

**ANALISIS *RELIABILITY HEAT EXCHANGER* PADA AIR
CONDITIONING SYSTEM PESAWAT BOEING 737-800
DENGAN METODE *DISTRIBUSI WEIBULL***



41320110064

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS RELIABILITY *HEAT EXCHANGER* PADA *AIR CONDITIONING SYSTEM* PESAWAT BOEING 737-800 DENGAN METODE *DISTRIBUSI WEIBULL*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :
Nama : Muhammad Mirza Sahjehan
Nim : 41319120120
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS RELIABILITY *HEAT EXCHANGER* PADA *AIR CONDITIONING SYSTEM* PESAWAT BOEING 737-800 DENGAN METODE *DISTRIBUSI WEIBULL*

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Mirza Sahjehan

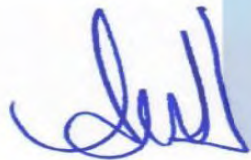
NIM 41320110064

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 10 Februari 2023

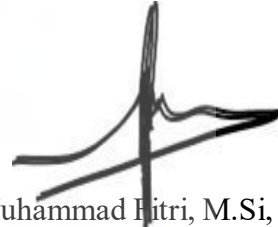
Telah dipertahankan di depan penguji

Pembimbing TA



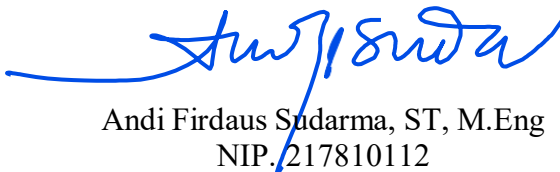
Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 118900633

Penguji Sidang I



Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D
NIP. 118690617

Penguji Sidang II



Andi Firdaus Sudarma, ST, M.Eng
NIP. 217810112

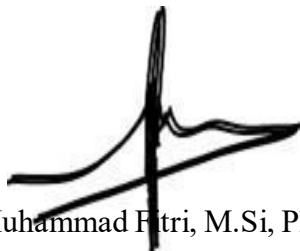
Penguji Sidang III



Haris Wahyudi, ST, M.Sc
NIP. 1975801187

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D
NIP. 118690617

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, ST, MT
NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Mirza Sahjehan
NIM : 41320110064
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : ANALISIS RELIABILITY *HEAT*
EXCHANGER PADA *AIR CONDITIONING*
SYSTEM PESAWAT BOEING 737-800
DENGAN METODE *DISTRIBUSI WEIBULL*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 8 Februari 2023



Muhammad Mirza Sahjehan

PENGHARGAAN

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segenap rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul *Analisis Reliability Heat Exchanger Pada Air Conditioning System Pesawat Boeing 737-800 Dengan Metode Distribusi Weibull*. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Muhammad Fitri, M.Si., Ph.D sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Dafit Feriyanto, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya.
5. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan.
6. Istri penulis Zsaskia Alliesya Sabrina, S.H. yang selalu menemani, memberi motivasi dan semangat.
7. Teman-teman yang juga ikut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan.

Melalui lembar penghargaan ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Tangerang, 8 Februari 2023



Muhammad Mirza Sahjehan

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. MANFAAT PENELITIAN	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN	6
2.1.1. Jenis-jenis Perawatan	7
2.1.2. Perawatan Pesawat Udara	8
2.1.3. Interval Perawatan Pesawat Udara	8
2.1.4. <i>Minor Maintenance</i>	9
2.1.5. <i>Heavy Maintenance</i>	10

