

TUGAS AKHIR

**ANALISA PERHITUNGAN PENURUNAN TEMPERATUR
PADA COOLING TURBINE
DI BEBERAPA KONDISI KETINGGIAN TERBANG
PADA PESAWAT FOKKER 100**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai

Gelar Strata Satu (S-1)

Disusun Oleh :

NAMA : RIZKI PRIADI

NIM : 01398 – 080



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2005

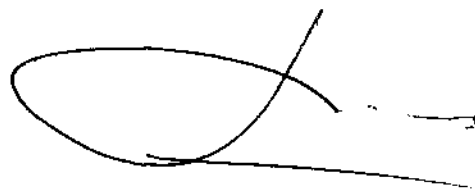
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Rizki Priadi
Nim : 01398 - 080
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Perhitungan Penurunan Temperatur Pada
Cooling Turbine Di Beberapa Kondisi Ketinggian
Terbang Pada Pesawat Fokker 100

Jakarta, Juli 2005

Menyetujui



(Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc)
Pembimbing Utama

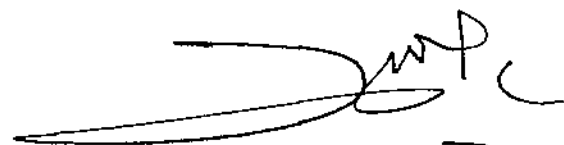
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Rizki Priadi
Nim : 01398 - 080
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Perhitungan Penurunan Temperatur Pada
Cooling Turbine Di Beberapa Kondisi Ketinggian
Terbang Pada Pesawat Fokker 100

Jakarta, Juli 2005

Menyetujui



(Ir. Torik Husein MT)
Pembimbing Pendamping

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Rizki Priadi
Nim : 01398 - 080
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Perhitungan Penurunan Temperatur Pada
Cooling Turbine Di Beberapa Kondisi Ketinggian
Terbang Pada Pesawat Fokker 100

Jakarta, Juli 2005

Menyetujui

2/5/2005



(Ir. Ariosuko)
Koordinator Tugas Akhir

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Rizki Priadi
Nim : 01398 - 080
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir :

**“Analisa Perhitungan Penurunan Temperatur Pada
Cooling Turbine Di Beberapa Kondisi Ketinggian
Terbang Pada Pesawat Fokker 100”**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan salinan atau duplikat dari orang lain, kecuali pada bagian yang telah disebutkan sumbernya.

Jakarta, Juli 2005

Penulis

(Rizki Priadi)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkah rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak. Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc selaku Dosen pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, petunjuk dan kepercayaan kepada penulis mulai dari awal penulisan sampai selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bapak. Ir. Torik Husein MT, selaku Dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan dan perbaikan.
3. Bapak. Ir. Ariosuko selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak. H. Moch. Amrin Amin, selaku Chief Maintenance PT. Pelita Air Service.
5. Bapak. Ir. Srie Haryono, MM, selaku Chief Engineering PT. Pelita Air Service.
6. Bapak. Ir. Mansusman Maison, SE, selaku Pembimbing di PT. Pelita Air Service.
7. Seluruh staff dan karyawan PT. Pelita Air Service.
8. Para Dosen dan karyawan di jurusan teknik mesin Universitas Mercu Buana.

9. Bapak dan Ibuku tercinta yang telah memberikan dukungan do'a dan dukungan moril serta materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah dan penulisan tugas akhir ini dengan baik
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin, terutama kepada Bapak Arief Zulfikar, ST, yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Ibu Nurul Hilda, Amd, yang selalu dukung spirit dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Bapak Dwi Yanto dan Bapak Heru yang mendampingi saya dalam penulisan tugas akhir ini.

Semoga hasil studi ini dapat bermanfaat atau paling tidak sebagai wacana dan penambah wawasan mahasiswa Teknik Mesin bahkan siapapun yang telah menyempatkan untuk membaca tulisan ini.

Jakarta, Juli 2005

Penulis

(Rizki Priadi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi-vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix-xii
NOMEN KLATUR	xiii-xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi-xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Tujuan	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Metode Penulisan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TEORI DASAR	1
2.1 Turbin Gas	1
2.2 Prinsip Dasar Mesin Turbo Fan	2
2.2.1. Hukum Charles	2
2.2.2 Hukum Boyle	3
2.2.3 Hukum Bernoulli	3
2.2.4 Hukum Termodinamika I	3
2.2.5 Hukum Termodinamika II	4
2.2.6 Hukum Newton I	4
2.2.7 Hukum Newton II	5
2.2.8 Hukum Newton III	6
2.3 Kontruksi Kompresor Pesawat Terbang	7
2.3.1 Kompresor Aksial	8
2.3.2 Kompresor Sentrifugal	12

2.4	Bagian Kompresi Pada Pesawat Terbang.....	14
2.5	Siklus Brayton.....	15
2.5.1	Open Cycle.....	16
2.5.2	Closed Cycle.....	17
2.6	Landasan Teori.....	19
2.6.1	Perpindahan Panas.....	19
2.6.2	Siklus Refrigerasi Gas.....	24
2.7	Gambaran Umum AC di Pesawat Terbang.....	25
2.8	Cara Kerja Air Cycle Machine dan Fungsi.....	27
2.8.1	Cara Kerja Air Cycle Machine.....	27
2.8.2	Main Valve.....	29
2.8.3	Heat Exchanger.....	30
2.8.4	Cooling Turbine.....	30
2.8.5	Katup Anti Es.....	31
2.8.6	Water Separator.....	32
2.8.7	Refrigeration Unit Bypass Valve.....	33
2.9	Sistem Kontrol dan Peringatan AC pada Engine.....	34
2.10	Rumus Perhitungan Yang digunakan.....	38
2.10.1	Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam fan.....	38
2.10.2	Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari fan.....	39
2.10.3	Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam kompresor.....	41
2.10.4	Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Kompresor.....	42
2.10.5	Perhitungan Kondisi Udara Pada Heat Exchanger.....	43
2.10.6	Perhitungan Kondisi Udara Pada Cooling Turbine.....	44
BAB III	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	1
3.1	Data Perhitungan Thermodinamika.....	1
3.2	Perencanaan Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine.....	2
3.3	Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada kondisi Sea Level.....	3
3.3.1	Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Fan.....	3
3.3.2	Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Fan.....	5
3.3.3	Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Kompresor.....	6
3.3.4	Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Kompresor.....	8
3.3.5	Perhitungan Kondisi Udara Pada	

Heat Exchanger	9
3.3.6 Perhitungan Kondisi Udara Pada Cooling Turbine	11
3.4 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada kondisi Ketinggian 40.000 ft	13
3.4.1 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Fan	13
3.4.2 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Fan	14
3.4.3 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Kompresor	15
3.4.4 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Kompresor	16
3.4.5 Perhitungan Kondisi Udara Pada Heat Exchanger	18
3.4.6 Perhitungan Kondisi Udara Pada Cooling Turbine	19
3.5 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada kondisi Ketinggian 60.000 ft	21
3.5.1 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Fan	21
3.5.2 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Fan	22
3.5.3 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Kompresor	23
3.5.4 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Kompresor	24
3.5.5 Perhitungan Kondisi Udara Pada Heat Exchanger	26
3.5.6 Perhitungan Kondisi Udara Pada Cooling Turbine	27
3.6 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada kondisi Ketinggian 80.000 ft	29
3.6.1 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Fan	29
3.6.2 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Fan	30
3.6.3 Perhitungan Kondisi Udara Yang Masuk ke Dalam Kompresor	31
3.6.4 Perhitungan Kondisi Udara Yang ke Luar dari Kompresor	32
3.6.5 Perhitungan Kondisi Udara Pada Heat Exchanger	34
3.6.6 Perhitungan Kondisi Udara Pada Cooling Turbine	35

BAB IV ANALISA PENURUNAN TEMPERATUR PADA COOLING TURBINE	1
4.1 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada Kondisi Sea Level	1
4.2 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada Kondisi Ketinggian 40.000 ft	5
4.3 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada Kondisi Ketinggian 60.000 ft	8
4.4 Perhitungan Penurunan Temperatur Pada Cooling Turbine pada Kondisi Ketinggian 80.000 ft	11
4.5 Analisa Penurunan Temperatur Cooling Turbine Pada Pesawat Terbang Fokker 100.....	15
 BAB V PENUTUP	 1
5.1 Simpulan.....	1
5.2 Saran	2
 DAFTAR PUSTAKA	 xviii
 LAMPIRAN	 xix

Nomen Klatur

Simbol	Keterangan	Satuan
C_p	Panas jenis udara pada tekanan tetap	: kJ/kg.K
g	Gaya grafitasi bumi	: 9,81 m/s ²
m	Massa	: kg
M	Mach number	: --
P_a	Tekanan ambient	: kPa
P_{rHCT}	Rasio tekanan pada cooling turbin	: --
P_{rHE}	Rasio tekanan pada heat exchanger	: --
P_2	Tekanan udara masuk kedalam kompresor	: kPa
P_{2s}	Tekanan keluar kompresor pada kondisi Isentropik	: kPa
P_3	Tekanan yang masuk kedalam heat exchanger	: kPa
P_4	Tekanan yang keluar dari heat exchanger	: kPa
R	Tetapan gas	: J/mol ⁰ k
T	Suhu	: K
T_a	Temperatur ambient	: K
T_2	Temperatur udara yang masuk kedalam kompresor	: K
T_{3s}	Temperatur yang keluar dari heat exchanger pada kondisi isentropik)	: K

T_3	Temperatur yang keluar dari heat exchanger	: K
T_4	Temperatur yang keluar dari cooling turbin	: K
γ	Berat jenis udara	: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
γ_c	Panas jenis spesifik udara pada kompresor	: $\frac{\text{N}}{\text{m}^3}$
γ_d	Panas jenis spesifik udara pada diffuser	: $\frac{\text{N}}{\text{m}^3}$
η_d	Efisiensi adiabatik pada diffuser	: --
η_{HE}	Efisiensi heat exchanger	: --
π_c	Rasio tekanan kompresor	: --

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
3.1 Turbojet Calculation Parameters.....	III-2
3.2 Bypass Fan Characteristics	III-3
4.1 Data Hasil Analisa Perhitungan.....	IV-15

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Siklus Kerja Cooling Turbine Pesawat Terbang	I-6
2.1 Engine Compressor Rolls Royce Tay 650-15.....	II-7
2.2 Tipe kompresor aliran aksial	II-9
2.3 Komponen kompresor aliran aksial	II-9
2.4 Stator dan rotor.....	II-10
2.5 Tekanan pada kompresor arus aksial	II-11
2.6 Tipe kompresor aliran sentrifugal.....	II-12
2.7 Impeller pemasukan berganda dengan bilah induser	II-13
2.8 Komponen kompresor sentrifugal.....	II-13
2.9 Komponen kompresor aliran sentrifugal	II-13
2.10 Sistem turbin gas sederhana.....	II-16
2.11 Sistem turbin gas terbuka pada pesawat.....	II-17
2.12 Sistem tertutup pada turbin gas	II-17
2.13 Siklus Brayton udara standar	II-18
2.14 Sketsa arah aliran fluida di dalam komponen pemindah panas dan pemakaian baffle.....	II-20
2.15 Sketsa aliran fluida di dalam heat exchanger	II-22
2.16 Siklus refrigerasi udara	II-24
2.17 Unit siklus udara dalam sisten refrigerasi gas	II-25
2.18 Air cycle machine Rolls Royce Tay 650-15	II-28

2.19 Katup utama	II-29
2.20 Heat Exchanger	II-30
2.21 Cooling Turbine	II-31
2.22 Katup pelebur es	II-31
2.23 Water Separator	II-32
2.24 Katup penyampur	II-33
2.25 Control panel di kokpit	II-37
2.26 Siklus refrigerasi udara	II-38
4.1 Gambar Grafik Penurunan Temperatur pada Cooling Turbine ...	IV-15