



**ANALISIS KEGAGALAN *AIR TURBINE STARTER* PADA PESAWAT
BOEING 737 *NEXT GENERATION* DENGAN METODE *FAILURE
MODE AND EFFECTS ANALYSIS* (FMEA)**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**HANTASUMA
41324110013**

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



**ANALISIS KEGAGALAN *AIR TURBINE STARTER* PADA
PESAWAT BOEING 737 *NEXT GENERATION* DENGAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS* (FMEA)**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
HANTASUMA
MERCU BUANA
41324110013**

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

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hantasuma
NIM : 41324110013
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Analisis Kegagalan *Air Turbine Starter* Pada Pesawat Boeing 737 *Next Generation*
dengan Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)”
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



Hantasuma

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 : **Hantasuma**
NIM : **41324110013**
Program Studi : **Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **ANALISIS KEGAGALAN AIR TURBINE STARTER
PADA PESAWAT BOEING 737 NEXT GENERATION
DENGAN METODE FAILURE MODE AND
EFFECTS ANALYSIS (FMEA)**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 19 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **8 %** 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

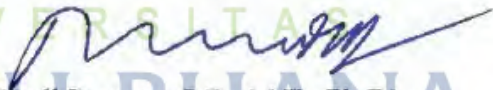
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hantasuma
NIM : 41324110013
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEGAGALAN AIR TURBINE
STARTER PADA PESAWAT BOEING 737 NEXT GENERATION DENGAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS* (FMEA)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 29 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing


(Ir. Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D)
NIDN: 0302077304

Jakarta, 13 Februari 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


(Dr. Zulfa Fitri Ikatripasari, M.T)
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


(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 dan Dosen Penguji Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini
4. Ir. Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini
5. Muhammad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan 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



Hantasuma

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB

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

Nama : Hantasuma
NIM : 41324110013
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan *Air Turbine Starter* Pada Pesawat Boeing 737 *Next Generation* dengan Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

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,

Hantasuma

**ANALISIS KEGAGALAN *AIR TURBINE STARTER* PADA PESAWAT
BOEING 737 *NEXT GENERATION* DENGAN METODE *FAILURE MODE
AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)***

HANTASUMA

ABSTRAK

Air Turbine Starter (ATS) merupakan komponen penting pada sistem start mesin pesawat Boeing 737 Next Generation yang berfungsi menghasilkan putaran awal untuk proses starting engine. Berdasarkan hasil analisis Pareto terhadap laporan perbaikan (order report), kegagalan ATS didominasi oleh tiga kategori utama, yaitu kotoran/kontaminasi, bearing rusak, dan part rusak/missing part, yang secara kumulatif menyumbang sekitar 70% dari total kasus kegagalan, sehingga menunjukkan bahwa sebagian besar kegagalan berkaitan dengan mekanisme kontaminasi dan degradasi komponen berputar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan ATS akibat kontaminasi, menganalisis pengaruhnya terhadap bearing, serta mengevaluasi implikasinya terhadap interval shop visit. Metode yang digunakan meliputi analisis data order report, klasifikasi kegagalan menggunakan diagram Pareto, analisis *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, serta simulasi perhitungan umur bearing berdasarkan standar ISO 281. Hasil analisis Pareto lanjutan pada kategori kontaminasi menunjukkan bahwa tiga mode kegagalan dominan, yaitu kerusakan bearing, penurunan performa turbine wheel akibat penumpukan debu, dan terhambatnya aliran udara pada inlet screen, secara kumulatif juga menyumbang sekitar 70% dari kegagalan terkait kontaminasi. Kondisi ini menyebabkan ketidakseimbangan rotor dan peningkatan vibrasi yang meningkatkan beban ekuivalen bearing. Data pengujian menunjukkan kenaikan waktu putar sebesar 8,9% akibat kontaminasi yang diasumsikan berbanding lurus dengan peningkatan beban efektif, sehingga menurunkan umur teoritis bearing hingga sekitar 23% dibandingkan kondisi normal. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengendalian kontaminasi dan pembersihan rutin sesuai Aircraft Maintenance Manual (AMM) untuk meningkatkan keandalan dan *serviceability* ATS.