2.2.	<i>AIR CONDITIONING SYSTEM</i>	11
2.2.1.	<i>Cara Kerja Air Conditioning System</i>	11
2.3.	<i>HEAT EXCHANGER</i>	14
2.3.1.	<i>Heat Exchanger Jenis Pelat</i>	15
2.3.2.	<i>Perpindahan Panas Heat Exchanger</i>	15
2.4.	<i>RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE</i>	19
2.4.1.	<i>Tujuan Reliability Centered Maintenance</i>	19
2.4.2.	<i>Prinsip-prinsip Reliability Centered Maintenance</i>	20
2.5.	<i>DISTRIBUSI WEIBULL</i>	21
2.5.1.	<i>Implementasi analisis Weibull</i>	22
2.5.2.	<i>Formula Reliability</i>	25
2.5.3.	<i>Shape dan Eta Parameter</i>	25
2.5.4.	<i>Estimasi Weibull Parameter</i>	28
2.6.	<i>PERHITUNGAN WEIBULL DENGAN MICROSOFT EXCEL</i>	29
2.7.	<i>PERHITUNGAN STOCK LEVEL SPARE PART</i>	35
2.7.1.	<i>Faktor Perhitungan Stock Level Spare Part</i>	35
2.7.2.	<i>Distribusi Poisson</i>	36
2.7.3.	<i>Metode Perhitungan</i>	36
2.8.	<i>PENELITIAN TERDAHULU</i>	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		45
3.1.	TAHAPAN PENELITIAN	45
3.1.2.	Rancangan Penelitian	45
3.1.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	45
3.2.	DIAGRAM ALIR	46
3.3.	METODE DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA	47
3.3.1.	Metode	47
3.3.2.	Teknik Pengumpulan Data	47

3.4.	ALAT DAN BAHAN	48
3.4.1.	Alat Penelitian	48
3.4.2.	Bahan Penelitian	52
3.5.	PROSEDUR PENELITIAN	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1.	DATA PENGUJIAN <i>HEAT EXCHANGER</i> DENGAN <i>PRESSURE TEST</i>	55
4.2.	PERHITUNGAN EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS <i>PLATE FIN HEAT EXCHANGER</i> PADA AIR CONDITIONING MACHINE	58
4.2.1	Perhitungan Efektivitas Perpindahan Panas Saat Mengalami Kegagalan	59
4.2.2	Perhitungan Efektivitas Perpindahan Panas Saat Kondisi Normal	62
4.3.	PERHITUNGAN DATA DENGAN METODE <i>WEIBULL</i>	65
4.4.	PERHITUNGAN MTBF KOMPONEN <i>HEAT EXCHANGER</i>	68
4.5.	PENJADWALAN <i>PREVENTIVE MAINTENANCE</i> KOMPONEN <i>HEAT EXCHANGER</i>	69
4.6.	PERHITUNGAN JUMLAH <i>SPARE PART</i>	71
BAB V PENUTUP		72
5.1.	KESIMPULAN	72
5.2.	SARAN	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		75
LAMPIRAN A. SPESIFIKASI <i>HEAT EXCHANGER</i> PN 182820-3		75
LAMPIRAN B. MAINTENANCE PROGRAM BOEING 737-800		75
LAMPIRAN C. SISTEM KERJA <i>HEAT EXCHANGER</i> PADA AIR <i>CONDITIONING SYSTEM</i>		76
LAMPIRAN D. DATA <i>LIFE TIME HEAT EXCHANGER</i> TAHUN 2022		77

