

**ANALISIS PENGARUH DIMENSI KETEBALAN SHIM D48 TERHADAP
EXHAUST GAS TEMPERATURE MARGIN PADA ENGINE CFM56-7B/26
BERDASARKAN KORELASI PEARSON**



PROGRAM STUDY TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH DIMENSI KETEBALAN SHIM D48 TERHADAP
EXHAUST GAS TEMPERATURE MARGIN PADA ENGINE CFM56-7B/26
BERDASARKAN KORELASI PEARSON



Disusun Oleh:

Nama	:	Rizal Gunawan
NIM	:	41319110004
Program Studi	:	Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
FEBRUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH DIMENSI KETEBALAN SHIM D48 TERHADAP *EXHAUST GAS TEMPERATURE MARGIN PADA ENGINE CFM56-7B/26* BERDASARKAN KORELASI PEARSON



Disusun Oleh

Nama

: Rizal Gunawan

NIM

: 41319110004

Program Study

: Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada 25 Februari 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng

NIP : 216910097

Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng

NIP : 216910097



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rizal Gunawan

NIM : 41319110004

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Dimensi Ketebalan *Shim D48* Terhadap *Exhaust Gas Temperature Margin* Pada *Engine CFM56-7B/26* Berdasarkan Korelasi Pearson

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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Jakarta, 25 Februari 2021



PENGHARGAAN

Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT telah memberikan segala berkah dan karunia yang tak terhingga dan tak lupa shalawat kepada Baginda Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya yang telah membawa kita semua dari zaman jahiliyah ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat ini. Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, petunjuk, dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T, M.eng. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus Dosen Pembimbing yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penulisan laporan tugas akhir.
6. Pak Agung Setiawan selaku manajer penulis yang telah mengijinkan untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang lebih lanjut.
7. Kang Ganjar selaku senior dalam bekerja di PT. GMF Aeroasia yang telah banyak membantu membimbing penulis untuk penggerjaan Laporan Tugas Akhir.
8. Mas Ardyansyah selaku rekan kerja di PT. GMF Aeroasia yang telah menyempatkan berbagi ilmu kepada penulis.
9. Mas Deni selaku teknisi *testcell* yang telah membantu penulis untuk melakukan praktik di *workshop* PT. GMF Aeroasia untuk penggerjaan Laporan Tugas Akhir.
10. Mas M Zaki Hauna, mba Indri dan mba Dewi yang telah membantu dalam proses pengumpulan data penulis.
11. Mas Arief Romadhon selaku rekan kerja PT. GMF Aeroasia yang telah membantu proses persiapan sidang akhir

12. Rekan-rekan kerja TVP-1 dan TVP-2 yang telah banyak menemani penulis selama bekerja maupun bercanda.
13. Sahabat Runtah Teknik Mesin 2014 POLBAN yang telah memberikan doa dan mengisi hari-hari dengan canda tawa.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti umumnya kepada para pembaca.



ABSTRAK

Pada beberapa hasil perawatan *engine* di PT GMF Aero Asia Tbk menunjukan performa yang kurang maksimal sehingga belum memenuhi keinginan pelanggan, salah satu parameternya adalah kualitas dari nilai *Exhaust Gas Temperature Margin* (EGTM) yang mendekati batas maksimal (0°C). *Exhaust Gas Temperature* (EGT) adalah ukuran dimana suhu saat meninggalkan gas turbin sedangkan EGTM merupakan selisih antara batas merah pada instrumen *engine* dengan suhu tertinggi pada saat *take off* ($\text{EGT Margin } ^\circ\text{C} = \text{EGT Redline } (950^\circ\text{C}) - \text{EGT Take Off}$). EGTM merupakan salah satu faktor penentu performa pada *engine* CFM56-7B/26 dan digunakan untuk mengawasi kondisi baik dan buruknya *engine*. Tingginya suhu *engine* akan mempengaruhi turunnya umur *part* dan komponen pada *engine*. Menurut manufaktur CFM International Performa *engine* dikatakan bagus apabila EGTM memiliki selisih angka sebesar 50°C untuk pertama kali overhaul atau 70% dari hasil overhaul sebelumnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai EGTM adalah dimensi ketebalan *Shim D48*, dimana *Shim D48* adalah bagian yang mengatur jarak antara *HPT Shroud And Stage 1 Low Pressure Turbine Nozzle Module (Stator)* dan *Low Pressure Turbine Rotor*. Jarak tersebut diduga dapat berpengaruh terhadap kualitas *bleed air*. Parameter *bleed air* terdiri dari *Air Pressure*, *Air Flow*, dan *Air Temperature* dan jika parameter tersebut masuk limit maka *Electronic Control Unit* (ECU) akan mengatur untuk mempertahankan *engine* menghasilkan gaya dorong yang dibutuhkan, namun apabila nilai dari parameter *Bleed Air* tersebut tidak baik maka ECU akan mengatur agar menambah *Fuel Consumption* sehingga EGT menjadi lebih tinggi. Sehingga pada penelitian ini akan diteliti korelasi antara dimensi ketebalan *Shim D48* terhadap EGTM pada *engine* CFM56-7B/26 untuk membantu membuat keputusan lebih cepat terhadap proses perawatan. Metode yang digunakan adalah metode Korelasi Pearson yaitu dengan cara membandingkan nilai dimensi ketebalan *Shim D48* pada setiap *engine* terhadap hasil performa EGTM aktualnya. Pada pengolahan data menggunakan metode hitungan korelasi manual dan bantuan *software SPSS* dan hasil korelasinya dinyatakan dalam koefisien korelasi. Hasil dari penelitian korelatif tersebut didapat kesimpulan bahwa dimensi ketebalan *shim D48* bernilai $-0,751$ yang tergolong memiliki korelasi sangat kuat dan memiliki simbol $(-)$ yang berarti bahwa hubungan bersifat negatif dan terjadi hubungan berlawanan arah, dengan demikian dimensi ketebalan *Shim D48* dapat diperhitungkan dalam pengambilan keputusan proses perawatan.

Kata Kunci: *Exhaust Gas Temperature (EGT)*, *Exhaust Gas Temperature Margin (EGTM)*, *Bleed air*, *Shim D48*, *Korelasi*.

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF SHIM D48 THICKNESS DIMENSION ON
EXHAUST GAS TEMPERATURE MARGIN ON ENGINE CFM56-7B/26
BASED ON PEARSON CORRELATION**

ABSTRACT

In several engine maintenance results at PT GMF Aero Asia Tbk, the performance is not maximal so that it does not meet customer desires, one of the parameters is the quality of the Exhaust Gas Temperature Margin (EGTM) value which connects the maximum limit (0 °C). Exhaust Gas Temperature (EGT) is a measure where the temperature when leaving the gas turbine while EGT is the difference between the red limit on the instrument engine and the highest temperature at the time of take off (EGT Margin °C = EGT Redline (950 °C) - EGT Take Off). EGT is a determining factor for the performance of the CFM56-7B / 26 engine and is used to indicate good and bad engine conditions. The high temperature of the engine will affect the life of the parts and components in the engine. According to the CFM International manufacturer, engine performance is said to be good before EGT has a difference of 50 °C for the first time overhaul or 70% of the previous overhaul. One of the factors that influence the value of EGT is the thickness dimension of Shim D48, where Shim D48 is part of the assistance between the HPT Shroud And Stage 1 Low Pressure Turbine Nozzle Module (Stator) and Low Pressure Turbine Rotor. This distance is thought to affect the quality of the bleed water. Bleed air parameters consist of Air Pressure, Air Flow, and Air Temperature and if these parameters enter the limit then the Electronic Control Unit (ECU) will foster to maintain the engine to produce the required thrust, but the criteria for the value of the Bleed Air parameter are not good then the ECU will increase in order to increase Fuel Consumption so that EGT becomes higher. So that this research will examine the thickness dimensions of the Shim D48 EGT on the CFM56-7B / 26 engine to help make decisions more quickly on the maintenance process. The method used is the Pearson Correlation method by comparing the value of the Shim D48 thickness on each machine to the actual EGT performance results. In data processing using the default method and the help of SPSS software and the results of the correlation are stated in the code in. The results of this correlative study come from the conclusion that the dimension of the thickness of the shim D48 is -0.751 which is classified as very strong and has a symbol (-) which means that the relationship is negative and occurs in the opposite direction, thus the dimension of Shim D48 thickness can be taken into account in the decision making process. care.

Keyword : *Exhaust Gas Temperature (EGT), Exhaust Gas Temperature Margin (EGTM), Bleed Air, Shim D48, Correlation.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENULISAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. BOEING 737-800 <i>NEXT GENERATION</i>	6
2.2. <i>GAS TURBINE ENGINE</i>	7
2.3. SISTEM KERJA GAS TURBINE ENGINE	9
2.4. KONTRUKSI DASAR GAS TURBINE ENGINE:	10
2.4.1. Kompresor	10
2.4.2. Ruang Bakar	11
2.4.3. Turbin	12
2.4.4. Jenis-Jenis Gas Turbine Engine	13
2.5. CFM56-7B/26	16
2.5.1. <i>Fan Major Module</i>	19
2.5.2. <i>Core Major Module</i>	20
2.5.3. <i>Low Pressure Turbine Major Module</i>	21

2.5.4. Accessory Drive Module	21
2.5.5. Sistem Kerja CFM56-7B/26	22
2.6. SHIM D48	23
2.7. KORELASI	27
2.7.1. Pengertian Korelasi	27
2.7.2. Korelasi Pearson	28
BAB III METODOLOGI	36
3.1. DIAGRAM ALIR	36
3.1.1. Diagram Alir Pengumpulan Data	38
3.1.2. Diagram Alir Pengolahan Data	40
3.2. ALAT DAN BAHAN	43
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	46
4.1. DATA NILAI <i>ENGINE GAS TEMPERATURE</i> (EGT) TERHADAP <i>ENGINE SERIAL NUMBER</i> (ESN)	46
4.2. PERHITUNGAN DIMENSI SHIM D48	47
4.3. ANALISIS DATA	49
4.3.1. Pengujian Kolerasi Pearson dengan hitungan Manual	49
4.3.2. Pengujian Kolerasi Pearson dengan <i>Software IBS Statistic SPSS</i>	52
BAB V PENUTUP	56
5.1. KESIMPULAN	56
5.2. SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 HPT <i>Shroud And Stage 1 Low Pressure Turbine Nozzle Module (Stator)</i> (kiri) dan <i>Low Pressure Turbine Rotor</i> (kanan)	3
Gambar 2.1 Pesawat Garuda jenis Boeing B737-800 <i>Next Generation</i>	6
Gambar 2.2 (a) SkemaxSiklusxBrayton, (b) Diagram P-V Siklus Brayton, (c) DiagramxT-s SiklusxBrayton	9
Gambar 2.4 Axial Flow Compressor	10
Gambar 2.5 Annular Type	12
Gambar 2.6 Turbin	13
Gambar 2.7 Turbo Jet Engine	14
Gambar 2.8 Turbo Prop Engine	14
Gambar 2.9 Turbo Shaft	15
Gambar 2.10 Turbo Fan	16
Gambar 2.11 CFM56-7B	17
Gambar 2.12 Desain Modul pada Engine CFM56-7B	19
Gambar 2.13 Fan Major Module	19
Gambar 2.14 Fan and Booster Module	20
Gambar 2.15 Core Engine Major Module	20
Gambar 2.16 Low Pressure Turbine Major Module	21
Gambar 2.17 AccessoryxDrivexModule	21
Gambar 2.18 Airflow Path CFM56-7	22
Gambar 2.19 Shim D48 (item No. 650)	23
Gambar 2.20 Rotor Assy dan Stator Assy	24
Gambar 2.21 Perhitungan Dimensi X	25
Gambar 2.22 Perhitungan dimensi ZF.	25
Gambar 2.23 Ketentuanxsurfacegrinding.	26

Gambar 2.24 Tabel distribusi t	32
Gambar 2.25 Pola hubungan korelasi antara variabel X dan Y dalam <i>scatter-plot diagram</i>	34
Gambar 2.26 Ilustrasi pengolahan data dengan menggunakan software IBM SPSS	35
Gambar 3.1 Diagram alir	36
Gambar 3.2 Diagram alir pengumpulan data	38
Gambar 3.3 Diagram alir pengolahan data	40
Gambar 3.4 <i>Outside Diameter Micrometer</i>	43
Gambar 3.5 <i>Surface Grinding Machine</i>	43
Gambar 3.6 <i>Test Cell Console</i>	44
Gambar 3.7 <i>Deep Meter</i>	44
Gambar 3.8 Tools Dimensi YA	44
Gambar 3.9 <i>Filler Gauge</i>	45
Gambar 3.7 <i>Shim D48</i>	45
Gambar 4.1 Kurva <i>Engine Gas Temperature</i> (EGT) Terhadap Setiap <i>Engine Serial Number</i> (ESN)	46
Gambar 4.2 Diagram Pencar (<i>Scatter Plot</i>) uji linearitas hubungan dimensi ketebalan <i>Shim D48</i> Terhadap nilai <i>Exhaust Gas Temperature Margin</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi teknis pesawat B-737 NG	7
Tabel 2.2 Karakteristik Engine CFM56-7B	18
Tabel 2.3 Koefisien Korelasi	30
Tabel 4.1 Parameter Perhitungan Shim D48	47
Tabel 4.2 Perhitungan Dimensi Shim D48	48
Tabel 4.3 Data Dimensi Shim D48 Dan Nilai <i>Engine Gas Temperature Margin</i> (EGTM)	49
Tabel 4.4 Tabel Pembantu Perhitungan Koefisien Korelasi Pearson	50
Tabel 4.5 Distribusi Normal	53
Tabel 4.6 Uji Linearitas	54
Tabel 4.7 Nilai korelasi Pearson Dimensi Shim D48 terhadap EGT	55