Kata kunci: Air Turbine Starter, Bearing, FMEA, Boeing 737 NG, Kegagalan

**ANALYSIS OF AIR TURBINE STARTER FAILURE ON BOEING 737 NEXT
GENERATION AIRCRAFT USING FAILURE MODE AND EFFECTS
ANALYSIS (FMEA) METHOD**

HANTASUMA

ABSTRACT

The Air Turbine Starter (ATS) is a critical component in the engine starting system of the Boeing 737 Next Generation, functioning to generate the initial rotational speed required for engine start. Based on a Pareto analysis of maintenance order reports, ATS failures are predominantly concentrated in three major categories contamination/dirt, bearing failure, and damaged or missing parts which cumulatively account for approximately 70% of total failure cases, indicating that most failures are associated with contamination mechanisms and rotating component degradation. This study aims to identify ATS failure modes caused by contamination, analyze their impact on bearing performance, and evaluate their implications for shop visit intervals. The research methods include order report data analysis, failure classification using Pareto diagrams, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and bearing life simulation based on the ISO 281 standard. Further Pareto analysis within the contamination category shows that three dominant failure modes bearing damage, reduced turbine wheel performance due to blade contamination, and restricted airflow at the inlet screen collectively contribute to approximately 70% of contamination-related failures. These conditions cause rotor imbalance and increased vibration, leading to higher equivalent loads acting on the bearing. Test data indicate an increase in rotational time of 8.9% due to contamination, assumed to be proportional to the increase in effective bearing load, resulting in a reduction of theoretical bearing life by approximately 23% compared to normal conditions. This study highlights the importance of contamination control and routine cleaning in accordance with the Aircraft Maintenance Manual (AMM) to improve ATS reliability and serviceability during shop visits

Keywords: Air Turbine Starter, Bearing, FMEA, Boeing 737 NG, Failure

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	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
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 <i>Air Turbine Starter</i>	6
2.3 Pesawat Terbang.....	10
2.4 Dasar Teori	13
2.5 Kegagalan-kegagalan <i>Air Turbine Starter</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Penjelasan Diagram Alir	21
3.3 Bahan dan Peralatan.....	24
3.4 Penyajian Data	24

3.5	Pengolahan Data.....	31
3.6	Pengolahan Data Berdasarkan Diagram Pareto	32
3.7	Metode Pengujian Bearing ATS	33
3.8	Data Pengujian Kecepatan dan Waktu Putar ATS Menurut Standar Pengujian oleh GMF Aeonesia	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Hasil Inspeksi Kegagalan <i>Air Turbine Starter</i>	35
4.2	Pengaruh Kontaminasi terhadap Kerusakan <i>Bearing</i> Menggunakan Metode FMEA	35
4.3	Simulasi Pengaruh Kontaminasi (Debu) terhadap Kinerja <i>Bearing</i>	43
4.4	Pembahasan Hasil Penelitian	46
BAB V	KESIMPULAN.....	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran.....	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	52
	LAMPIRAN.....	54



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Hasil Inspeksi pada Air Turbine Starter.....	2
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 2.2 Kriteria Penelitian Severity	15
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian Occurence	15
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian Detection	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Air Turbine Starter.....	24
Tabel 3. 2 Penyajian Data Hasil Inspeksi.....	25
Tabel 3. 3 Persentase Data Hasil Inspeksi.....	31
Tabel 3.4 Data Diagram Pareto	32
Tabel 3.5 Parameter Standar Pengujian ATS.....	33
Tabel 3.6 Data Pengujian ATAS Kondisi Normal (Tanpa Kontaminasi)	34
Tabel 4.1 FMEA ATS	37
Tabel 4.2 Korelasi Kotoran/Kontaminasi dengan Bearing	38
Tabel 4.3 Persentase Kerusakan.....	39
Tabel 4.4 Tabel Pareto Hasil FMEA Kontaminasi	40
Tabel 4.5 Root Cause Analysis.....	42
Tabel 4.6 Simulasi Pengujian ATS dengan Kontaminasi Debu Ringan - Sedang.	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Air Turbine Starter Layout	7
Gambar 2.2 Komponen Air Turbine Starter	7
Gambar 2.3 Pesawat Boeing 737 NG	11
Gambar 2.4 Pressure Regulating dan Check Valve.....	11
Gambar 2.5 Lajur Udara pada Air Turbine Stater	13
Gambar 2.6 Valuex of X and Y For Radial Bearing	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Diagram Pareto.....	32
Gambar 4.1 Komponen pada ATS mengalami Kontaminasi	35
Gambar 4.2 Diagram FMEA ATS	36
Gambar 4.3 Kontaminasi Oli dengan Kotoran.....	38
Gambar 4.4 Diagram Pareto FMEA.....	40
Gambar 4.5 Diagram Root Cause	42