LAMPIRAN E. LANGKAH PENGUJIAN <i>PNEUMATIC PRESSURE TEST</i>	78
LAMPIRAN F. DATA <i>RECORD FLOW TEST</i> PADA <i>COOLING AIR SIDE HEAT EXCHANGER</i>	80
LAMPIRAN G. DATA <i>RECOD FLOW TEST</i> PADA <i>BLEED AIR SIDE HEAT EXCHANGER</i>	81
LAMPIRAN H. DATA <i>RECORD</i> PENGGANTIAN <i>HEAT EXCHANGER</i> SAAT MENGALAMI KEGAGALAN	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram T-S Untuk Sistem Bootstrap	12
Gambar 2.2 <i>Heat Exchanger</i>	14
Gambar 2.3 <i>Heat exchanger effectiveness for cross-flow with both fluids unmixed</i>	18
Gambar 2.4 <i>Bathub Failure Rate</i>	23
Gambar 2.5 Kurva Weibull Untuk Berbagai Nilai Beta	27
Gambar 2.6 <i>Tools Data Analysis</i> Pada Microsoft Excel	30
Gambar 2.7 <i>Data Analysis</i>	31
Gambar 2.8 <i>Regression Tools Data Analysis</i>	32
Gambar 2.9 Contoh <i>Summary Output</i>	32
Gambar 2.10 <i>Flow Process Item</i>	38
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i>	46
Gambar 3.2 <i>Pressure Connector Bleed Section</i>	49
Gambar 3.3 <i>Pressure Connector RAM Section</i>	49
Gambar 3.4 <i>Pressure Gauge</i>	50
Gambar 3.5 <i>Flow Shutoff Valve</i>	50
Gambar 3.6 <i>Vent</i>	51
Gambar 3.7 <i>Water Tank</i>	51
Gambar 3.8 Laptop	52
Gambar 3.9 Heat Exchanger PN 182820-3	52
Gambar 4.1 <i>Heat Exchanger Crack</i> pada <i>Bleed Air Section</i>	57
Gambar 4.2 <i>Heat Exchanger Blocking</i>	58
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Efektivitas – NTU <i>failure condition</i>	61
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Efektivitas – NTU <i>normal condition</i>	64
Gambar 4.5 <i>Summary Output</i>	67
Gambar 4.6 Plot Grafik Distribusi Weibull <i>Heat Exchanger</i>	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gamma Function	30
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	49
Tabel 4.1 Hasil <i>Pressure Test Pada Bleed Air Side</i>	56
Tabel 4.2 Hasil <i>Pressure Test Pada Cooling Air Side</i>	57
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Heat Exchanger Saat Mengalami Kegagalan	59
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Heat Exchanger Pada Kondisi Normal	62
Tabel 4.5 Data <i>Heat Exchanger Distribusi Weibull</i>	65
Tabel 4.6 <i>Preparing for Weibull Analysis Data</i>	66
Tabel 4.7 Data MTBF <i>Heat Exchanger</i>	69
Tabel 4.8 Interval Perawatan Pesawat	70
Tabel 4.9 Interval Perawatan Komponen <i>Heat Exchanger A-Phase</i>	70

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Laju Perpindahan Panas	15
Rumus 2. 2 Suhu Rata-rata Logaritmik	16
Rumus 2. 3 Perpindahan Panas Maksimum	16
Rumus 2. 4 Laju Perpindahan Panas Aktual	17
Rumus 2. 5 Efektivitas Metode NTU	17
Rumus 2. 6 <i>Heat Transfer Rate</i>	17
Rumus 2. 7 Rasio Kapasitas Panas	18
Rumus 2. 8 NTU (Number Transfer Units)	18
Rumus 2. 9 <i>Reliability</i>	25
Rumus 2. 10 Persamaan Distribusi Kumulatif	27
Rumus 2. 11 Fungsi Kumulatif Weibull	29
Rumus 2. 12 MTBF	33
Rumus 2. 13 Characteristic Life	33
Rumus 2. 14 Distribusi Poisson	36
Rumus 2. 15 Mean Value	36
Rumus 2. 16 Distribusi Poisson dengan t	37
Rumus 2. 17 Failure Rate	37
Rumus 2. 18 Repairable Item	37
Rumus 2. 19 Probabilitas	37

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
(T)	Reliability pada waktu T
T	Waktu yang diperlukan
α	Characteristic Life
β	Shape Parameter (mengindikasikan jenis kegagalan yang terjadi)
e	2.71828 (the base for natural log) / bilangan Euler
λ	Failure rate
t	Total jangka waktu item beroperasi
λt	Mean value (jumlah kegagalan dalam waktu t)
C	Panas spesifik (J/kg.C)
q	fluks panas (W/ m ²)
n	Jumlah saluran
\dot{m}	Laju aliran massa (kg/s)
ϵ	Efektivitas (metode NTU)
Q	Laju perpindahan panas