Kerja APU	9
2.1.2 Bagian-Bagian APU	9
2.2 Sistem Pelumasan dan Pendinginan Pada APU GTCP 131-9[B]	11
2.2.1 Komponen Utama Sistem Pendinginan dan Fungsinya.....	12
2.2.2 Pendingin Oli	14
2.3 Perpindahan Panas.....	16
2.3.1 Heat Exchanger.....	16

2.3.2 Mekanisme Perpindahan Panas pada Heat Exchanger	17
2.3.3 Laju Perpindahan Panas Fluida.....	17
2.3.4 Perpindahan Panas Pada Kondisi Heat Exchanger Kotor (Fouling Condition).....	18
2.3.5 Efektifitas Heat Exchanger	19
2.3.6 Perpindahan Panas dengan Keandalan Pendingin Oli APU	19
2.4 Konsep Keandalan.....	19
2.4.1 Reliability Program.....	20
2.4.2 Distribusi Weibull.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir	25
3.2 Bahan dan Peralatan.....	27
3.1.1 APU	27
3.1.2 Oil cooler	27
3.1.3 Multi-Function Control and Display Unit (MCDU).....	28
3.1.4 Oli – Mobile Jet II.....	29
3.1.5 Buku Paduan Manual.....	30
3.3 Penyajian Data.....	30
3.4 Pengolahan Data.....	34
3.4.1 Metode Distribusi Weibull	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Analisis Penurunan Kinerja Komponen <i>Oil Cooler</i>	40
4.1.1 Perhitungan Performa Oil Cooler.....	42
4.2 Analisa Keandalan komponen <i>Oil Cooler</i>	44
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian	49
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokasi APU	8
Gambar 2.2 APU GTCP 131-9[B] <i>Schematic diagram</i>	9
Gambar 2.3 Bagian APU GTCP 131-9[B]	10
Gambar 2.4 Sistem lubrikasi pada APU GTCP131-9[B].....	11
Gambar 2.5 Pendingin oli APU & TCV	13
Gambar 2.6. <i>Oil cooler</i>	14
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3.2 APU GTCP 131-9B.....	27
Gambar 3.3 <i>Oil cooler</i>	28
Gambar 3.4. <i>Multi-Function Control and Display Unit (MCDU)</i>	29
Gambar 4.1 aliran pendinginan <i>oil cooler</i>	40
Gambar 4.2 Fin <i>Oil cooler</i> yang kotor	41
Gambar 4.3 Diagram Mekanisme Kegagalan <i>Oil Cooler</i> terhadap Kejadian <i>High Oil Temperature Shutdown</i>	41
Gambar 4.4 Grafik survival Function <i>oil cooler</i>	48
Gambar 4.5 Grafik Failure rate <i>oil cooler</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Spesifikasi komponen <i>Oil cooler</i>	28
Tabel 3.2 Spesifikasi oli – <i>Mobile Jet Oil II</i>	29
Tabel. 3.3 Penggantian komponen APU (49-91) tertinggi Periode 2021-2024	30
Tabel 3.4 Data historikal pergantian komponen <i>oil cooler</i> (37 kasus) periode 2021-2024	31
Tabel 3.5 <i>symptoms</i> penggantian komponen <i>oil cooler</i> periode 2021-2024.....	34
Table 3.6 <i>Persentase rootcause</i> kerusakan komponen <i>oil cooler</i>	34
Tabel 3.7 Data temperature <i>oil cooler</i> dengan gejala <i>high oil temperature</i>	35
Tabel 3.8 Perhitungan Median Rank, X ,Y <i>oil cooler</i>	36
Tabel 3.9 Perhitungan Weibull	38



DAFTAR SINGKATAN

No	Singkatan	Keterangan
1	APU	<i>Auxiliary Power Unit</i>
2	AMM	<i>Aircraft Maintenance Manual</i>
3	ATA	<i>Air Transport Association</i>
4	CDF	Fungsi Distribusi Kumulatif
5	CSI	<i>Cycles Since Installation</i>
6	FIM	<i>Fault Isolation Manual</i>
7	LMTD	<i>Log Mean Temperature Difference</i>
8	MCDU	<i>Multi-Function Control and Display Unit</i>
9	MTTF	<i>Mean Time to Failure</i>
10	PDF	Fungsi Densitas Probabilitas
11	P/N	<i>Part Number</i>
12	RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
13	Rf	Faktor Pengotoran
14	TCV	<i>Temperature Control Valve</i>
15	TSI	<i>Time Since Installation</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA