UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xxxvi
DAFTAR LAMPIRAN xxxviii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL xli
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN liv
DIAGRAM ALIR PENULISAN TUGAS AKHIR lxxxvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Dasar Pemikiran 4
1.4. Tujuan Penelitian 5
1.5. Metodologi Penelitian 5
1.5.1. Metode Penelitian 6
1.5.2. Sistematika Penelitian 7
1.5.3. Kendala Penelitian 19
1.6. Manfaat Penelitian 21
1.7. Tinjauan Pustaka 24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pembagian Jenis Pesawat Terbang 28
2.1.1. Pembagian Jenis Pesawat Terbang menurut Berat Lepas Landas 28
2.1.2. Pembagian Jenis Pesawat Terbang menurut Kelas 28
2.2. Desain Pesawat Terbang 40
2.2.1. Desain Konsep (*conceptual design*) 40
2.2.2. Desain Mula (*Preliminary design*) 40
2.2.3. Desain Detil (*detail design*) 41
2.3. Keselamatan Penerbangan dan Peraturan Operasional (*Civil Airwothiness and Operational Rules*) 42
2.3.1. Umum 42
2.3.2. FAR dan BCAR 42
2.4. Teori-Teori Dasar 43
2.4.1. Hukum Newton 43
2.4.2. Momentum Linier 45
2.4.3 Impuls 46
2.4.4 Perubahan Momentum 46
2.4.5. Hukum Termodinamika Dasar 47
2.4.6. Prinsip Kekekalan Massa *(Mass Conservation principle)* 47
2.4.7. Persamaan Kontinuitas 48
2.4.8. Persamaan Bernoulli 48
2.4.9. Bilangan Reynolds 52
2.4.10. Gaya Hambat (*Drag*) 53
2.4.11. Gaya Angkat (*Lift*) 53
2.4.12. Koefisien Hambat (*Coeficient of Drag*) 54
2.4.13. Koefisien Angkat (*Coeficient of Drag*) 54
2.4.14. Bilangan Mach 54
2.4.15. Siklus Brayton 57
2.4.16. Siklus Motor Turbin Gas Ideal (*Ideal Gas Turbine engine Cycle*) 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4.17.Landasan Teori Analisa Energi Siklus Tertutup Motor Turbin Gas 60

2.4.18.Landasan Teori Analisa Energi Siklus Terbuka Motor Jet 61

2.4.19.Kerja Maksimum dan Efisiensi Propulsif 63

BAB III JENIS-JENIS SISTEM PENGGERAK PADA PESAWAT TERBANG

3.1. Sistem Propulsi 66

3.1.1. Motor Resiprok (*Reciprocating Engine*) 66

3.2. Motor penggerak jet (*Gas Turbine Engine*) 70

3.2.1. Motor Turbojet 76

3.2.2. Motor Turbofan 81

3.2.3. Motor Turboprop 91

3.2.4. Motor Turboshaft 94

3.2.5. Motor Ramjet 96

3.3. Keuntungan dan Kerugian Motor Turbin Gas sebagai Penggerak Utama 99

3.3.1. Keuntungan Motor Turbin Gas sebagai Penggerak Utama 99

3.3.2. Kerugian Motor Turbin Gas sebagai Penggerak Utama 100

3.4. Perbedaan Dasar antara Motor Turbin Gas terhadap Motor Resiprok 101

3.4.1. Aerodinamis 101

3.4.2. Berat 102

3.4.3. Konsumsi Bahan Bakar 102

3.4.4. Output 102

3.4.5. Umum 103

3.5. Perbandingan dan Evaluasi antara Motor Turbojet, Turboprop dan Turbofan 103

3.5.1. Karakteristik dan Penggunaan Motor Turbojet 103

3.5.2. Karakteristik dan Penggunaan Motor turboprop 103

3.5.3. Karakteristik dan Penggunaan Motor turbofan 104

BAB IV DESKRIPSI UMUM PESAWAT TERBANG B-737

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1. Lintasan Sejarah Boeing 737 105
4.2. Karakteristik Pesawat Terbang B-737-400 107
4.2.1. Sayap dan Ekor Pesawat Terbang 107
4.2.2. Komponen Penaik Gaya Angkat (*High Lift Devices*) 109
4.3. Dimensi dan Area Pesawat Terbang B-737-400 111
4.3.1. Fuselas (*Fuselage*) 111
4.3.2. Deskripsi dan Operasi Nasel/Pilon 124
4.3.3. Deskripsi dan Operasi Nasel Penopang (*Strut*) 127
4.4. Desain prestasi Pesawat Terbang B-737-400 129
4.4.1. Berat Kotor Maksimum (*Maximum Gross Weight*) B-737-400 129
4.4.2. Motor Turbin Gas sebagai Penggerak Pesawat Terbang B-737-400 129
4.4.3. Penumpang (*Passenger*) B-737-400 130
4.4.4. Volume Angkut Bawah B-737-400 130
4.4.5. Kapasitas Kecepatan 130

BAB V DESKRIPSI UMUM TURBIN GAS CFM56-3C1

5.1. Spesifikasi Motor Turbin Gas CFM56 131
5.1.1. Komponen Utama Turbin Gas CFM56 131
5.1.2. Perincian Motor Turbin Gas (*Engine Breakdown*) 134
5.1.3. Identifikasi Flens (*Flange*) 137
5.1.4. Filosofi Tempat Oli (*Sump Philosophy*) 138
5.1.5. Stasiun Aerodinamik 139
5.2. Karakteristik Komponen Motor Turbin Gas CFM56-3C1 142
5.2.1. Modul Utama Fan (*Fan Major Module*) 143
5.2.2. Perakitan Modul Utama Inti (*Core Major Module Assembly*) 146
5.2.3. Modul Turbin bertekanan Rendah (*Low Pressure Turbine Module*) 150
5.2.4. Sistem Penggerak Aksesoris (*Accessory Drive System*) 152

BAB VI PEMBATASAN MASALAH

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.1. Geometri Sayap dan Airfoil 154
6.2. Airfoil Gaya Angkat (*Lift*) dan Gaya Hambat (*Drag*) 154
6.2.1. Stol Airfoil Gemuk (*Fat Airfoil Stall*) 159
6.2.2. Stol Airfoil lebih Kurus (*Thinner Airfoil Stall*) 160
6.2.3. Stol Airfoil sangat Kurus (*Very Thin Airfoil Stall*) 160
6.3. Jenis Airfoil 163
6.4. Perbandingan Ketebalan Airfoil (*Airfoil Thickness Ratio*) 176
6.5. Geometri Sayap (*Wing Geometry*) 176
6.6. Perbandingan Aspek (*Aspect Ratio,AR*) 178
6.7. Tekukan Sayap (*Wing Sweep*) Λ 181
6.8. Perbandingan Keruncingan/Taper *(Taper Ratio)* 184
6.9. Goyangan [*Twist* ($0^0 - 5^0$)] 185
6.10. Batas Pengaruh Sayap (*Wing Incidence*) 186
6.11 Dihedral 187
6.12. Lokasi Vertikal Sayap (*Wing Vertical Location*) 189
6.12.1. Sayap-Atas (*High Wing*) 189
6.12.2. Sayap-Tengah *(Mid-Wing)* 191
6.12.3. Sayap-Bawah *(Low Wing)* 192
6.13. Ujung Sayap (*Wingtip*) 193
6.14. Rangkuman Data Aerodinamik untuk Kalkulasi 195

BAB VII PROPULSI

7.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi Gaya Dorong (*Factor affecting Thrust*) 197
7.1.1. Efek rpm (*Rpm Effect*) 198
7.1.2. Efek Kecepatan (*Speed Effect*) 198
7.1.3. Efek Temperatur (*Temperature Effect*) 199
7.1.4. Efek Tekanan (*Pressure Effect*) 202
7.1.5. Efek Densitas (*Density Effect*) 204
7.1.6. Efek Humiditas/Kelembaban (*Humidity Effect*) 206
7.1.7. Efek Kecepatan Suara (*Speed of Sound Effect*) 207

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.2. Kinerja Motor Turbofan CFM56-3C1 saat Lepas Landas, menurut Teori Dasar Siklus Propulsi Motor Jet (*Jet Engine Propulsion Cycle*) 214
7.2.1. Proses 1-2 : Kompresi Isentropis Gas Ideal pada Difuser 214
7.2.3. Proses 2-3 : Kompresi Isentropis gas Ideal pada Kompresor 217
7.2.3. Proses 3-4 : Terjadinya Pembakaran dalam Ruang Pembakaran (*Combustion Chamber*) 218
7.2.4. Proses 4-5 : Ekspansi Isentropis Gas Ideal pada Turbin 218
7.2.5. Deviasi Siklus Motor Turbin Gas Aktual dari Kondisi Ideal pada Ruang Pembakaran (*Combustion Chamber*) 219
7.2.6. Proses 5-6 : Ekspansi Isentropis Gas Ideal pada Nosel (*Nozzle*) 220
7.2.7. Proses 6-1 : Gas Buang (Exhaust Gas) pada Saluran Keluar Nosel (*Discharge Nozzle*) 221
7.2.8. Analisa berdasarkan Teori Siklus Terbuka Motor Turbin Gas 222
7.2.9. Analisa berdasarkan Teori Siklus Terbuka Motor Turbin Gas 224
7.3. Analisa Proses Pembakaran pada Ruang Pembakaran (*Combustion Chamber*) Motor Turbin Gas CFM56-3 227
7.3.1. Sistem Bahan Bakar CFM56-3C1 227
7.3.2. Kontrol Bahan Bakar Motor (*Engine Fuel Control*) 229
7.3.3. Analisa Stoikiometris Bahan Bakar JP-4 Pada Motor Turbofan CFM56-3C1 230
7.3.4. Analisa Reaksi Pembakaran Bahan Bakar JP4 pada motor Turbin Gas CFM56-3C1 233
7.4. Analisa Komponen Motor Turbin Gas 234
7.4.1. Saluran Masuk Udara (*Air Inlet Duct*) 235
7.4.2. Seksi Fan pada Motor Turbofan 246
7.4.3. Kompresor (*compressor*) 249
7.4.4. Seksi difuser dan Pengeluaran Udara (*Diffuser Section and Airbleed*) 269
7.4.5. Seksi Pembakar (*Burner Section*) 272
7.4.6. Turbin (*turbines*) 280

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.4.7. Saluran Buang (*Exhaust Duct*) 296
7.4.8.Pembalik Gaya Dorong (*Thrust Reversers*) 301
7.5. Rumus-rumus yang digunakan dalam Perhitungan Prestasi Motor Turbofan CFM56-3C1 308
7.5.1.Analisa Siklus Parametrik Realistik Motor Turbofan dengan Metode Jalur Aliran Buang Terpisah (*Separate Exhaust Streams*) berdasarkan Rugi-Rugi Motor (*Engine Losses*) 309
7.5.2.Analisa Prestasi Motor Turbofan dengan Metode Saluran Buang Terpisah dan Nosel Konvergen (*Separate Exhaust and Convergent Nozzle*) 327

BAB VIII AERODINAMIKA, STABILITAS DAN KONTROL

8.1. Aerodinamika 354
8.1.1.Gaya Angkat (*lift*) 354
8.1.2.Gaya Hambat (*drag*) 358
8.2. Perhitungan Koefisien Gaya Angkat (*lift*) 363
8.2.1.Sayap (*wing*) 364
8.2.2.Ekor Horisontal (*horizontal tail*) 370
8.3. Perhitungan Koefisien Gaya Hambat (*drag coefficient*) 373
8.3.1.Gaya Hambat Parasit (*parasite drag/zero lift drag*) 373
8.4. Stabilitas dan Kontrol 385
8.4.1.Stabilitas 385
8.4.2.Stabilitas Statis Longitudinal 389
8.4.3.Stabilitas Statis Lateral-Directional 400
8.4.4.Analisa Trim (*trim analysis*) 402

BAB IX REKALKULASI PRESTASI MOTOR TURBOFAN CFM56-3C1 PADA PESAWAT TERBANG BOEING B-737-400

9.1. Diagram Alir (*flowchart*) 406
9.2. Kompilasi Formula Data Input dan Proses Kalkulasi Motor Turbofan CFM56-3C1 pada Pesawat Terbang B-737-400 422

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

9.2.1.Data Input Prestasi Motor Turbofan CFM56-3C1 422
9.2.2.Proses dan Hasil Kalkulasi Prestasi Motor Turbofan CFM56-3C1 447
9.2.3.Data Input Prestasi Pesawat Terbang B-737-400 469
9.2.4.Proses dan Hasil Prestasi Pesawat Terbang B-737-400 509
9.3 Mekanisme Penerbangan dan Prestasi Aerodinamika Pesawat Terbang B-737-400 551
9.3.1.Persamaan Gerak dalam Mekanisme Penerbangan Translasional dua-dimensi 551
9.3.2. Konfigurasi Penerbangan Pesawat Terbang Boeing B-737-400
9.4. Kalkulasi Prestasi Motor Turbofan CFM56-3C1 pada Pesawat Terbang B-737-400 saat Lepas Landas (*take-off*) 551
9.4.1.Data Input 551
9.4.2.Proses dan Kalkulasi 561
9.5. Kalkulasi Prestasi Motor Turbofan CFM56-3C1 pada Pesawat Terbang B-737-400 saat Jelajah (*cruise*) 615
9.5.1.Data Input 615
9.5.2.Proses dan Kalkulasi 625

BAB X PENUTUP

10.1. Kesimpulan 672
10.2. Saran 674

BAB XI BAGIAN AKHIR

11.1. Daftar Pustaka 675
11.2. Lampiran 680

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1.	Motor turbin gas di CFM56-3C1 setelah dilepas dari pesawat terbang B-737-400 di lokasi hangar 2 PT.*GMF. Aero Asia* untuk dilakukan pemeriksaan	8
Gambar 1. 2.	Kabin pengujian motor turbin gas di *engine test cell PT.GMF. Aero Asia*	9
Gambar 1. 3.	Pengendali daya dorong (*thrust lever*) disebelah kiri dan pengatur pasokan bahan bakar ke ruang pembakaran (*combustion chamber*) disebelah kanan	10
Gambar 1. 4.	Kabin pengujian unit daya pembantu (*auxiliary power unit/APU*) di *engine test cell PT.GMF. Aero Asia*	10
Gambar 1. 5.	Kegiatan perawatan, pemeriksaan dan perbaikan komponen motor turbin gas di lokasi *Engine Shop* PT.*GMF. Aero Asia*	11
Gambar 1. 6.	Kegiatan perawatan, pemeriksaan dan perbaikan pesawat terbang di lokasi hangar 3 PT.*GMF. Aero Asia*	12
Gambar 1. 7.	Tampilan aplikasi program kalkulasi prestasi motor turbin gas dan kinerja gaya aerodinamika pesawat terbang	13
Gambar 1. 8.	Tampilan depan aplikasi program	14
Gambar 1. 9.	Tampilan pelacakan dimensi parameter sayap pada pesawat terbang	15
Gambar 1. 10.	Tampilan grafik aliran udara (*airflow*) pada motor turbin gas	15
Gambar 1. 11.	Tampilan pilihan (*option*) program	16
Gambar 1. 12.	Tampilan tempelan (*embedding*) simulasi kokpit B-737-400	17
Gambar 1. 13.	Tampilan program pembuka dengan notifikasi otomatis	17

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(*autorun*)

Gambar 1. 14. Tampilan panduan (*guide*) performa program 18

Gambar 1. 15. Tampilan *video clip* animasi pesawat terbang B-737-400 18

Gambar 1. 16. Tampilan contoh animasi B-737-400 20

Gambar 2. 1. *Glider DG-505M* (CD BRITANNICA, 1999) 29

Gambar 2. 2. Pesawat layang bermesin *(Sailplane powered)* 29

Gambar 2. 3. DHC-6 twinotter (CD BRITANNICA, 1999) 30

Gambar 2. 4. Pesawat terbang rakitan perorangan berbahan komposit *(Homebuilt- composite)* 31

Gambar 2. 5. Pesawat terbang umum bermotor tunggal (General aviation-single engine) (CD BRITANNICA, 1999) 31

Gambar 2. 6. Pesawat terbang umum bermotor ganda (*General aviation-double engine*) 32

Gambar 2. 7. Pesawat terbang untuk tujuan pertanian (Agricultural Aircraft) (CD BRITANNICA, 1999) 33

Gambar 2. 8. *Beech Star Ship* (*Kroes and Raydon*, 1993 : 110) 33

Gambar 2. 9. *Searey Ex* 34

Gambar 2. 10. *Seaplane* (CD BRITANNICA, 1999) 34

Gambar 2. 11. Tim akrobatik Inggris *Red Arrow* sedang melakukan demonstrasi udara menggunakan pesawat terbang *Hawk* 200 35

Gambar 2. 12. T-50 35

Gambar 2. 13. *Lockheed Martin* C-5 *Galaxy* 36

Gambar 2. 14. *Boeing* B-52 *Stratofortress* 36

Gambar 2. 15. *Boeing* F/A-18 *Hornet* 38

Gambar 2. 16. *Boeing* B-52 *Stratofortress* 38

Gambar 2. 17. *Aerospatiale*/BAC *Concorde* 39

Gambar 2. 18. *Antonov* An-124-100 39

Gambar 2. 19. Aplikasi Hukum Newton pertama pada gerak pesawat 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terbang (NASA.com, 2000)

Gambar 2. 20. Aplikasi Hukum Newton kedua pada gerak pesawat terbang (NASA.com, 2000) 44

Gambar 2. 21. Aplikasi Hukum Newton ketiga pada gerak pesawat terbang (NASA.com, 2000) 45

Gambar 2. 22. Hukum kekekalan momentum (NASA.com, 2000) 46

Gambar 2. 23. Aliran fluida pada pipa inkompresibel 48

Gambar 2. 24. Persamaan Bernoulli (NASA.com, 2000) 48

Gambar 2. 25. Perubahan Distribusi Tekanan dan kecepatan terhadap area *inlet* dan *exhaust* dari nosel dan difuser 49

Gambar 2. 26. Tabung pitot (NASA.com, 2000) 52

Gambar 2. 27. Sudut Mach (NASA.com, 2000) 55

Gambar 2. 28. Proses penembusan kecepatan suara (CD BRITANNICA, 1999) 56

Gambar 2. 29. Kemiringan gelombang kejut (*Oblique shock waves*) (NASA.com, 2000) 56

Gambar 2. 30. Proses siklus terbuka 57

Gambar 2. 31. Siklus ideal motor turbin gas (Burghardt, 1978 : 367) 58

Gambar 2. 32. Perbandingan antara siklus terbuka dan siklus tertutup (Burghardt, 1978) 59

Gambar 2. 33. *Backwork Ratio* 60

Gambar 3. 1. *North American P-51 Mustang* (NASA.com, 2000) 67

Gambar 3. 2. Jenis-jenis *piston engine* (jumlah silinder bukan sebenarnya) 68

Gambar 3. 3. *Republic P-47 Thunderbolt* 69

Gambar 3. 4. *Supermarine Spitfire* 70

Gambar 3. 5. *Douglas A-1 Skyraider* 70

Gambar 3. 6. Penampang jenis motor jet penggerak (NASA.com, 2000) 73

Gambar 3. 7. Penampang aliran udara (airflow) jenis motor jet penggerak (CD BRITANNICA, 1999) 73

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 8. Kompresor sentrifugal multi-tingkat (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-9) 75

Gambar 3. 9. Perbandingan efisiensi antara kompresor sentrifugal dan kompresor aksial (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-8) 75

Gambar 3. 10. Aliran udara dalam motor turbojet (CD BRITANNICA, 1999) 76

Gambar 3. 11. Motor turbojet spul tunggal (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-14) 77

Gambar 3. 12. Kondisi temperatur komponen parametris motor turbojet saat pada lepas landas (CD BRITANNICA, 1999) 78

Gambar 3. 13. Kompresor sentrifugal (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988) 78

Gambar 3. 14. Motor turbojet dengan ruang bakar kedua (aferburner) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-18) 79

Gambar 3. 15. Motor turbojet dengan kompresor ganda tanpa ruang bakar kedua (afterburner) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 2-4) 79

Gambar 3. 16. Motor turbojet dengan kompresor tipe aksial berspul ganda (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-15) 80

Gambar 3. 17. *Aerospatiale/BAC Concorde* (CD BRITANNICA, 1999) 80

Gambar 3. 18. *Mc Donnell Douglas F-4 Phantom* 80

Gambar 3. 19. *Grumman A-6E Intruder* 81

Gambar 3. 20. *Mc Donnell-Douglas A-4 Skyhawk* 81

Gambar 3. 21. Skema gaya dorong motor turbofan (NASA.com, 2000) 82

Gambar 3. 22. Motor turbofan dengan kompresor aksial ganda, perbandingan simpang rendah (low bypass ratio) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 :1-18) 83

Gambar 3. 23. Pengujian motor turbin gas *Douglas F/A-18A Hornet* 84

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 24. Motor turbofan dengan ruang bakar kedua (afterburner) dan perbandingan simpang rendah (low by-pass ratio) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-18) 84

Gambar 3. 25. Motor turbofan dengan ruang bakar kedua (afterburner) dan kompresor ganda (United Technologies Pratt and Whitney, 1988 : 2-4) 85

Gambar 3. 26. Motor turbofan berkompresor ganda tanpa ruang bakar kedua (afterburner) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 2-4) 86

Gambar 3. 27. Seksi utama (high motor turbofan) dengan perbandingan simpangan rendah (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-1) 87

Gambar 3. 28. Motor turbofan bersaluran maju (*advanced ducted emgines*) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 :1-21) 88

Gambar 3. 29. Propfan kontra-rotasi (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-21) 88

Gambar 3. 30. Propfan rotasi-tunggal (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-21) 89

Gambar 3. 31. Motor turbofan berperbandingan simpang rendah (low by-pass ratio) dengan saluran pendek (short duct) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-21) 89

Gambar 3. 32. *Lockheed Martin F-117 Nighthawk* 90

Gambar 3. 33. *Northrop Grumman B-2A Spirit* 90

Gambar 3. 34. Motor turboprop dengan propeler kemudi langsung (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-15) 91

Gambar 3. 35. Motor turboprop PT6, aliran balik , desain turbin bebas (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-16) 92

Gambar 3. 36. *Airbus A-400* 93

Gambar 3. 37. *N-22B Nomad* 93

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 38. C130J 94

Gambar 3. 39. *Northrop Grumman E-2 Hawkeye* 94

Gambar 3. 40. Aturan gaya angkat pada helikopter (CD BRITANNICA, 1999) 95

Gambar 3. 41. Desain helikopter (CD BRITANNICA, 1999) 95

Gambar 3. 42. *Mc Donnell Douglas AH-64A Apache* 96

Gambar 3. 43. *Mc Donnell Douglas AH-64D Longbow Apache* 96

Gambar 3. 44. *North American X-15 (NASA.com, 2000)* 97

Gambar 3. 45. *Lockheed SR-71 Blackbird* 98

Gambar 3. 46. Motor ramjet (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-22) 99

Gambar 4. 1. Pesawat terbang *Boeing* 737-200 105

Gambar 4. 2. Pesawat terbang *Boeing* 737-400 (GMF, 2000) 106

Gambar 4. 3. Sayap pesawat terbang *Boeing* 737-400 108

Gambar 4. 4. Slat pada sayap pesawat terbang *Boeing* 737-400 108

Gambar 4. 5. Tepi belakang (*trailing edge*) pesawat terbang *Boeing* 737-400 110

Gambar 4. 6. *Whitcomb bump* pada sayap pesawat terbang *Boeing* 737-400 110

Gambar 4. 7. Konfigurasi pembagian kelas penumpang pesawat terbang *Boeing* 737-400 111

Gambar 4. 8. Konfigurasi ruang dan kabin pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 111

Gambar 4. 9. Perakitan stasiun fuselas pesawat terbang *Boeing* 737-400 112

Gambar 4. 10. Interior kabin penumpang pesawat terbang *Boeing* 737-400 112

Gambar 4. 11. Dimensi utama pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 114

Gambar 4. 12. Bidang acuan utama pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 115

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 13. Penampang stasiun sayap pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 116

Gambar 4. 14. Penampang bidang sayap dan stabiliser horisontal pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 117

Gambar 4. 15. Penampang stabiliser vertikal dan stasiun kemudi (*rudder*) pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 118

Gambar 4. 16. Penampang stasiun motor dan nasel pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 122

Gambar 4. 17. Penampang nasel/pilon motor pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 123

Gambar 4. 18. Penampang stasiun penopang (*strut*) motor pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 (*Boeing proprietary*, 2002) 124

Gambar 4. 19. Penopang (*strut*) pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 (tampak depan) 125

Gambar 4. 20. Penopang (*strut*) pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 (tampak samping) 125

Gambar 4. 21. Penopang (strut) pada pesawat terbang Boeing 737-400 (tampak atas) 126

Gambar 4. 22. Instalasi motor turbin gas CFM56-3C1 pada pesawat terbang *Boeing* 737-400 127

Gambar 5. 1. Penampang desain motor turbin gas CFM56-3C1 (CFM56.com) 131

Gambar 5. 2. Kotak transmisi roda gigi aksesoris (CFM56.com) 132

Gambar 5. 3. Dimensi luar motor turbin gas CFM56-3C1 (*Boeing proprietary*, 2002) 133

Gambar 5. 4. Konstruksi motor turbin gas CFM56-3C1 (*Boeing proprietary*, 2002) 134

Gambar 5. 5. Penampang sistem udara motor turbin gas CFM56-3C1 135

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(*Boeing proprietary*, 2002)

Gambar 5. 6. Penampang komponen motor turbin gas CFM56-3C1 (*Boeing proprietary*, 2002) 136

Gambar 5. 7. Flens pada motor turbin gas CFM56-3C1 (*Boeing proprietary*, 2002) 137

Gambar 5. 8. Filosofi tempat oli pada motor turbin gas CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 1995) 138

Gambar 5. 9. Skema aliran udara pada motor turbin gas CFM56-3C1 (CFM56.com) 140

Gambar 5. 10. Konsep aliran udara primer dan sekunder CFM56-3C1 (CFM56.com) 140

Gambar 5. 11. Stasiun aerodinamik motor turbofan CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 1995) 141

Gambar 5. 12. Desain parameter motor turbofan CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002) 141

Gambar 5. 13. Konsep modul motor turbofan CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002) 143

Gambar 5. 14. Motor turbofan CFM56-3C1 144

Gambar 5. 15. Penampang seksi fan motor turbofan CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002) 145

Gambar 5. 16. Penampang seksi inti (*core*) motor turbofan CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002) 145

Gambar 6. 1. Simulasi terjadinya sirkulasi pada sebuah airfoil 155

Gambar 6. 2. Aliran fluida pada papan datar 156

Gambar 6. 3. Aliran udara pada sebuah papan berkamber 157

Gambar 6. 4. Efek sirkulasi pada tabung silinder 157

Gambar 6. 5. Gaya yang terjadi pada bola yang berputar (NASA.com, 2000) 158

Gambar 6. 6. Gaya hambat pada beberapa bentuk geometri pejal (NASA.com, 2000) 159

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6. 7. Simulasi aerodinamika pada kendaraan bermotor (CD BRITANNICA, 1999) 159

Gambar 6. 8. Simulasi terjadinya proses stol pada sebuah airfoil menurut sejumlah sudut serang (*angle of attack*) 161

Gambar 6. 9. Simulasi terjadinya aliran turbulen pada sebuah airfoil 162

Gambar 6. 10. Goyangan ujung sayap (*wingtip twist*) (*Kroes and Raydon*, 1993 : 94) 163

Gambar 6. 11. Beberapa jenis airfoil (Raymer, 1989 : 39) 164

Gambar 6. 12. Hubungan antara gaya angkat, gaya hambat dan angin relatif (*Kroes and Raydon*, 1993 : 67) 165

Gambar 6. 13. Lapis batas (*boundary layer*) pada sebuah airfoil (*Kroes and Raydon*, 1993 : 65) 165

Gambar 6. 14. Gerak aliran udara dari permukaan bawah bertekanan tinggi ke permukaan bawah bertekanan rendah pada sebuah airfoil (*Kroes and Raydon*, 1993 : 84) 166

Gambar 6. 15. Perbandingan aliran supersonik antara airfoil konvensional dan airfoil superkritis (*Kroes and Raydon*, 1993 : 97) 166

Gambar 6. 16. Formasi gelombang kejut (*Kroes and Raydon*, 1993 : 72) 167

Gambar 6. 17. Pola aliran transonik (*Kroes and Raydon*, 1993 : 71) 167

Gambar 6. 18. Terjadinya aliran supersonik pada airfoil subsonik(*Kroes and Raydon*, 1993 : 95) 168

Gambar 6. 19. Bentuk airfoil jenis NACA 2415 pada sayap pesawat terbang B-737-400 169

Gambar 6. 20. Pandangan 3 dimensi sayap dan ekor pesawat terbang B-737-400 170

Gambar 6. 21. Perbandingan airfoil B-737-400 dan A-15 *Antonov* (CD SNACK, 1999) 171

Gambar 6. 22. Perbandingan airfoil B-737-400 dan B-747-400 (CD SNACK, 1999) 171

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6. 23. Perbandingan airfoil B-737-400 , F-15 dan B-747-400 (CD SNACK, 1999) 172

Gambar 6. 24. Beberapa perubahan bentuk airfoil B-737-400 (CD SNACK, 1999) 172

Gambar 6. 25. Efek tidak menyelipkan nilai pada airfoil A-15 *Antonov* (CD SNACK, 1999) 173

Gambar 6. 26. Efek pengemilinasian *lower cove* pada airfoil F-15 *Eagle* (CD SNACK, 1999) 173

Gambar 6. 27. Airfoil orisinil NACA 2415 B-737-400 (CD SNACK, 1999) 174

Gambar 6. 28. Efek penambahan ketebalan maksimum pada Airfoil B-737-400 (CD SNACK, 1999) 174

Gambar 6. 29. Efek penambahan posisi ketebalan maks. pada Airfoil B-737-400 (CD SNACK, 1999) 175

Gambar 6. 30. Efek penambahan tinggi kamber maksimum pada Airfoil B-737-400 (CD SNACK, 1999) 175

Gambar 6. 31. Terminologi airfoil (*Kroes and Raydon*, 1993 : 62) 177

Gambar 6. 32. Posisi MAC (*Kroes* and Raydon, 1993 : 88) 177

Gambar 6. 33. Jenis-jenis sayap pada pesawat terbang (CD BRITANNICA, 1999) 178

Gambar 6. 34. Geometri sayap pada pesawat terbang (*Kroes and Raydon*, 1993 : 84) 178

Gambar 6. 35. Perbandingan aspek pada penampang sayap segi empat (*Kroes and Raydon*, 1993 : 85) 179

Gambar 6. 36. Efek perbandingan aspek pada karakteristik sayap (*Kroes and Raydon*, 1993 : 85) 180

Gambar 6. 37. Pengurangan efek wingtip vortice melalui peningkatan perbandingan aspek (*Kroes and Raydon*, 1993 : 86) 181

Gambar 6. 38. Terminologi tekukan sayap (*wing sweep*) (*Kroes and Raydon*, 1993 : 87) 182

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6. 39. Perbandingan keruncingan sayap (*taper ratio*) (*Kroes and Raydon*, 1993 : 88) 184

Gambar 6. 40. Perbandingan keruncingan (*taper ratio*) sayap pada pesawat terbang (*Kroes and Raydon*, 1993 : 87) 184

Gambar 6. 41. Dihedral pada sayap pesawat terbang (*Kroes and Raydon*, 1993 : 103) 187

Gambar 6. 42. Efek dihedral pada penerbangan pesawat (*Kroes and Raydon*, 1993 : 104) 187

Gambar 6. 43. Efek sudut sayap lateral pada gaya angkat (*Kroes and Raydon*, 1993 : 103) 188

Gambar 6. 44. Pesawat terbang bersayap-tinggi 190

Gambar 6. 45. Pesawat terbang bersayap-tengah 191

Gambar 6. 46. Pesawat terbang bersayap-bawah 192

Gambar 6. 47. *Endplate* terinstal pada ujung sayap (wingtip) pesawat terbang (*Kroes and Raydon*, 1993 : 86) 194

Gambar 6. 48. *Wingtip vortices* pada ujung pesawat (*wingtip*) (*Kroes and Raydon*, 1993) 194

Gambar 6. 49. Beberapa tipe ujung pesawat (*wingtip*) (Raymer, 1989 : 64) 195

Gambar 7. 1. Grafik kenaikan tekanan ram terhadap kecepatan udara (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 2-8) 199

Gambar 7. 2. Grafik kenaikan temperatur udara ram terhadap kecepatan udara (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 2-16) 199

Gambar 7. 3. Grafik hubungan antara temperatur dan lapisan atmsofir 200

Gambar 7. 4. Grafik hubungan antara temperatur udara dan gaya dorong (*thrust*) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-12) 201

Gambar 7. 5. Ketebalan lapisan udara atmosfir (Waluyo, 1996 : 6) 201

Gambar 7. 6. Hubungan antara altitud dan tekanan (*United* 202

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Technologies Pratt and Whitney, 1988)

Gambar 7. 7. Grafik hubungan antara tekanan udara dan gaya dorong (*thrust*) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 1-12) 203

Gambar 7. 8. Grafik hubungan antara kenaikan tekanan dan lapisan atmosfir (Kroes and Raydon, 1993 : 56) 203

Gambar 7. 9. Distribusi gas pada atmosfir bumi (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988) 205

Gambar 7. 10. Grafik hubungan antara kenaikan tekanan dan lapisan atmosfir 206

Gambar 7. 11. Proses terjadinya stal pada airfoil 208

Gambar 7. 12. Vektor gaya daun kompresor (*compressor blade*) 210

Gambar 7. 13. Kecepatan relatif gas terhadap daun (*blade*) (CD BRITANNICA, 1999) 210

Gambar 7. 14. Resultan kecepatan relatif gas terhadap daun (*blade*) (CD BRITANNICA, 1999) 211

Gambar 7. 15. Vektor gaya daun kompresor (*compressor blade*) pada saat kompresor stol 211

Gambar 7. 16. Diagram aliran udara pada komponen turbofan CFM56-3C1 saat lepas landas (*take-off*) (*CFM Proprietary*, 2002) 213

Gambar 7. 17. Pengaruh bentuk divergen dan konvergen pada kecepatan dan tekanan 215

Gambar 7. 18. Siklus Deviasi motor turbin gas aktual dari kondisi ideal pada ruang pembakaran (*combustion chamber*) 219

Gambar 7. 19. Perubahan energi menurut teori dasar siklus tertutup turbin gas 223

Gambar 7. 20. Pengaktifan ruang pembakar dalam berbagai kondisi penerbangan (*CFM Proprietary*, 2002) 224

Gambar 7. 21. Perubahan energi menurut teori dasar siklus terbuka turbin gas 226

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 7. 22. Saluran masuk tunggal pada motor turbofan (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-2) 237

Gambar 7. 23. Saluran masuk tunggal pada pesawat tempur (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-2) 237

Gambar 7. 24. Saluran masuk terpisah pada pesawat terbang (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-2) 239

Gambar 7. 25. Saluran masuk terpisah pada pesawat tempur (United Technologies Pratt and Whitney, 1988 : 3-3) 239

Gambar 7. 26. Saluran masuk pada motor turbojet dengan poros regulator tengah (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-3) 241

Gambar 7. 27. Desain saluran masuk pada motor turboprop (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-4) 242

Gambar 7. 28. Desain saluran masuk *bellmouth* (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-5) 244

Gambar 7. 29. Sudu pengarah saluran masuk (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-6) 245

Gambar 7. 30. Desain saluran masuk (inlet) tipikal pada pesawat terbang (Nicolai, 1975 : 16-24) 246

Gambar 7. 31. Komponen kompresor sentrifugal (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-8) 250

Gambar 7. 32. Bidang perpotongan kompresor beraliran aksial (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-9) 251

Gambar 7. 33. Komponen kompresor beraliran aksial (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-9) 252

Gambar 7. 34. Diagram vektor aliran udara kompresor tingkat-dalam (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-10) 253

Gambar 7. 35. Kompresor beraliran aksial-ganda (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-11) 257

Gambar 7. 36. Desain umum rotor kompresor bertekanan tinggi (*United* 261

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Technologies Pratt and Whitney, 1988 : 3-12)

Gambar 7. 37. Area bidang perpotongan perbandingan antara motor berkompresor aliran aksial dan kompresor beraliran aksial ganda (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-13) 260

Gambar 7. 38. Perbandingan antara aksesoris yang termuat pada rumahan fan dan aksesoris yang terpasang pada inti motor (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-13) 263

Gambar 7. 39. Perbandingan antara airfoil difusi terkendali dan airfoil konvensional (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-15) 264

Gambar 7. 40. Rumahan difuser tipikal (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-17) 269

Gambar 7. 41. Nosel dan manipol bahan bakar kaleng-anular (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-18) 271

Gambar 7. 42. Injektor bahan bakar dan manipol modern untuk pembakar jenis anular (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-19) 274

Gambar 7. 43. Rakitan tipikal ruang pembakaran bertipe kaleng-banyak (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-20) 275

Gambar 7. 44. Rakitan tipikal kaleng pembakar individual (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-21) 276

Gambar 7. 45. Ruang pembakaran bertipe kaleng-anular (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-20) 277

Gambar 7. 46. Ruang pembakaran bertipe kaleng-anular untuk turbofan PW2000 (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-21) 278

Gambar 7. 47. Bidang perpotongan sebuah pembakar anular (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-22) 279

Gambar 7. 48. Elemen turbin (*United Technologies Pratt and Whitney*, 281

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1988 : 3-22)

Gambar 7. 49. Rakitan tipikal turbin untuk motor turbofan berkompresor ganda (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-23) 282

Gambar 7. 50. Daun rotor turbin impuls (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-23) 283

Gambar 7. 51. Daun rotor turbin reaksi (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-24) 284

Gambar 7. 52. Dua elemen turbin untuk motor berkompresor ganda (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-24) 285

Gambar 7. 53. Daun rotor turbin berbingkai (*shrouded*) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-25) 286

Gambar 7. 54. Skema penentuan efektifitas pendinginan (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-26) 289

Gambar 7. 55. Sistem kontrol suaian rotor turbin otomatis (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-29) 294

Gambar 7. 56. Teknik disain airfoil 3 dimensi (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-29) 230

Gambar 7. 57. Kerucut ekor dan saluran buang motor (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-31) 297

Gambar 7. 58. Saluran buang berbentuk konvergen konvensional (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-32) 298

Gambar 7. 59. Saluran buang (nosel) berbentuk konvergen divergen (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-33) 299

Gambar 7. 60. Pembalik gaya dorong berbentuk kulit kerang (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-34) 303

Gambar 7. 61. Komponen pembalik gaya dorong (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-35) 304

Gambar 7. 62. Pembalik gaya dorong jet-panas (*hot-jet thrust reversers*) (Barnard, 1989 : 178) 305

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 7. 63. Peredam kebisingan tipe berombak (*corrugated*) (*United Technologies Pratt and Whitney*, 1988 : 3-37) 306

Gambar 7. 64. Penomoran umum stasiun aliran udara *(airflow)* pada motor turbofan menurut analisa siklus parametrik (Mattingly, 1996 : 392) 309

Gambar 7. 65. Siklus motor turbofan dengan jalur aliran buang terpisah (Mattingly, 1996 : 392) 311

Gambar 7. 66. Penomoran umum stasiun aliran udara *(airflow)* pada motor turbofan menurut analisa prestasi motor (Mattingly, 1996 : 463) 328

Gambar 7. 67. Penomoran umum stasiun aliran udara *(airflow)* pada motor turbofan menurut *Engine Shop Manual* CFM 56-3 (*CFM Proprietary*, 2002) 334

Gambar 8. 1. Pusat tekanan (*center of pressure/cp*) (NASA.com, 2000) 351

Gambar 8. 2. Dasar gaya aerodinamika (Raymer, 1989 : 256) 352

Gambar 8. 3. Gaya aerodinamika (NASA.com, 2000) 353

Gambar 8. 4. Pusat aerodinamik (*aerodynamic center/ac*) (NASA.com, 2000) 354

Gambar 8. 5. Definisi gaya angkat (NASA.com, 2000) 355

Gambar 8. 6. Kurva gaya angkat pada sayap pesawat terbang (Raymer, 1989 : 262) 356

Gambar 8. 7. Efek angka Mach pada kemiringan kurva gaya angkat (Raymer, 1989 : 263) 356

Gambar 8. 8. Definisi gaya hambat (NASA.com, 2000) 359

Gambar 8. 9. Pengaruh bentuk terhadap gaya hambat (NASA.com, 2000) 360

Gambar 8. 10. Koefisien gaya hambat terinduksi (NASA.com, 2000) 362

Gambar 8. 11. Area bentang sayap total (*exposed area of wing*) 363

Gambar 8. 12. Area bentang flap (*flapped area*) 363

Gambar 8. 13. Skema area flap sayap (Nicolai, 1975 : 9-22) 365

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 8. 14. Skema area bentang sayap total (Nicolai, 1975 : 7-2) 366

Gambar 8. 15. Hubungan antara defleksi flap terhadap faktor gaya hambat-gaya angkat pada sayap (K') (Nicolai, 1975 : 9-10) 367

Gambar 8. 16. Parameter keefektifan gaya angkat untuk flap berslot-tunggal (Nicolai, 1975 : 9-13) 367

Gambar 8. 17. Variasi penambahan gaya angkat teoritis terhadap rasio korda flap (Nicolai, 1975 : 9-11) 368

Gambar 8. 18. Area bentang total ekor vertikal 372

Gambar 8. 19. Area bentang total ekor horisontal 372

Gambar 8. 20. Perbandingan area-basah (*wetted-area*) pada berbagai jenis pesawat terbang (Raymer, 1989 : 21) 373

Gambar 8. 21. Fuselas belakang bertekuk-atas (*upswept aft fuselage*) (Raymer, 1989 : 285) 381

Gambar 8. 22. Stabilitas statis dan dinamis (Raymer, 1989 : 408) 386

Gambar 8. 23. Sistem koordinat pada pesawat terbang (Raymer, 1989 : 409) 388

Gambar 8. 24. Stabilitas statis longitudinal menurut Nikolai (Nicolai, 1975 : 21-4) 391

Gambar 8. 25. Stabilitas statis longitudinal menurut Perkins (Perkins, 1949 :215) 394

Gambar 8. 26. Stabilitas statis longitudinal menurut Raymer (Raymer, 1989 : 411) 396

Gambar 8. 27. Efek kibas-bawah (NASA.com, 2000) 397

Gambar 8. 28. Estimasi kibas-bawah (*downwash estimation*) (Raymer, 1989 : 421) 397

Gambar 8. 29. Stabiliser vertikal (NASA.com, 2000) 402

Gambar 8. 30. Estimasi kibas-atas (*upwash estimation*) untuk pesawat terbang subsonik (Raymer, 1989 : 420) 404

Gambar 9. 1. Diagram Alir Kalkulasi Prestasi Aerodinamika Pesawat 407

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	Terbang Subsonik pada fase penerbangan translasional dua dimensi	
Gambar 9. 2.	Komparasi area bentang total sayap terhadap area referensi sayap	470
Gambar 9. 3.	Komparasi paruhan area bentang flap slat tepi depan terhadap area referensi sayap	475
Gambar 9. 4.	Komparasi paruhan area bentang flap krueger terhadap area referensi sayap	478
Gambar 9. 5.	Komparasi paruhan area bentang flap tepi depan tambahan terhadap area referensi sayap	480
Gambar 9. 6.	Komparasi area bentang flap tepi belakang bagian dalam terhadap area referensi sayap	483
Gambar 9. 7.	Komparasi paruhan area bentang tepi belakang bagian luar terhadap area referensi sayap	485
Gambar 9. 8.	Komparasi area bentang total ekor horisontal terhadap area ekor horisontal referensi	490
Gambar 9. 9.	Komparasi area bentang flap ekor horisontal terhadap area referensi sayap	494
Gambar 9. 10.	Tampilan geometri fuselas tampak samping dan fuselas tampak atas	496
Gambar 9. 11.	Tampilan geometri fuselas tampak depan terhadap luas luaran fan motor turbofan CFM56-3C1	499
Gambar 9. 12.	Tampilan geometri *wireframe* pilon dan pilon solid 3D	500
Gambar 9. 13.	Gerak Pesawat Terbang dalam enam derajat kebebasan (*six degrees of freedom*) (*Airliner*, 1995 : 26)	551
Gambar 9. 14.	Geometri Vektor Kalkulasi Prestasi Aerodinamika Translasional Dua-Dimensi (Raymer, 1989 : 452)	552
Gambar 9. 15.	Profil Misi jelajah sederhana (*simple cruise*). (Raymer, 1989 : 15)	554

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1.	Data spesifikasi umum keluarga motor turbin gas CFM56-3 (*CFM Proprietary*, 2002)	147
Tabel 5. 2.	Data dimensi motor turbin gas CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002)	148
Tabel 5. 3.	Data spesifikasi berat motor turbin gas CFM56-3C1 (*CFM Proprietary*, 2002)	151
Tabel 5. 4.	Data perbandingan spesifikasi keluarga motor turbin gas CFM56-3 (*CFM Proprietary*, 2002)	153
Tabel 6. 1.	Koordinat dan ordinat airfoil jenis NACA 2415 (Raymer, 1989 : 671)	169
Tabel 6. 2.	Airfoil sayap dan ekor horisontal B-737-400 (Nicolai, 1975 : G-3)	170
Tabel 6. 3.	Sudut dihedral untuk berbagai tipe sayap (Raymer, 1989 : 60)	188
Tabel 6. 4.	Rangkuman data aerodinamik pesawat terbang B-737-400	196
Tabel 7. 1.	Hubungan kecepatan suara terhadap altitud dan temperatur (*Casamassa and Dent*, 1965 : 17)	208
Tabel 7. 2.	Rangkuman data pengujian diagram aliran udara motor CFM56-3C1	222
Tabel 7. 3.	Karakteristik bahan bakar tipe JP-4 (Nicolai, 1975 : 24-32)	230
Tabel 7. 4.	Keterkaitan temperatur dan tekanan untuk semua variabel rasio tekanan dan rasio temperatur menurut analisa siklus parametrik motor turbin gas ideal (Mattingly, 1996 : 244)	312
Tabel 7. 5.	Derajat kepantasan komponen motor turbofan pada berbagai tingkat teknologi (Mattingly, 1996 : 363)	313
Tabel 7. 6.	Perbandingan variabel analisa (*analysis variable comparison*) (Mattingly, 1996 : 462)	330

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 7. 7. Hubungan Tekanan dan temperatur tambahan pada spul bertekanan tinggi dan spul bertekanan rendah (Mattingly, 1996 : 464) 330

Tabel 7. 8. Hubungan Tekanan dan temperatur tambahan pada spul bertekanan tinggi dan spul bertekanan rendah menurut referensi *Engine Shop Manual* CFM 56-3 (*CFM Proprietary*, 2002) 335

Tabel 8. 1. Matriks terminologi gaya hambat (Raymer, 1989 : 257) 361

Tabel 8. 2. Koefisien gesekan kulit ekuivalen (*equivalent skin friction coefficient*) (Raymer, 1989 : 278) 374

Tabel 8. 3. Nilai kekasaran kulit (*skin roughness value*) (K') (Raymer, 1989 : 281) 378

Tabel 8. 4. Gaya hambat komponen roda pendarat (*landing gear component drag*) (Raymer, 1989 : 285) 382

Tabel 9. 1. Rugi-rugi instalasi gaya dorong motor pesawat terbang tipikal (Mattingly, 1996 : 26, Tabel : 1-3) 457

Tabel 9. 2. Penentuan area bentang total sayap melalui AutoCAD 470

Tabel 9. 3. Penentuan area bentang flap slat tepi depan melalui AutoCAD 476

Tabel 9. 4. Kontribusi aproksimasi gaya angkat pada penaik gaya angkat (*approximate lift contribution of high-lift devices*) (Raymer, 1989 : 277) 477

Tabel 9. 5. Penentuan area bentang flap krueger melalui AutoCAD 478

Tabel 9. 6. Penentuan area bentang flap tepi depan tambahan melalui AutoCAD 401

Tabel 9. 7. Penentuan area bentang bentang flap tepi belakang bagian dalam melalui AutoCAD 483

Tabel 9. 8. Penentuan area bentang tepi belakang bagian luar melalui AutoCAD 486

Tabel 9. 9. Penentuan area bentang total ekor horisontal melalui AutoCAD 490

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 9. 10. Penentuan area bentang ekor horisontal melalui AutoCAD 494

Tabel 9. 11. Penentuan area bentang fuselas tampak atas melalui AutoCAD 496

Tabel 9. 12. Penentuan area bentang fuselas tampak samping melalui AutoCAD 497

Tabel 9. 13. Penentuan area bentang ekor horisontal melalui AutoCAD 498

Tabel 9. 14. Penentuan area bentang pilon sudut pandang atas melalui AutoCAD 500

Tabel 9. 15. Penentuan area bentang bentang pilon sudut pandang samping melalui AutoCAD 500

Tabel 9. 16. Konfigurasi Komponen Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (*Boeing Proprietary*, 1988 : Code 4000, Section 4.1., 3) 555

Tabel 9. 17. Posisi flap tepi belakang (*trailing edge flap*) (*Boeing Proprietary*, 1988 : Code 4000, Section 4.1., 2) 556

Tabel 9. 18. Jadwal manuver flap (*flap manuevering schedule*) (*Boeing Proprietary*, 1988 : Code 4000, Section 4.1., 14) 557

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1.	Daftar Istilah, Simbol dan Akronim Tambahan (Kroes and Raydon, 1993: 395)	680
Lampiran	2.	Istilah Sistem Propulsi Tambahan (*CFM International Proprietary Information*, 1995: Intro, 13)	682
Lampiran	3.	Faktor Konversi Unit (Kroes and Raydon, 1993: 385)	684
Lampiran	4.	Karakteristik Atmosfir Standar (*characteristics of the standard atmosphere*) (Mattingly, 1996 : 855)	687
Lampiran	5.	Keterangan Simbol Diagram Alir (*Flowchart*) (*SmartDraw Flowcharting Center*, 2003 : 1)	690
Lampiran	6.	Data Teknis Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (Martin, J., 2003 : 1)	692
Lampiran	7.	Data Spesifikasi Pesawat Terbang Boeing B-737 (The 737 Technical Site, 2003 : 1)	695
Lampiran	8.	Data Berat Kotor Maksimum (*maximum gross weight*) dan Dimensi Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (*Boeing Commercial Airplane Group*, 1995 : 193)	699
Lampiran	9.	Penomoran Seksi Motor Turbofan CFM563-C1 (*CFM International Proprietary Information*, 2002: 72-00-00, Fig. 1)	700
Lampiran	10.	Prosedur Pengujian ideal Motor Turbofan CFM56-3C1 (*CFM International Proprietary Information*, 2002: 72-00-00, Fig. 1301)	701
Lampiran	11.	Tabel Kenaikan Temperatur pada Buster LPC (*CFM International Proprietary Information*, 2002: 72-00-00, Test 008, Fig. 1301)	702

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 12. Lokasi Probe Indikator Prestasi Motor Turbofan CFM-56-3C1 (*CFM International Proprietary Information*, 2002: 72-00-00, Fig. 3) 703

Lampiran 13. Batas Temperatur (Kecuali Start Motor) pada Pengujian Motor Turbofan CFM-56-3C1 (*CFM International Proprietary Information*, 2002: 72-00-00, Test 001, Fig, 1303) 704

Lampiran 14. Diagram Stasiun Fuselas (*body station diagram*) Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (*Boeing Proprietary*, 2002 : Fig. 201) 705

Lampiran 15. Geometri Pesawat Terbang Boeing B-737-400 terhadap efek landasan (*Boeing Proprietary*, 2002 : 1-49) 706

Lampiran 16. Geometri Gaya Dorong pada Bidang Horisontal (*Boeing Proprietary*, 2002 : 1-28) 707

Lampiran 17. Geometri Pembalik Gaya Dorong (*thrust reverser*) pada Bidang Vertikal (*Boeing Proprietary*, 2002 : Fig.1.5.2.) 708

Lampiran 18. Geometri Gaya Dorong (*thrust*) pada Bidang Vertikal (*Boeing Proprietary*, 2002 : Fig.1.5.1.) 709

Lampiran 19. Diagram Stasiun Elevator dan Stabilisator Horisontal (*Boeing Proprietary*, 2002 : Fig.201) 710

Lampiran 20. Grafik Dasar Gaya Angkat Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (*Boeing Proprietary*, 2002 : 2-20, Fig. 2.4) 711

Lampiran 21. Data Airfoil NACA 2415 (Raymer, D.P., 1989 : 676) 711

Lampiran 22. Geometri Sayap (Raymer, D.P., 1989 : 48) 712

Lampiran 23. Deskripsi Parameter Bentang Sayap (Nikolai, L.M., 1975 : 7-2, Fig. 7.1) 712

Lampiran 24. Penyusunan Terminal Gugus Layanan Operasi (*Boeing Proprietary*, 1988 : 301) 713

Lampiran 25. Contoh Layanan Operasi (*Boeing Proprietary*, 1988 : 303) 714

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 26. Lokasi Pengoperasian Servis Operasi (*Boeing Proprietary*, 1988 : 303) 715

Lampiran 27. Rangkuman Data Geometri Pesawat Terbang Boeing B-737-400 (*Boeing proprietary*, 2002 : 1-5, Tabel 1.1-1) 716

Lampiran 28. Format Penelusuran (*tracing*) Area Dimensi Pesawat Terbang B-737-400 Menggunakan Program AutoCAD 717

Lampiran 29. *Visual Basic Application Script* Ottoplane V2.3_FINAL..xls 735

Lampiran 30. Tampilan Kalkulasi Prestasi Pesawat Terbang Boeing B-737-400 pada Program Aplikasi Ottoplane v.2.3 763

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Daftar Notasi dan Lambang pada Aerodinamika :

C_{Lmax}	= Koefisien gaya angkat tiga dimensi maksimum	
M	= Angka Mach (*Mach number*)	(Mach)
$(C_{M.\,cg})_{inlet}$	= Perubahan momentum akibat berputarnya (beloknya) udara ke saluran masuk (*inlet*).	
$(C_{Do})_{sub}$	= Koefisien gaya hambat parasit subsonik total	
$(D/q)_{total}$	= Perbandingan gaya hambat-tekanan dinamik total	
$\partial C_L / \partial \delta_f$	= Tambahan gaya angkat (*lift*) akibat defleksi flap (*flap reflection*)	
$\partial C_l / \partial \delta_f$	= Penambahan gaya angkat teoritis (*theoretical lift increment*)	
$\partial \varepsilon / \partial \alpha$	= Derivatif sudut kibas-bawah (*downwash angle derivative*) terhadap sudut serang (*angle of attack/AoA*) pesawat terbang	
$\partial \varepsilon_u / \partial \alpha$	= Derivatif sudut kibas-atas (*upwash angle derivative*) terhadap sudut serang (*angle of attack/AoA*) pesawat terbang	
$\Delta\alpha_{OLh}$	= Perubahan sudut batas gaya angkat ekor horisontal (*horizontal tail zero lift angle*) akibat defleksi elevator (*elevator deflection*)	
$\Delta\alpha_{OLWLE}$	= Perubahan sudut batas gaya angkat sayap (wing *zero lift angle*) akibat defleksi flap tepi depan (*leading edge flap deflection*)	
$\Delta\alpha_{OLWTE}$	= Perubahan sudut batas gaya angkat sayap (*wing zero lift angle*) akibat defleksi flap tepi belakang (*trailing edge flap deflection*)	

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$\partial\alpha_h/\partial\alpha$	= Derivatif sudut serang ekor (α_h) terhadap sudut serang pesawat terbang (α)	
$\partial C_L/\partial\delta_f$	= Penambahan gaya angkat akibat defleksi flap	
$\partial C_l/\partial\delta_f$	= Penambahan gaya angkat teoritis	
$\partial C_l/\partial\delta_{fLE}$	= Penambahan gaya angkat teoritis akibat defleksi flap tepi depan	
$\partial C_l/\partial\delta_{fTE}$	= Penambahan gaya angkat teoritis akibat defleksi flap tepi belakang	
$\partial C_L/\partial\delta_{fwLE}$	= Penambahan gaya angkat akibat defleksi flap tepi depan	
$\partial C_L/\partial\delta_{fwTE}$	= Penambahan gaya angkat akibat defleksi flap tepi belakang	
$\partial\varepsilon/\partial\alpha$	= Derivatif sudut kibas-bawah terhadap sudut serang (*angle of attack/AoA*) pesawat terbang	
$A_{exposed.ht}$	= Area bentang ekor horisontal total (ft^2)	(ft^2)
A_{max}	= Luasan perpotongan fuselas maksimum (*maximum fuselage cross sectional area*)	(ft^2)
A_{side}	= Area bentang fuselas dari sudut pandang samping	(ft^2)
A_{top}	= Area bentang fuselas dari sudut pandang atas	(ft^2)
AR	= Perbandingan aspek (*aspect ratio*)	
b_{flap}	= Bentang flap (*flap span*)	(ft)
b_{flap}/b_w	= Perbandingan antara bentang flap (*flap span*) dan bentang sayap (*wing span*)	
b_{ht}	= Bentang ekor horisontal (ft)	(ft)
b_w	= Bentang sayap (*wing span*)	(ft)
$c, \bar{c}$	= Korda aerodinamik rata-rata sayap (*wing MAC*)	
$C_{D\,L\&P}$	= Koefisien gaya hambat parasit (*parasite drag/zero lift drag*) yang disebabkan kebocoran (*leakage*) dan benjolan (*protuberance*)	

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$C_{D\,misc}$	= Koefisien gaya hambat parasit (*parasite drag/zero lift drag*) pada komponen pesawat terbang	
C_{Do}	= Koefisien gaya hambat pada batas muncul gaya hambat (*zero-lift drag* coefficient) / koefisien gaya hambat parasit total	
C_{Doc}	= Koefisien gaya hambat parasit (*parasite drag/zero lift drag*) pada komponen pesawat terbang	
C_f	= Koefisien gaya hambat gesekan kulit pelat datar (*flat plate skin friction drag coefficient*)	
C_{fe}	= Koefisien gesekan kulit ekuivalen (*equivalent skin friction coefficient*)	
C_L	= Koefisien gaya angkat (*lift coefficient*)	
$C_{L\alpha h}$	= Koefisien kemiringan kurva gaya angkat ekor horisontal	(per radian)
C_{lmax}	= Koefisien teoritis seksi gaya angkat	
C_{Lmax} / C_{lmax}	= Perbandingan koefisien gaya angkat tiga dimensi maksimum airfoil - koefisien teoritis seksi gaya angkat	
$C_{L\alpha w}$	= Kemiringan kurva gaya angkat sayap (*wing lift curve slope*)	(per radian)
$C_{m.fus}$	= Koefisien momen anggukan fuselas (*fuselage pitching moment coefficient*)	
$C_{m\alpha}$	= Derivatif koefisien momen anggukan	(per radian)
$C_{mo\ airfoil}$	= Koefisien momen anggukan airfoil pada sudut serang nol (0°)	
C_{mw}	= Koefisien momen anggukan sayap (*wing pitching moment coefficient*)	(per radian)
$C_{mw\delta f}$	= Koefisien momen anggukan akibat defleksi flap	(per radian)

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$C_{mw\delta fwLE}$	= Koefisien momen anggukan akibat defleksi flap tepi depan	(per radian)
$C_{mw\delta fwTE}$	= Koefisien momen anggukan akibat defleksi flap tepi belakang	(per radian)
$C_{mw\delta f}$	= Pertambahan momen anggukan sayap akibat flap	(per radian)
$\overline{c_w}$	= Korda aerodinamik rata-rata sayap (*mean aerodynamic chord/MAC)*	
d	= Diameter	(ft)
D	= Gaya hambat (*drag*)	
δ	= Defleksi	[DEG/(°)]
Γ_W (JIG)	= Dihedral	[DEG/(°)]
D/q	= Perbandingan gaya hambat-tekanan dinamik	(ft^2)
$D/q_{\ upswept}$	= Perbandingan gaya hambat-tekanan dinamik terhadap tekuk-atas fuselas belakang	(ft^2)
$D/q_{(gear/total)}$	= Perbandingan gaya hambat-tekanan dinamik terhadap roda pendarat	(ft^2)
$\Delta C_{DO\ flap}$	= Koefisien gaya hambat parasit disebabkan flap	
$\Delta C_{DO\ gear}$	= Koefisien gaya hambat parasit lain yang disebabkan roda pendarat	
$\Delta C_{DO\ spoiler}$	= Koefisien gaya hambat parasit lain yang disebabkan spoiler	
$\Delta C_{DO\ upswept}$	= Koefisien gaya hambat parasit lain yang disebabkan fuselas belakang bertekuk-atas	
ΔC_{Lmax}	= Koefisien gaya angkat maksimum oleh komponen penaik gaya angkat	
ΔC_{lmax}	= Koefisien seksi gaya angkat maksimum	
d_f	= Diameter fuselas pada perpotongan komponen sayap	(ft)
δ_{flap}	= Defleksi flap	[DEG/(°)]

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

F	= Faktor gaya angkat fuselas	
f	= Rasio panjang per diameter fuselas	
FF	= Faktor bentuk komponen (*component form factor*)	
F_p	= Gaya disk propeler (*propeller disk force*)	(lbf)
l	= Panjang karakteristik	(ft)
i_h	= Sudut batas ekor horisontal (*horizontal tail incidence angle*)	[DEG/(°)]
i_w	= Sudut batas sayap (*wing incidence angle*)	[DEG/(°)]
K	= Kekasaran kulit (*skin roughness*) pesawat terbang	(inchi)
K_f	= Koreksi empiris (*empirical correction*) untuk penambahan gaya angkat (*lift increment*)	
Λ	= Tekuk sayap	[DEG/(°)]
$\Lambda c/4$	= Tekukan sayap pada sayap (*wing swept*)	[DEG/(°)]
l	= Panjang (*length*)	(ft)
L_f	= Panjang fuselas	(ft)
L_h	= Gaya angkat pada ekor horisontal (*horizontal tail thrust*)	
Λ_{HL}	= Sudut garis engsel flap (*flaps hinge line angle*)	[DEG/(°)]
$\Lambda_{max.t}$	= Tekukan sayap pada rasio ketebalan-kamber maksimum $(t/c)_{max}$	[DEG/(°)]
L_w	= Gaya angkat pada sayap (*wing thrust*)	
M	= Angka Mach (*Mach number*)	(Mach)
μ	= Viskositas udara pada ketinggian jelajah	(slug/ft/s)
M_{cg}	= Momen terhadap titik pusat gravitasi (*center of gravity, c.g.*)	
M_{fus}	= Momen anggukan fuselas (*fuselage pitching moment*)	
M_w	= Momen anggukan sayap (*wing pitching*	

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	moment)	
$M_{w\delta f}$	= Momen anggukan sayap akibat defleksi sayap	
q	= Tekanan dinamik	(lb/ft^2)
Q	= Faktor referensi gaya hambat komponen	
R_e	= Angka Reynolds	
$S_{exposed}$	= Area bentang sayap total	(ft^2)
$S_{flapped}$	= Area bentang flap	(ft^2)
S_h	= Luas ekor horisontal (*horizontal tail area*)	(ft^2)
S_{ref}	= Area referensi planform total untuk derivasi aerodinamis (*reference wing area*)	(ft^2)
$S_{ref.ht}$	= Area referensi planform total untuk derivasi aerodinamis pada ekor horisontal	(ft^2)
S_w	= Area penampang sayap	(ft^2)
$S_{wet.c}$	= Area basah (wetted area) komponen pesawat terbang	(ft^2)
S_{wet}/S_{ref}	= Perbandingan area basah (*wetted area*) pesawat terbang terhadap area sayap referensi (*pesawat terbang wetted area to reference wing area ratio*)	
T_z	= Gaya dorong motor penggerak (*thrust*)	(lbf)
t/c	= Rasio ketebalan (*thickness ratio*)	%
t/c_{root}	= Rasio ketebalan (*thickness ratio*) pada akar	%
t/c_{tip}	= Rasio ketebalan (*thickness ratio*) pada ujung (*tip*)	%
U	= Sudut tekuk-atas fuselas (*fuselage upswept angle*) (radian)	[DEG/(°)]
V	= Kecepatan fluida	(ft/s)
X_{ach}	= Lokasi *horizontal tail aerodinamycs center*	(ft)
$\overline{X}_{ach}$	= Jarak *horizontal tail aerodinamycs center* terhadap MAC	
X_{acw}	= Lokasi titik pusat aerodinamik sayap (*wing*	(ft)

$\overline{X}$

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	aerodynamics center)	
$_{acw}$	= Jarak titik pusat aerodinamik sayap (wing aerodynamics center) terhadap MAC	
X_{cg}	= Lokasi titik pusat gravitasi (*center of gravity, c.g.*) pesawat terbang	(ft)
$\overline{X}_{cg}$	= Jarak titik pusat gravitasi (*center of gravity, c.g.*) pesawat terbang terhadap MAC	
X_{cp}	= Lokasi pusat tekanan dari kenaikan gaya angkat	(ft)
X_{cpwLE}	= Lokasi pusat tekanan dari kenaikan gaya angkat flap tepi depan	(ft)
X_{cpwTE}	= Lokasi pusat tekanan dari kenaikan gaya angkat flap tepi belakang	(ft)
X_{np}	= Lokasi titik netral (*neutral point*)	(ft)
δe	= Sudut defleksi elevator	[DEG/(°)]
β	= Selip samping (*side slip*)	
δ_f	= Defleksi flap (*flap deflection*)	
δ_{fwLE}	= Sudut defleksi flap tepi depan (*leading edge flap*)	[DEG/(°)]
δ_{fwTE}	= Sudut defleksi flap tepi belakang (*trailing edge flap*)	[DEG/(°)]
η	= Efisiensi airfoil	
η_h	= Perbandingan tekanan dinamis pada ekor-garis alur aliran bebas (*freestream*)	
Λ_{HL}	= Tekukan garis engsel flap (*flap hinge line sweep*)	[DEG/(°)]
ρ	= Densitas udara ambien	(slug/ft^3)

Daftar Notasi dan Lambang pada Sistem Propulsi :

$(N/N_{R)fan}$	= Rasio putaran fan	
$(N/N_{R)Hpspool}$	= Rasio putaran spul tekanan tinggi	
a	= Percepatan	(lbf/lbm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

A	= Luas/area	(ft^2)
a_o	= Kecepatan suara (*speed of sound)*	(ft/s)
c_p	= Panas spesifik pada tekanan konstan	[Btu/(lbm °R)]
c_{pc}	= Konstanta jalur aliran atas pembakar	[Btu/(lbm °R)]
c_{pt}	= Konstanta jalur aliran bawah pembakar	[Btu/(lbm °R)]
c_v	= Panas spesifik pada volume konstan	[Btu/(lbm °R)]
E	= Modulus total (*bulk*) elastisitas	(Pa)
e_c	= Efisiensi politropik kompresor	
e_f	= Efisiensi politropik fan	
EK	= Energi kinetik	(Btu)
EM	= Energi mekanis	(Btu)
EP	= Energi potensial	(Btu)
e_t	= Efisiensi politropik turbin (*turbine politropic efficiency*)	
F	= Gaya dorong tak terpasang (*uninstalled thrust*)	(lbf)
f	= Perbandingan bahan bakar-udara (*fuel-air ratio*)	
$F/\dot{m}_0$	= Gaya dorong spesifik (*specific thrust*)	[lbf / (lbm /s)]
F_N	= Gaya dorong bersih jet (*net jet thrust*)	(lbf)
FR	= Rasio gaya dorong (*thrust ratio*)	
g, g_c	= Percepatan gravitasi	[lbm/(lbf.s^2)]
h	= Energi enthalphi	(Btu/lbm)
h_{pr}	= Enthalpi pembakaran bahan bakar	(Btu/lbm)
M, MW	= Berat molekul	
M_{19}	= Angka Mach stasiun 19	
M_9	= Angka Mach saluran keluar (*exit Mach number*)	
m_f	= Laju aliran massa bahan bakar (*mass flow rate of fuel*)	(lbm/s)
MFP	= Parameter aliran massa (*mass flow parameter*)	
MFP(M19)	= Parameter aliran massa stasiun 19	

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

MFP(M19R)	=	Parameter aliran massa stasiun 19 referensi	
MFP(M9)	=	Parameter aliran massa stasiun 9	
MFP(M9R)	=	Parameter aliran massa stasiun 9 referensi	
$\dot{m}_o$	=	Laju aliran massa udara (*mass flow rate of air*)	(lbm/s)
M_o	=	Angka Mach penerbangan (*flight Mach number*)	
$\dot{m}_{oR}$	=	Laju aliran massa udara referensi (*mass flow rate of air*)	(lbm/s)
N_a	=	Jarak titik berat roda depan (*nose gear*) ke c.g. pesawat terbang	ft
N_w	=	Lebar nasel	ft
N_{lt}	=	Panjang nasel	ft
P_0/P_{19}	=	Rasio tekanan ambien terhadap tekanan stasiun 19	
P_0/P_9	=	Rasio tekanan ambien terhadap tekanan stasiun 9	
Po	=	Tekanan ambien (*ambient pressure*)	(psia)
P_{t19}/P_0	=	Rasio tekanan T19 terhadap tekanan ambien	
P_{t19}/P_{19}	=	Rasio tekanan T19 terhadap tekanan stasiun 19	
P_{t9}/P_0	=	Rasio tekanan T9 terhadap tekanan ambien	
P_{t9}/P_9	=	Rasio tekanan T9 terhadap tekanan stasiun 9	
PS3	=	Tekanan keluaran kompresor (*compressor discharge pressure/CDP*)	(psia)
PTo	=	Tekanan ambien (*ambient pressure*)	(psia)
PT17	=	Tekanan keluaran fan (*fan discharge pressure*)	(psia)
PT2	=	Tekanan saluran masuk (*inlet pressure*)	(psia)
PT25	=	Tekanan saluran masuk inti motor (*core engine inlet pressure*)	(psia)
PT495	=	Tekanan saluran masuk turbin bertekanan rendah (*LPT inlet pressure*)	(psia)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PT54	=	Tekanan keluaran turbin bertekanan rendah (*LPT discharge pressure*)	(psia)
Q	=	Energi kalor	(Btu)
Q_{in}	=	Laju energi thermal yang dikeluarkan	(Btu/hr)
r	=	Jari-jari	(inchi)
R_c	=	Konstanta gas pada kompresor	[ft.lbf/(lbm.°R)]
R_e	=	Angka Reynolds (*Reynolds number*)	
R_t	=	Konstanta gas pada turbin	[ft.lbf/(lbm.°R)]
S	=	Konsumsi bahan bakar spesifik gaya dorong tak terpasang	[(lbm/hr)/lbf]
T	=	Temperatur	(°R)
T	=	Gaya dorong motor terpasang (*installed engine thrust*)	(lbf)
T_{19}/T_0	=	Rasio temperatur stasiun 19 terhadap temperatur ambien	
T_9/T_o	=	Rasio temperatur stasiun 9 terhadap temperatur ambien	
T_9/T_{oR}	=	Rasio temperatur stasiun 9 terhadap temp. ambien referensi	
T_o	=	Temperatur ambien	(°R)
T_{oR}	=	Temperatur ambien referensi	(°R)
TSFC	=	Konsumsi bahan bakar spesifik gaya dorong terpasang	[(lbm/hr)/lbf]
T_{t4}	=	Temperatur keluaran pembakar/set throtel	(°R)
T25	=	Temperatur saluran masuk inti motor (*core engine inlet temperature*)	(°C)
T3	=	Temperatur keluaran kompresor (*compressor discharge temperature/CDT*)	(°C)
T495	=	Temperatur saluran masuk turbin bertekanan rendah (*LPT inlet temperature*)	(°C)

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

T54	= Temperatur keluaran turbin bertekanan rendah (*LPT discharge temperature*)	(°C)
U	= Energi dalam	(Btu)
V	= Kecepatan	(ft/s)
V_0	= Kecepatan pesawat terbang (*velocity of aircraft*)	(ft/s)
V_0	= Kecepatan ambien	(ft/s)
V_{19}/a_0	= Rasio kecepatan stasiun 19 terhadap kecepatan suara	
V_9/a_o	= Rasio kecepatan stasiun 9 terhadap kecepatan suara	
V_e	= Kecepatan pada saluran keluar (*exit velocity*)	(ft/s)
V_o	= Kecepatan udara ambien	(ft/s)
W	= Kerja	(Btu)
W_{out}	= Daya bersih keluar motor (*net power out of engine*	(Btu/hr)
W_o	= Berat kotor (*gross weight*)	lbm
α /BPR	= Perbandingan simpang (*by-pass ratio*)	
α_R	= Perbandingan simpang referensi (*by-pass ratio*)	
γ_c	= Panas spesifik konstan pada kompresor	
γ_t	= Panas spesifik konstan pada turbin	
δ	= Perbandingan tekanan terhadap tekanan standar	
η_0	= Efisiensi total/keseluruhan (*overall efficiency*)	
η_b	= Efisiensi isentropis pembakar (*isentropic eff. of burner*)	
η_c	= Efisiensi isentropis kompresor	
η_{cH}	= Efisiensi isentropis kompresor bertekanan tinggi	
η_d	= Efisiensi isentropis difuser (*isentropic efficiency of difusser*)	
η_f	= Efisiensi isentropis fan (*fan efficiency of*	

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

difusser)

η_m = Efisiensi mekanis

η_{mH} = Efisiensi mekanis spul tekanan tinggi

η_{mL} = Efisiensi mekanis spul tekanan rendah

η_P = Efisiensi propulsif (*propulsive efficiency*)

η_r = Efisiensi pemulihan ram (*recovery efficiency of ram*)

η_{rR} = Efisiensi pemulihan ram referensi

η_t = Efisiensi pemulihan turbin (*recovery efficiency of turbine*)

η_T = Efisiensi thermal motor (*engine thermal efficiency*)

η_{tL} = Efisiensi isentropis turbin bertekanan rendah

θ = Perbandingan temperatur terhadap temperature standar

μ = Viskositas dinamik (*dynamic viscosity*) (slug/ft/s)

π_b = Rasio tekanan pembakar (*burner pressure ratio*)

π_c /(CPR) = Rasio tekanan kompresor (*compressor pressure ratio*)

π_{CH} = Rasio tekanan kompresor bertekanan tinggi

π_{cHR} = Rasio tekanan kompresor bertekanan tinggi referensi

π_d = Rasio tekanan difuser (*diffuser pressure ratio*)

π_{dmax} = Rasio tekanan difuser maksimum (*maximum diffuser pressure ratio*)

π_f = Rasio tekanan fan (*fan pressure ratio*)

π_{fn} = Rasio tekanan stasiun 19 terhadap stasiun 17

π_{fR} = Rasio tekanan fan referensi (*fan pressure ratio*)

π_n = Rasio tekanan nosel (*nozzle pressure ratio*)

π_r = Rasio tekanan ram (*ram pressure ratio*)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

π_{rR}	=	Rasio tekanan ram referensi	
π_t	=	Rasio tekanan turbin (*turbine pressure ratio*)	
π_{tH}	=	Rasio tekanan turbin bertekanan tinggi	
π_{tL}	=	Rasio tekanan turbin bertekanan rendah	
π_{tLR}	=	Rasio tekanan turbin bertekanan rendah referensi	
ρ	=	Kelembaban (*density*)	(slug/ft^3)
σ	=	Perbandingan densitas terhadap densitas standar	
τ_c	=	Rasio temperatur kompresor (*compressor temp. ratio*)	
τ_{cH}	=	Rasio temperatur kompresor bertekanan tinggi	
τ_{cHR}	=	Rasio temperatur kompresor bertekanan tinggi referensi	
τ_{cL}	=	Rasio temperatur kompresor bertekanan rendah	
τ_f	=	Rasio temperatur fan (*fan temperature ratio*)	
τ_{fR}	=	Rasio temperatur fan referensi	
τ_r	=	Rasio temperatur ram (*ram temperature ratio*)	
τ_{rR}	=	Rasio temperatur ram referensi	
τ_t	=	Rasio temperatur turbin (*turbine temperature ratio*)	
τ_{tH}	=	Rasio temperatur turbin bertekanan tinggi	
τ_{tL}	=	Rasio temperatur turbin bertekanan rendah	
τ_{tLR}	=	Rasio temperatur turbin bertekanan rendah referensi	
τ_λ	=	Rasio entalphi keluaran pembakar (*burner*) terhadap entalphi ambien	
$\tau_{\lambda R}$	=	Rasio entalphi keluaran pembakar (*burner*) terhadap entalphi ambien referensi	
Φ	=	Perbandingan ekuivalen (*equivalent ratio*)	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Abradable airseals = Segel udara longgar

Abradable tip = Ujung longgar

Abrasive tips = Ujung ampelas

Acceleration = Akselerasi, percepatan

Accessories gearbox,AGB = Kotak transmisi roda gigi aksesoris

Accessory drive system = Sistem penggerak tambahan

Acoustic fatigue = Kelelahan akustik

Active clearance control, ACC = Kontrol suaian aktif

Add-ins = Perangkat tambahan (perangkat lunak komputer)

Adequate surge margin = Marjin luncur yang memadai

Adiabatic flame temperature reaction = Reaksi temperatur penyalaan adiabatis

Advance ratio = Perbandingan maju

Advanced tactical fighters = Pesawat tempur maju taktis

Adverse effect = Efek kerugian

Aerodynamic center (ac) = Pusat aerodinamik

Aft = Buritan, hilir, belakang

Aft booster = Buster belakang

Aft end = Ujung belakang

Aft engine mount = Pemuat motor belakang

Aft fairing = Pemolek belakang

Aft fuselage upsweep = Tekuk-atas fuselas belakang

Aft rotating air/oil separator = Separasi/pemisah udara/minyak rotasi belakang

Afterburner = Ruang bakar kedua

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Agility	= Kelincahan
Air breathing engine	= Motor pengguna udara
Air dominance and ground attack fighters	= Pesawat tempur penyerang darat dan dominasi udara
Air shuttoff valve	= Katup tutup udara
Air-blast	= Hembusan-udara
Aircraft carrier	= Kapal induk pengangkut pesawat terbang
Aircraft maintenance manual, AMM	= Manual kerja perawatan pesawat terbang
Aircraft powerplant Manual	= Buku petunjuk sistem propulsi pesawat terbang
Aircraft Structure Engineering	= Divisi struktur pesawat terbang PT GMF AERO ASIA
Airflow	= Aliran udara
Airfoil	= Profil lempeng udara
Airfoil nose radius	= Radius hidung airfoil
Airfoil thickness ratio	= Perbandingan ketebalan airfoil
Airframe	= Frame udara
Air-fuel mass ratio	= Rasio laju udara per bahan bakar
Airspeed	= Kecepatan udara
All weather strike superiority fighters	= Pesawat tempur serang segala medan
Alter	= Merubah, mengubah
Altitude	= Altitud, Ketinggian
Ambient	= Ambien, lingkungan, luar
Ambient pressure	= Tekanan luar
Angle of attack (AoA)	= Sudut serang
Annular nose inlet	= Lubang masuk anular
Anti-icing	= Penolak pembentukan es, anti-es

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Anti-icing engine nose cone	= Corong hidung motor anti-es
Arresting hook	= Mata kait penahan
Arrival	= Kedatangan
Aspect ratio	= Rasio/perbandingan aspek
Audibility range	= Kemampuan pendengaran
Auxiliary equipment	= Peralatan tambahan
Auxiliary Power Unit (APU)	= Unit daya pembantu
Avaibility	= Ketersediaan
Average	= Rata-rata
Back work ratio	= Rasio kerja kompresor terhadap kerja turbin
Ball bearing	= Bantalan bola
Barrel nut	= Mur lop
Bearing	= Bantalan
Bearing support	= Penyokong bantalan
Bearing support module	= Modul penyokong bantalan
Bell-shaped funnel	= Corong berbentuk lonceng
Bell-shapped nozzle	= Nosel tipe genta
Bevel gear	= Roda gigi konis
Binder	= Perekat
Blade angle	= Sudut daun
Blade tip	= Ujung daun
Blocker door	= Pintu penghalang
Blow-off valve	= Katup buang
Body/fuselage buttock line	= Garis bokong fuselas
Body/fuselage reference plane	= Bidang acuan fuselas
Body/fuselage station	= Stasiun fuselas
Body/fuselage waterline	= Garis air fuselas
Bogey	= Mambang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Boiling point	= Titik didih
Bolt	= Baut
Boost	= Sentakan
Booster	= Buster
Booster discharge	= Saluran buang buster
Booster rotor	= Rotor buster
Booster stator	= Stator buster
Booster variable bleed valve discharge	= Saluran buang katup pengeluaran variabel buster
Boundary layer	= Lapis batas
Bounding vortex	= Vorteks melekat
Brace	= Penjepit, penguat
Brackets	= Siku-siku
Brake, braking	= Rem, pengereman
Broad-band noise	= Suara pita-lebar
Bubble	= Balon
Buckling	= Tekuk
Buffet boundary	= Lapis terpa
Build-up component method	= Metode komponen perakitan
Bulkhead	= Sekat
Burner	= Pembakar
Burner casing	= Rumahan pembakar
Burner liner	= Garis alur pembakar
Burner smoke reduction	= Reduksi asap pembakaran
Burning time	= Waktu pembakaran
Buttock	= Bokong, buritan, pantat
Buttockline	= Garis bokong
Bypass	= Udara simpangan
Bypass ratio	= Rasio/perbandingan simpang

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Camber	= Kamber, kelengkungan
Camshaft	= Poros kem
Cantilever mount	= Pemuat kantilever
Cascade	= Kaskade, jeram
Cascade turning vanes	= Sudu penutar jeram
Casing	= Fan kontra-rotasi
Cast, casting	= Cetak, cetakan
Cast-off vortex	= Vorteks lepas
Catapult	= Lepas landas dari kapal induk, ketapel
Cavity drain piping	= Pipa rongga saluran
Center line root chord	= Korda akar garis pusat
Center of gravity, cg.	= Titik pusat beban gravitasi
Center of pressure (cp)	= Pusat tekanan
Center vent tube	= Tabung celah pusat
Center vent tube rear extension duct	= Saluran tambahan belakang tabung celah pusat
Chamber-filling interval	= Waktu pengisian ruang bakar
Choke	= Cuk, pujuk
Choked, choking	= Sedak, sedakan, tersedak
Chord (c)	= Korda
Chord line	= Garis korda
Chord of blade	= Korda daun
Chuffing	= Penyemburan jet gas secara tidak beraturan karena penyalaan tidak sempurna
Chugging	= Letupan kecil
Circuit breaker	= Pemutus arus
Circular arc	= Busur sirkular
Circular path	= Jalur melingkar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Clamp	= Kelem, kepitan
Clamshell thrust reverser	= Pembalik gaya dorong tipe kulit kerang
Climb, climbing	= Tanjak, menanjak
Clockwise	= Searah jarum jam
Clog, clogged	= Sumbat, tersumbat
Close air support fighters	= Pesawat tempur pendukung udara
Close cycle	= Siklus tertutup
Coat, coating	= Lapis, pelapisan
Coating oxidation resistance	= Ketahanan oksidasi pelapisan
Cold thrust	= Gaya dorong dingin
Collar	= Kerah
Collector ring	= Cincin kolektor
Combuster	= Pembakar
Combuster loading parameter (CLP)	= Parameter beban ruang bakar
Combustion Chamber	= Ruang pembakaran
Combustion tap-off cycle	= Siklus tap gas pembakaran
Commercial transport aircraft	= Pesawat terbang angkut komersial
Compel	= Memaksa
Compressor	= Kompresor
Compressor inlet temperature, CIT	= Temperatur saluran masuk kompresor
Compressor inlet temperature, CIT sensor	= Sensor temperatur saluran masuk kompresor
Compressor outlet	= Saluran keluar kompresor
Concave	= Cekung
Conceptual design	= Disain konseptual
Condensation	= Pengembunan
Condition maintenance	= Perawatan sesuai tingkat keadaan/kondisi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Condition monitoring teechniques	= Teknik pengamatan kondisi
Conformal nacelle	= Nasel konformal/nasel suaian
Contra-rotatong fan	= Fan kontra-rotasi
Controlled diffusion airfoils, CDA	= Airfoil difusi terkontrol
Convensional logic control	= Kendali lojik konvensional
Converge	= Berkumpul
Converging oscillation	= Osilasi menggumpal
Coolant bleed cycle	= Siklus pengeluaran/pengucuran udara pendingin
Coolant temperature ratio	= Perbandingan temperatur pendingin
Core	= Inti, pusat
Core cowl	= Rumahan inti motor
Core engine major module	= Modul utama inti motor
Core engine thrust bearing	= Bantalan gaya dorong inti motor
Core major module assembly	= Perakitan modul utama inti
Core module	= Modul inti
Corrected data	= Data terkoreksi
Corrosion	= Karat, berkarat, korosi
Corrugated nozzle	= Nosel berombak
Counter clockwise	= Berlawanan arah jarum jam
Coupling nut	= Mur kopling
Cowl,cowling	= Rumahan, penutup, pelindung (motor)
Cranked trailing edge	= Tepi belakang terengkol
Crankshaft	= Poros daya
Creep, creeping	= Melar, pemelaran
Cruise speed	= Kecepatan jelajah
Curing agent	= Pemasak
Curing time	= Waktu masak
Cut-off	= Potong, terpotong

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Cycle analysis = Analisa siklus

Database = Basis data

Departure = Keberangkatan

Determine, determinant = Menentukan, alat penentu

Detonation = Detonasi

Diagonal brace = Penjepit tipe diagonal

Differential fuel pressure = Tekanan bahan bakar diferensial

Diffuser = Difuser

Diffusion factor = Faktor difusi

Direct copy = Contoh langsung dari jenis yang telah ada

Discharge = Keluar, keluaran, saluran keluar

Discharge gap = Pelepas arus

Discharge resistor = Resistor pelepasan

Disk broach angle = Sudut bros disk

Distribution = Distribusi, agihan

Divert, diverting = Alih, mengalihkan

Divided entrance duct = Saluran jalan masuk terbagi

Dogfight = Pertarungan antar pesawat udara

Dome = Kubah

Double cambered airfoils = Airfoil kamber ganda

Double slotted extending flap = Flap tambahan berslot ganda

Dovetail root = Konstruksi akar ekor burung

Downwah velocity = Kecepatan kibas-bawah

Downwash = Kibas-bawah

Drag = Tahanan, gaya hambat

Drag parashute = Parasut penahan

Drop-down item = Menu gulung

Duct, ducted = Saluran

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Ducted fan = Fan dalam saluran

Duplex nozzle = Nosel dupleks

Durable, durability = Daya tahan, keawetan

Dust, dusting = Penaburan

Dutch rolling = Guling bermasalah

Dynamic instability = Ketakstabilan dinamik

Eddy = Olakan, pusaran arus

Electronic engine control, EEC = Kontrol motor elektronik

Elevator = Penaik

Elevator hinge center line = Garis pusat engsel elevator

Elevator station = Stasiun elevator

Elliptic = Bentuk ellips

Embedding = Proses penempelan (gambar, file)

Emerge = Muncul, timbul

Empirical correction = Koreksi empiris

Enclosure = Lampiran

End burning grain = Pembakaran pangkal

Endurance (E) = Tahan, ketahanan, (waktu tahan terbang)

Endwall contour = Kontur ujung dinding

Engine = Motor

Engine breakdown = Perincian motor

Engine core = Bagian inti motor

Engine fan frame = Frame fan motor

Engine fuel control = Kendali bahan bakar motor

Engine losses = Rugi-rugi motor

Engine performance = Prestasi motor

Engine performance test = Uji prestasi motor

Engine piston propeler = Motor propeler piston

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Engine Shop	= Divisi perakitan dan perbaikan motor turbin gas PT. GMF AERO ASIA
Engine stator case	= Rumahan stator motor
Engine test cell	= Pusat pengujian motor
Entrance duct	= Saluran jalan masuk
Equivalent skin friction method	= Metode gesekan kulit ekuivalen
Evasive	= Elak, mengelak
Even temperature distribution	= Distribusi temperatur datar
Excess	= Kelebihan, berlebih
Excess air	= Udara lebih
Exhaust duct	= Saluran buang
Exhaust gas	= Gas buang
Exhaust jet nozzle area	= Area nosel jet buang
Exhaust nozzle	= Nosel buang
Exhaust pipe	= Pipa buang
Exhaust rubs	= Sapuan gas buang
Expander cycle	= Siklus ekspander
Expansion	= Ekspansi
Explosive	= Mudah meledak
Exponential blading design	= Rancangan (sudu) eksponensial
Extention casing halves	= Paruhan rumahan tambahan
Extra tailpipe length	= Panjang pipa ekor tambahan
Fair, fairing	= Molek, pemolek, pemanis, penghias
Fan air reverser	= Pembalik udara fan
Fan blade	= Daun fan
Fan blade cutting	= Potongan daun fan
Fan case	= Rumahan fan, penutup fan
Fan disk	= Disk fan
Fan frame	= Frame fan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Fan frame aft flange = Flens belakang frame fan

Fan frame discharge = Saluran buang frame fan

Fan frame front face = Bagian depan frame fan

Fan inlet case = Rumahan saluran masuk fan

Fan inlet front frame hub section = Seksi naf frame depan saluran masuk fan

Fan major module = Modul utama fan

Fan outlet guide vanes discharge = Saluran buang sudu pengarah keluar fan

Fatigue = Kelelahan

Fatigue failure = Kerusakan akibat kelelahan

Federal aviation agency, FAA = Jawatan penerbangan federal

Figure of merit = Derajat kepantasan

Fillet = Irisan, potongan, belahan

Filter = Saringan, penyaring

Fin fixing = Pemasangan fin

Fin station = Stasiun sirip

Fin waterline = Garis air sirip

Fir tree = Konstruksi pohon cemara

First power design = Rancangan derajat pertama

Fitting = Suaian

Fixed vanes = Sudu tetap

Fixed wing = Sayap tetap

Flame area = Area penyalaan

Flame blow-out = Padamnya nyala api

Flame holder = Pemegang nyala

Flame-spreading interval = Waktu penyebaran nyala

Flammable = Mudah terbakar

Flange = Flens

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Flat plate skin friction drag coefficient = Koefisien gaya hambat gesekan kulit pelat datar

Flat spring gear leg = Kaki roda pendarat pegas datar

Flatenned bottom fuselage = Perataan bagian bawah fuselas

Flight control surfaces = Permukaan kontrol penerbangan

Flight simulator = Simulator penerbangan

Flow matching = Pencocokan aliran

Flowfield = Bidang aliran

Foreign material = Benda luar/asing dari luar pesawat terbang

Foreign Object Damage (FOD) = Kerusakan akibat masuknya benda luar/asing

Forge, forging = Tempa, menempa

Form drag = Tahanan bentuk

Forward air seal = Segel udara kedepan

Forward engine mount = Pemuat motor depan

Free vortex = Rancangan vorteks bebas

Free-power turbine = Turbin bebas-daya

Freestram velocity = Kecepatan aliran bebas

Freestream = Jalur aliran bebas

Freezing point = Titik beku

Freighter = Pesawat terbang kargo super besar

Front = Depan

Front casing halves = Paruhan rumahan depan

Front spar = Lunas depan

Front spar station = Stasiun lunas depan

Froude propulsion effisiensy = Efisiensi propulsi Froude

Fuel = Bahan bakar

Fuel delivery system = Sistem pengiriman bahan bakar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Fuel filter	= Penyaring bahan bakar
Fuel flow schedule	= Jadwal aliran bahan bakar
Fuel injector	= Injektor bahan bakar
Fuel nozzle	= Nosel bahan bakar
Fuel pump inlet	= Saluran masuk pompa bahan bakar
Full scale development	= Pengembangan skala penuh
Full-authority digital electronic control, FADEC	= Kendali elektronik digital otoritas penuh
Funnel	= Corong
Fuse	= Sekering
Fuse bolt	= Baut sekering
Fuse pin	= Pin sekering
Fuse shoulder bolt	= Baut bahu sekering
Fuselage	= Fuselas
Fuselage centerline	= Garis pusat fuselas
Fuselage upswept angle	= Sudut tekuk-atas fuselas
Gas generator	= Pembangkit gas
Gear train	= Rangkaian, rentetan roda gigi
General aviation aircraft	= Pesawat terbang umum
Glider	= Pesawat terbang layang gantung
Gross weight	= Berat kotor
Ground clearance	= Jarak sayap terhadap permukaan tanah
Ground handling	= Penanganan di darat
Ground indicators	= Instrumentasi pengamatan pesawat yang posisinya di darat
Ground roll	= Gerak landasan
Ground testing	= Pengujian motor di darat
Gust	= Hembusan keras

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Halves = Paruhan, potongan

Haul jet = Muatan jet

Heat Exchanger = Penukar panas

Heated airstream = Jalur aliran udara terpanaskan

Heat-warping = Pelengkungan akibat panas

Heaving = Angkat

Height = Tinggi

Hidraulic actuated bellcrank = Engkol lonceng teraktuasi hidrolis

High lift devices = Komponen penaik gaya angkat

High pressure Compressor (LPC) = Kompresor bertekanan Tinggi

High pressure turbine (HPT) = Turbin bertekanan tinggi

High pressure turbine clearance control, HPTCC = Kontrol suaian turbin bertekanan tinggi

High-wing = Sayap-tinggi

Hinged elevator = Engsel elevator

Hinged rudder = Engsel kemudi

Hole = Lubang, celah

Horizontal stabilizer = Stabilator horisontal

Horizontal stabilizer front spar = Lunas depan stabiliser horisontal

Horizontal stabilizer rear spar = Lunas belakang stabiliser horisontal

Horizontal stabilizer reference plane = Bidang acuan stabiliser horisontal

Hot day performance = Prestasi kerja saat hari terik

Hover, hovering = Layang, melayang

Hovering figure of merit = Derajat kepantasan melayang

Hub = Naf

Humidity = Humiditas, kelembaban

Hydraulic actuator = Aktuator hidrolik

Hydromechanical amplification = Amplifikasi hidromekanis

Ice-free = Bebas-es, bebas dari pembentukan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	lapisan es
Idle, idling	= (Mesin) bekerja tanpa beban
Igniter	= Penyala, pembuat nyala
Ignition time lag	= Waktu kelambatan penyalaan
Imaginary plane	= Bidang imajiner
Impinge	= Kena, mengenai, menerpa
Inboard	= Didalam, sebelah dalam, dalaman
Inboard leading edge slat	= Slat tepi depan sebelah dalam
Inboard slat station	= Stasiun slat sebelah dalam
Induced drag	= Tahanan terinduksi
Inert	= Cairan zat lembam
In-flight recorder	= Peralatan perekaman penerbangan
Inflow factor	= Faktor aliran masuk
Injector	= Penyemprot
Injector	= Injektor, penyemprot
Injector head	= Kepala penyemprot
Inlet gearbox, IGB	= Kotak transmisi roda gigi saluran masuk
Inlet guide vane, IGV	= Sudu pengarah saluran masuk
Install, installed	= Pasang, terpasang
Installed engine thrust	= Gaya dorong motor terpasang
Installed thrust specific fuel consumption	= Konsumsi bahan bakar spesifik gaya dorong terpasang
Interceptor	= Penyergap
Intercooling, intercooler	= Interkuler (pendinginan di dalam)
Interface	= Hubungan antar-muka
Interference drag	= Tahanan interferensi
Interference drag	= Gaya hambat interferensi
Internal convection	= Konveksi internal

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Inter-stage bleeding	= Pengeluaran/pengucuran intra-tingkat
Inverted cone	= Corong pengalih
Iron bird	= Burung besi
Jam acceleration	= Akselerasi kemacetan
Jet propulsion	= Propulsi jet
Jet trainer	= Pesawat terbang jet pelatih
Joint	= Sambungan
Knife-edge seals	= Segel ujung-pisau
Krueger flap	= Flap jenis krueger
Labirint	= Labirin
Landing	= Mendarat, pendaratan
Landing gear	= Roda pendarat
Landing speed	= Kecepatan mendarat
Leading edge	= Tepi depan
Leading edge extension	= Tepi depan tambahan
Leading edge line extension	= Perpanjangan garis tepi depan
Leading edge station	= Stasiun tepi depan
Leakage	= Kebocoran
Leakage drag	= Gaya tahan kebocoran
Left buttock line	= Garis bokong kiri
Length	= Panjang
Letter designation	= Surat penugasan
Lift increment	= Penambahan gaya angkat
Lifting surface	= Permukaan angkat
Lifting, lift	= Gaya angkat
Lift-off	= Terangkat dari landasan
Linear	= Aksial
Liners	= Garis alur
Link	= Hubung

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Load, loading = Beban, pembebanan

Long range reconnaissance aircraft = Pesawar tempur lacak jarak jauh

Loud bang = Dentuman keras

Low pressure Compressor (LPC) = Kompresor bertekanan rendah

Low pressure turbine (LPT) = Turbin bertekanan rendah

Low pressure turbine/LPT major module = Modul utama turbin bertekanan rendah

Low pressure turbine/LPT shaft plug = Steker poros turbin bertekanan rendah

Lower spar fittings = Suaian lunas-bawah

Lower spar strut = Penopang lunas bawah

Lower surface = Aliran bawah

Low-wing = Sayap-rendah

Mach Number = Bilangan Mach

Main deck floor beams = Balok lantai dek utama

Main engine control, MEC = Kontrol motor utama

Mainstream = Jalur aliran utama

Mainstream Mach number = Angka Mach jalur aliran utama

Maintainability = Masa pakai

Manouver = Manuver

Mass flow rates = Laju aliran massa

Maximum fuselage cross sectional area = Luasan perpotongan fuselas maksimum

Mean aerodynamic chord = Korda aerodinamik rata-rata

Mean camber line = Garis kamber rata-rata

Measure, measuremet = Mengukur, pengukuran

Melting point = Titik lebur

Mesh screen = Layar jala

Metal fatigue = Kelelahan bahan logam

Midspar = Lunas-tengah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Midspar fitting	= Suaian lunas-tengah
Midstream fairing	= Pemolek aliran tengah
Mid-wing	= Sayap-tengah
Military transport aircraft	= Pesawat terbang angkut militer
Miniature heat exchanger	= Penukar panas kecil
Minor roll correction	= Koreksi guling kecil
Miscellaneous drag	= Gaya hambat lain
Miscellanous parasite drag coefficient	= Koefisien gaya hambat parasit lain-lain
Mission profile	= Profil tujuan
Mockup	= Prototipe, tiruan
Mold, molded, molding	= Cetak, cetakan
Molded composite	= Komposit cetak
Momentum drop	= Penurunan drastis momentum
Mounting angle	= Sudut pasang
Movable cowl	= Rumahan (motor) gerak
Multi role fighter	= Pesawat tempur multiguna
Nacelle	= Nasel
Nacelle buttock line	= Garis bokong nasel
Nacelle discharge duct	= Saluran keluar nasel
Naval aircrafts	= Pesawat tempur angkatan laut
Naval carriereborne strike fighters	= Pesawat tempur basis kapal induk
Net Thrust	= Gaya dorong net
Neutral burning	= Pembakaran netral
Nickel-base alloys	= Bahan campuran berbasis nikel
Noise level	= Tingkat kebisingan
Noise pattern	= Pola suara/kebisingan
Noise shield	= Tameng bising
Noise suppressor	= Peredam suara/kebisingan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Noise-induced structural fatigue = Kelelahan struktural karena induksi bising

Nose-up = Menengadah ke atas

Nosing down = Aksi penukikan hidung pesawat terbang kebawah pada fase penerbangan

Nozzle = Nosel

Nozzle vane assembly = Rakitan sudu nosel

Oblique shock wave = Kemiringan gelombang kejut

Observed data = Data observasi

Oil inlet cover = Rumahan saluran masuk oli

Oil manifold assembly = Rakitan manipol oli

On-Condition maintenance = Perawatan mesin saat dilepas dari sayap pesawat dan diperbaiki di bengkel

On-wing maintenance = Perawatan mesin pada posisi disayap pesawat

Open cycle = Siklus terbuka

Orifice = Saluran, mulut, celah

Out of control = Diluar kendali

Outboard = Diluar, sebelah luar, luaran

Outboard leading edge slat = Slat tepi depan bagian lu

Outboard rear spar = Lunas belakang begian luar

Outboard slat stations = Stasiun slat bagian luar

Outlet guide vane, OGV = Sudu pengarah saluran luar

Overall = Keseluruhan, semua, total

Overexpansion = Ekspansi-lebih

Oxidation = Oksidasi

Pan = Penampung, panci

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Parabrake = Rem parasut

Parasite drag/zero lift drag = Gaya hambat parasit/ gaya hambat garis batas gaya angkat

Parasitic drag = Gaya hambat parasit

Perfectly neutral stability = Stabilitas netral sempurna

Perforated holes = Lubang berrongga

Perforated round tube = Tabung bulat berongga

Perforation = Rongga lubang

Perimeter = Garis keliling

Pile, piling = Tumpuk, menumpuk

Pin = Pin, peniti, penjepit

Pitch angle = Sudut langkah angguk

Pitching, pitch = Langkah angguk

Pitch-up = Gerakan anggukan ke atas

Pivot = Sumbu, poros, pasak

Plenum chamber = Ruangan tampung udara sementara

Plunger = Penghisap

Power management control, PMC = Kontrol manajemen daya

Powerplant = Propulsi

Power-to-weight ratio = Perbandingan daya terhadap beban

Predatory animal control = Pengontrolan binatang predator

Predictive maintenance = Perawatan berdasarkan perkiraan kerusakan

Premixing = Prapencampuran

Pressure = Tekanan

Pressure atomizing process = Proses atomisasi tekanan

Pressure recovery schemes = Susunan pengendali tekanan

Pressure-atomizing = Pengabutan-tekanan

Pre-start purging = Proses membersihkan sebelum start

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(pada motor start)

Prevaporizing = Prapenguapan

Preventive maintenance = Perawatan pencegahan

Primary fuel manifold = Manipol bahan bakar primer

Primary/ inner airstream = Aliran udara primer (dalam)

Principle axes = Sumbu utama

Probe = Probe, alat penyidik/alat deteksi

Profile Drag = Tahanan profil

Progressive burning = Pembakaran progresif

Proporsionat thrust = Gaya dorong proporsional

Propulsive efficiency = Efisiensi propulsif

Propulsive efficiency system = Sistem efisiensi propulsif

Propulsive force = Gaya propulsif

Propwash = Terpaan propeler

Protuberance = Jendulan, benjolan

Pull down = Menukik ke bawah

Pull up = Menukik ke atas

Pull, pulling = Tarik, penarikan

Push, pushing = Dorong, pendorongan

Pusher = Motor tipe pendorong

Pylon = Pilon

Quarter chord line = Seperempat garis korda

Quiet = Kalem

Rabbet = Alur, parit

Rabbet flange = Flens bertipe alur

Rabbeted flanges = Flens alur

Radial bevel gear = Roda gigi konis radial

Radial drive shaft = Poros penggerak radial

Radial inflow turbine = Turbin aliran dalam radial

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Ram pressure	= Tekanan ram
Ramp	= Alur
Random access memory (RAM)	= Memori akses acak
Range	= Jelajah (jarak jelajah), jarak, jangkauan
Rate	= Laju
Reactant	= Reaktan
Realibility-centred maintenance	= Perawatan berdasarkan pada keterpercayaan
Rear	= Belakang
Rear casing halves	= Paruhan rumahan belakang
Rear spar	= Lunas belakang
Rear spar station	= Stasiun lunas belakang
Rectangular wing	= Sayap berbentuk persegi panjang
Rectifier	= Rectifaier
Reduction gear	= Roda gigi reduksi
Reference wing	= Sayap acuan
Regressive burning	= Pembakaran regresif
Reheating, reheat	= Pemanasan ulang
Reliable	= Dapat diandalkan
Removable shroud	= Bingkai dapat-lepas
Residence time	= Waktu tinggal
Restore	= Pulih, kembali pada kondisi semula
Restoring force	= Gaya pemulih
Retract, retracted	= Tarik kedalam, ditarik masuk
Reverser idle	= Posisi pembalik tanpa beban
Reversible	= Reversibel, arahnya dapat dibalik, dapat bolak-balik
Reversible pitch propeller	= Propeler angguk reversibel

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Reynolds Number	= Bilangan Reynolds
Right buttock line	= Garis bokong kanan
Rigid rotor	= Rotor fleksibel tanpa engkol
Ring frame	= Frame cincin
Rivet	= Paku kelling
Roller bearing	= Bantalan rol
Rolling, roll	= Langkah guling
Rotary wing	= Sayap putar
Rotating cool-down	= Pendinginan rotor setelah operasi
Rotor blade	= Daun rotor
Round strut and wire	= Kawat dan penyangga melingkar
Rudder	= Kemudi
Rudder hinge centerline	= Garis pusat engsel kemudi
Rudder station	= Stasiun kemudi
Rudder tip chord	= Korda ujung kemudi
Rumble	= Gemuruh
Run per minute, RPM	= Putaran per menit
Run-down time	= Waktu berhenti
Runway arrester gear	= Transmisi roda gigi penahan landasan pacu
Ruptupe strenght	= Kekuatan pecah
Safety resistor	= Resistor pengaman
Sample	= Sampel, contoh
Scavange oil	= Minyak pengais
Scheduled maintenance	= Perawatan terjadwal
Scoop inlet	= Lubang masuk tipe sekop
Scramjet,supersonic combustion ramjet	= Skramjet, ramjet dengan pembakaran supersonik
Screech	= Cicitan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Scrubbing	= Gosokan, tersikat, terpaan
Scrubbing drag	= Gaya hambat terpaan
Sea level	= Titik acuan permukaan laut
Seal	= Segel
Seal assembly	= Rakitan segel
Secondary /outer airstream	= Jalur aliran udara sekunder (luar)
Secondary fuel manifold	= Manipol bahan bakar sekunder
Seed, seeding	= Pembenihan
Separation	= Separasi, pemisahan
Shaft	= Poros
Shear	= Geser, tegangan geser
Shear deformation	= Deformasi/perubahan bentuk akibat pergeseran
Shock formation	= Formasi kejut
Shock wave	= Gelombang kejut
Short burst	= Semburan pendek
Short range reconnaissance aircraft	= Pesawar tempur lacak jarak dekat
Short Take-off and landing (STOL)	= Pesawat yang mendarat dan tinggal landas hanya memerlukan lintasan pendek
Shroud	= Bingkai
Side brace	= Penjepit samping
Side by side	= Berdampingan
Single core rotor	= Inti rotor tunggal
Single entrance duct	= Saluran jalan masuk tunggal
Size	= Ukuran
Skin friction drag	= Gaya hambat akibat gesekan dengan kulit pesawat
Skin roughness	= Tingkat kekasaran kulit

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Slat rotation	= Rotasi slat
Sleeve	= Hem lengan
Slipstream factor	= Faktor arus selip
Smoke emission	= Emisi asap
Smokeless burners	= Pembakar bebas asap
Software	= Perangkat lunak
Solver	= Pemecah masalah
Spar	= Lunas
Sparepart	= Komponen
Spark erosion	= Erosi loncatan listrik
Specific fuel consumption	= Konsumsi bahan bakar spesifik
Speed governor	= Kendali kecepatan
Spesific weight	= Berat spesifik
Spike	= Paku besar
Spinner front cone	= Kerucut depan pemutar
Spinner rear cone	= Kerucut belakang pemutar
Spiral divergence	= Divergensi spiral
Spoiler	= Spoiler, pembuyar arus aliran
Spray, spraying	= Penyemprotan
Stabilizer airfoil	= Airfoil stabiliser
Stabilizer buttock line	= Garis bokong stabiliser
Stabilizer chord plane	= Bidang korda stabiliser
Stabilizer rear span	= Bentang belakang stabiliser
Stabilizer reference plane	= Bidang acuan stabiliser
Stabilizer station	= Stasiun stabiliser
Staged-combustion cycle	= Siklus pembakaran bertingkat
Stall	= Stol
Stall margin	= Marjin stol
Static margin allowance	= Suaian marjin statis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Statically unstable	= Statis tak stabil
Stationary stator	= Stator stasioner
Stationary vanes	= Sudu-sudu stasioner
Stator aft seals	= Segel belakang stator
Steady, steady flow	= Tunak, aliran tunak
Stealth Bombers	= Pembom anti deteksi radar
Steeper angle	= Sudut yang lebih curam
Stoichiometric air	= Udara stoikiometris
Stoichiometric mixture	= Campuran stoikiometris
Stow, stowed	= Simpan, dimuat, dilipat kedalam
Straddle T-root	= Konstruksi akar T mengangkang
Streamline	= Garis arus, berkontur garis arus aliran
Streamline spinner	= Pemutar arus aliran
Streamline wheel and tire	= Ban dan roda pendarat berkontur garis arus aliran
Streamlined strut	= Penyangga berkontur garis arus aliran
Strike fighters	= Pesawat tempur serang
Structural fuse pin	= Pin sekering struktural
Strut	= Topangan
Strut-braced	= Topangan penguat
Stuck molecule	= Molekul yang melekat
Subsonic	= Subsonik
Subsonic streamline	= Garis aliran subsonik
Sufficient	= Cukup
Sulfidation	= Sulfidasi
Supercharger	= Peningkat daya
Supercritical airfoil	= Airfoil superkritis
Supersonic	= Supersonik
Support	= Sokong, dukung

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Surface film cooling	= Pendinginan film permukaan
Surface tension	= Tegangan permukaan
Surging, surge	= Luncur
Surrounding shroud	= Selimut/keliling bingkai
Susceptible, susceptibility	= Rentan, kerentanan
Swaying, sway	= Langkah Ayun
Sweping, Swept	= (Sayap) Lekuk ke belakang
Swirl, swirling	= Pusar, pusaran, berpusar
Swirl-type nozzle	= Nosel bertipe pusaran
Tail	= Ekor
Tail cone	= Kerucut ekor
Tail rotor	= Rotor ekor
Tail span	= Bentang sayap
Tail wind	= Angin ekor
Take-off gross weight	= Berat kotor pesawat terbang saat lepas landas
Take-off, T/O	= Lepas landas, tinggal landas
Taper ratio	= Perbandingan keruncingan
Taxi	= Berjalan menuju landasan pacu
Telescopic shroud	= Bingkai teleskopis
Temperature	= Suhu, temperatur
Theoretical lift increment	= Penambahan gaya angkat teoritis
Thermal strain	= Regangan termal
Thermocouple	= Termokopel, alat pengukur thermal
Three dimensional model solver	= Pemecah masalah model tiga dimensi
Three-dimensional contoured vane concept	= Konsep sudu kontur tiga dimensi
Three-dimensionally designed airfoils	= Desain airfoil tiga dimensi
Throat insert	= Sisipan kerongkongan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Throttle	= Throtel, tongkat kendali
Throttle lever	= Tuas throtel
Throttle lever angle	= Sudut tuas throtel
Throttle operation	= Operasi throtel
Thrust	= Gaya dorong
Thrust amplifier	= Penguat gaya dorong
Thrust balance vent system	= Sistem saluran keseimbangan gaya dorong
Thrust link	= Penghubung gaya dorong
Thrust reverser	= Pembalik gaya dorong
Thrust specific fuel consumption	= Konsumsi bahan bakar spesifik gaya dorong
Time between overhaul (TBO)	= Waktu antara reparasi besar
Tip blade clearance	= Suaian ujung daun
Top of floor beam	= Puncak balok lantai
Torque box	= Kotak torsi
Torsional moment	= Momen putar
Total empty weight	= Berat kosong total
Total priductive maintenance	= Perawatan produktif total
Total separation	= Separasi/pemisahan total
Touchdown	= Posisi pesawat terbang saat menyentuh tanah pada saat pendaratan
Tow, towed	= Derek, diderek
Trace, tracing	= Jejak, penyusuran jejak
Trailing edge	= Tepi belakang
Trailing vortex	= Vorteks ekor
Transfer gearbox	= Kotak transmisi roda gigi transfer
Transient control system	= Sistem kontrol sementara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Transonic	= Transonik
Transport	= Angkut
Trim drag	= Gaya hambat potongan
Triple tail	= Ekor-3
T-tail	= Ekor T
Turbine clearance control valve, TCCV	= Katup kontrol suaian turbin
Turbine frame	= Frame turbin
Turbocharger	= Turbin peningkat daya
Turboshaft	= Turboporos
Twin-spool compressor	= Kompresor spul-kembar
Twist, twisting	= Goyang, penggoyangan
Two-dimensional vane streamline traces	= Penyusuran jejak jalur aliran sudu dua dimensi
Type certificate data sheet, TCDS	= Lembar kerja data sertifikasi tipe
Ultra High By-pass Engine/UHB	= Motor berperbandingan simpangan sangat tinggi
Under-cambered airfoil	= Airfoil kamber-bawah
Underscoop inlet	= Saluran masuk tipe sekop-bawah
Underwing pylon mounted engine	= Pilon pemuat motor pada bawah sayap
Unducted	= Tanpa saluran
Unducted fan (UDT)	= Fan tanpa saluran
Uninstalled thrust	= Gaya dorong motor tak terpasang
Uninstalled thrust specific fuel consumption	= Konsumsi bahan bakar spesifik gaya dorong tak terpasang
Unscheduled maintenance	= Perawatan tak terjadwal
Untapered rectangular wing	= Sayap berbentuk persegi panjang tak runcing
Upper spar fittings	= Suaian lunas-atas

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Upper spar strut	= Penopang lunas atas
Upper surface	= Aliran atas
Upper-link	= Hubung-atas
Upwash	= Kibas-atas
Upwash velocity	= Kecepatan kibas-atas
Vanes	= Sudu-sudu
vapor, vaporizing	= Uap, penguapan
Variabel stator vanes,VSV	= Sudu stator variabel
Variabel sweep wing	= Sayap melengkung variabel
Variable area exhaust nozzle	= Nosel buangan variabel area
Variable bleed valve, VBV	= Katup pengeluaran variabel
Variable bypass valve feedback position	= Posisi respon balik katup simpang variabel
Variable bypass valve system	= Sistem katup simpang variabel
Variable inlet guide vanes	= Sudu pengarah masuk yang variabel
Variable stator vane feedback position	= Posisi respon balik sudu stator variabel
Variable-area nozzle	= Nosel area-variabel
Velocity	= Kecepatan
Vent	= Lubang, celah
Vertical Stabilizer	= Stabiliser vertikal
Vertical stabilizer leading edge station	= Stasiun tepi depan stabiliser vertikal
Vertical stabilizer rear span	= Bentang belakang stabiliser vertikal
Vertical stabilizer waterline	= Garis air stabiliser vertikal
vertical tail tip chord	= Korda ujung ekor vertikal
Vertical Take-off and Landing (VTOL)	= Pesawat yang mendarat dan tinggal landas secara vertikal
Vibratory flutter	= Getaran vibrasi
Videoclip	= Cuplikan video, video berdurasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

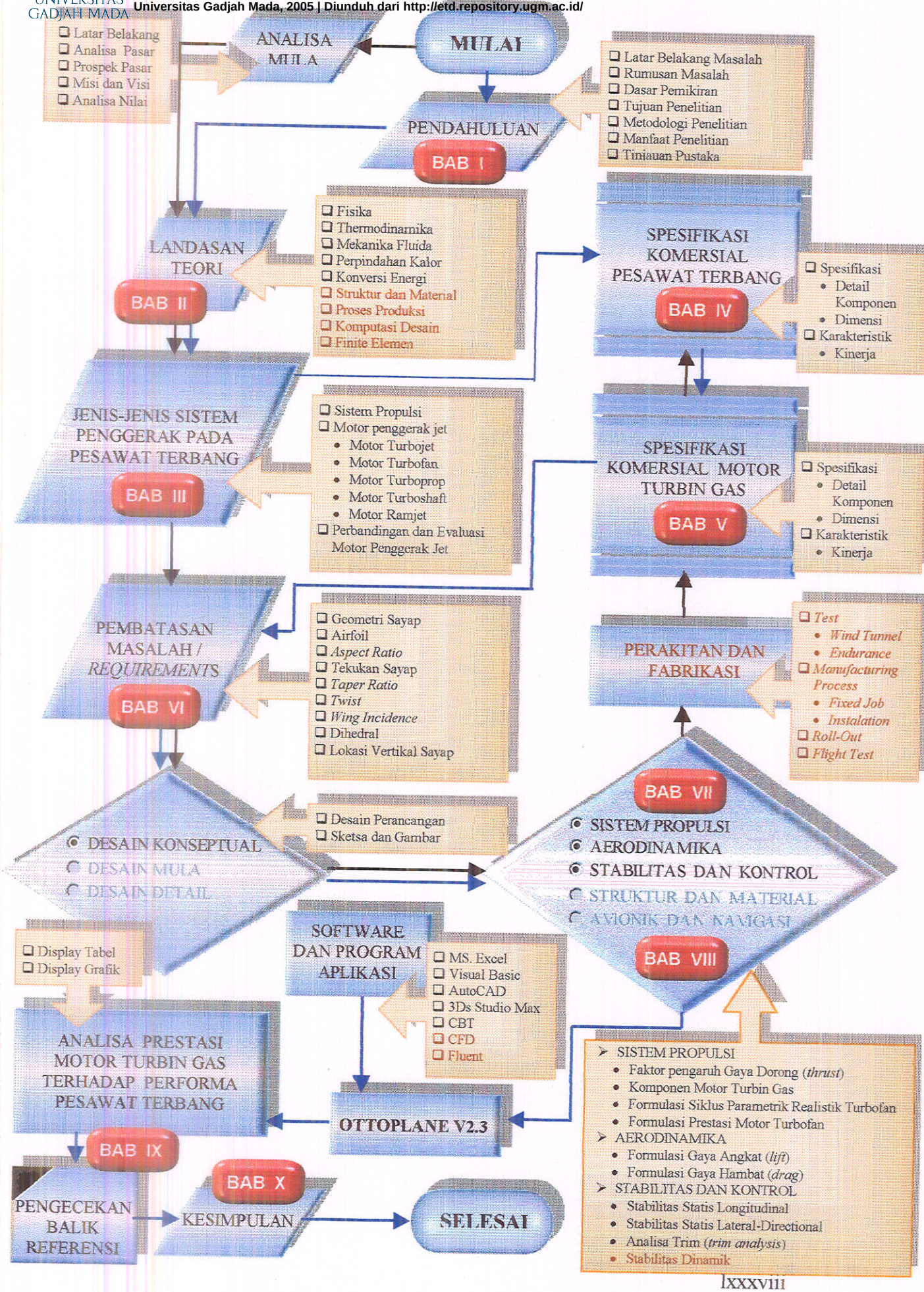
	pendek
Viscous separation drag	= Gaya hambat separasi/pemisahan kekentalan
Visibility threshold	= Ambang batas penglihatan
Volumetric loading fraction	= Fraksi pembebanan volumetrik
Vortex	= Vorteks, aliran berputar
Wasp waist	= Konfigurasi bentuk pinggang tawon
Waterline	= Garis air
Wave drag	= Gaya hambat gelombang
Web fraction	= Fraksi web
Web thickness	= Tebal web
Wedge	= Baji
Weight	= Berat
Wetted area	= Luasan basah
Wheel and tire with fairing	= Ban dan roda pendarat dengan pemolek
Wheel braking	= Pengereman oleh roda pendarat
Whirling speed	= Kecepatan pusaran
Width	= Lebar
Wind milling drag	= Tahanan kincir angin
Wing	= Sayap
Wing buttock line	= Garis bokong sayap
Wing chord plane	= Bidang korda sayap
Wing incidence	= Batas pengaruh sayap
Wing inlet	= Lubang masuk sayap
Wing lift curve	= Kurva gaya angkat sayap
Wing loading	= Pembebanan pada sayap
Wing pivot area	= Daerah sumbu sayap
Wing plan shape	= Bentuk pampang sayap

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Wing reference plane	= Bidang acuan sayap
Wingroot	= Akar sayap
Wingtip	= Ujung sayap
Work-down factor	= Faktor penyelesaian kerja
Worksheet	= Bidang kerja
Yawing, yaw	= Langkah geleng
Zero downtime	= Tak keluar dari jadwal
Zero lift angle	= Sudut gaya angkat
Zero-lift incidence	= Batas muncul gaya angkat
Zero-lift line	= Garis gaya angkat

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DIAGRAM ALIR PENULISAN TUGAS AKHIR



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rekalkulasi Konseptual Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 Pada Pesawat Terbang Boeing 737-400 (
Studi Lapangan di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)
Otto Satria Nugraha, Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Keterangan Diagram:

→ = Alur proses pembuatan pesawat terbang

→ = Alur penulisan Tugas Akhir

Opsi = Pilihan yang tidak dibahas dalam Tugas Akhir

Bahan = Materi yang tidak dibahas dalam Tugas Akhir

Pembuatan format ini ditujukan sebagai panduan penelusuran alur penulisan Tugas Akhir. Dalam pelaksanaan rekalkulasi Prestasi Motor Turbin Gas CFM56-3C1 pada Pesawat Terbang Boeing 737-400, dilakukan analisa terbalik (*reversed analysis*) terhadap tahap-tahap pembuatan pesawat terbang. Hal ini disebabkan karena analisa yang dikembangkan penulis adalah berdasarkan referensi data spesifikasi dan parameter komponen pesawat terbang yang telah dipublikasikan oleh pihak perancang. Data referensi tersebut kemudian dikalkulasi ulang berdasarkan formulasi teori desain konseptual sebuah Pesawat Terbang dan prestasi Motor Turbin Gas menurut buku referensi mata kuliah Aerodinamika, sehingga terbentuk suatu media penelusuran korelasi antara teknologi aplikasi pengembangan pesawat terbang dengan teori konseptual perancangan pesawat terbang.

