

SKRIPSI

**ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL
*TURBO FAN ENGINE***



**DENNI OKTA DINATA
03051381823087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SKRIPSI

**ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL *TURBO*
*FAN ENGINE***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
DENNI OKTA DINATA
03051381823087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL TURBO FAN ENGINE SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DENNI OKTA DINATA

03051381823087

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Agenda No. : 001/TM/AK/2023
Diterima Tanggal : 30-01-2023
Paraf :



SKRIPSI

NAMA : DENNI OKTA DINATA
NIM : 03051381823087
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP
MATERIAL TURBO FAN ENGINE
DIBUAT TANGGAL : JUNI 2022
SELESAI TANGGAL :

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP.197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL *TURBO FAN ENGINE*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Desember 2022

Palembang, 10 Januari 2023

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.
NIP. 197209021997021001



Anggota:

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198711302019031006



3. Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T.
NIP. 197002281994121001




Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 1971122519970210

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Denni Okta Dinata

NIM : 03051381823087

Judul : ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL *TURBO FAN ENGINE*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Januari 2023



Denni Okta Dinata

NIM. 03051381823087

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Denni Okta Dinata

NIM : 03051381823087

Judul : ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL *TURBO FAN ENGINE*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Januari 2023



Denni Okta Dinata

NIM. 03051381823087

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Sidang Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisa Beban Tumbuk Terhadap Material *Turbo Fan Engine*”.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian Skripsi ini. Terima kasih kepada yang terhormat :

1. Kedua Orang Tua serta keluarga yang selalu memberi support kepada penulis serta doa yang tulus untuk penulis.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, dan mendidik serta memberi memotivasi, dan banyak memberikan sarana kepada penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Hasan Basri, Ph.D selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh dosen dan karyawan serta teman-teman jurusan Teknik Mesin.

Universitas Sriwijaya. Penulis sangat menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kotnribusi di dalam dunia pendidikan dan industri.

Palembang, Desember 2022



Denni Okta Dinata

RINGKASAN

ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL TURBO FAN ENGINE

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Januari 2023

Denni Okta Dinata, di bimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

LXVII + 41 Halaman, 33 gambar, 1 lampiran

RINGKASAN

Perkembangan industri dunia sangat pesat salah satunya adalah industri penerbangan. Pesawat terbang merupakan sarana transportasi yang banyak diminati bagi masyarakat karena tingkat efisiensi waktu yang sangat tinggi. Hal tersebut mendorong agar kondisi pesawat selalu di perhatikan terutama komponen yang terdapat di dalamnya. Perawatan pesawat terbang pun sangat diperhatikan untuk menjaga kondisi terbaik. Saat ini, untuk meningkatkan efisiensi waktu dikembangkan pesawat turbofan. Mesin turbofan memiliki tipe seperti mesin jet pesawat terbang yang mirip dengan mesin turbojet. Mesin turbofan merupakan turunan mesin turbin gas yang berguna untuk menggerakkan pesawat terbang komersial maupun pesawat tempur. Material yang digunakan pada turbofan engine adalah aluminium 7075. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya tahan benturan terhadap turbofan engine serta mengetahui kekuatan material yang digunakan pada turbofan engine. Metode analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah Finite Element Analysis (FEA). Dengan menggunakan salah satu aplikasi Autodesk Inventor merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, desain mesin, desain mold, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. Program ini merupakan rangkaian program penyempurnaan dari Autodesk Autocad dan Autodesk Mechanical Desktop dengan melakukan pembuatan gambar 3D modeling di gunakan untuk mempermudah visualisasi, menjelaskan konsep mendetail interkoneksi, bagian ataupun untuk secara keseluruhan dari peralatan dengan adanya 3D modeling pengerjaan disain gambar dan pembentukan Gambar menyerupa yang asli memudahkan pekerja di dunia engineering, satu bagian bekerja dengan baik jarak antara bagian dan menggunakan material Aluminium yang gunakan di bidang kontruksi karna

mempunyai sifat mekanik nya yang kahs, dapat di perlakukan panas dan Ketahanan deformasi material dihasilkan dari elastisitas dan modulus gesernya. Paduan aluminium 7075 memiliki kekuatan luluh 503 MPa (83.000 PSI satuan tekanan yang dihasilkan gaya) yang berarti bahwa sepotong paduan 7075 setelah, itu material di lakukan proses mesh dengan membagi geometri total menjadi elemen-elemen kecil yang kemudian bertindak sebagai volume kontrol perangkat lunak Autodesk Inventor ini pastinya lebih di permudah, pada proses mesh ini di lakukan otomatis, elemen–elemen ini di buat semakin kecil saat proses mesh otomatis, solusi yang di hitung akan mendekati solusi yang sebenar nya dengan menggunakan peroses mesh otomatis Menyempurnakan Mesh otomatis memiliki tujuan secara signifikan untuk mengurangi waktu processing. Ketika batas dari struktur di temukan tanpa menggunakan semi otomatis mesh maka daerah tersebut akan di katakana tipe satu elemen. Proses Mesh megunakan metode refine mesh di Inventor dengan mesh otomatis. Pada penelitian ini analisa yang dilakukan adalah beban tumbuk terhadap material turbofan engine. Hasil dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai tegangan luluh yang terkategori aman dan material tidak mengalami perubahan bentuk, melakukan simulasi dengan pengujian tarik dan mendapatkan hasil yang aman, serta hasil uji lentur material tidak mengalami perubahan dengan nilai maksimal sebesar 2,04 mm dan nilai terkecil sebesar 0 m.

Kata kunci : Alumunium 7075, Finite Element Analysis (FEA), Mesin Turbofan, Pesawat Terbang.

SUMMARY

ANALISA BEBAN TUMBUK TERHADAP MATERIAL TURBO FAN ENGINE

Scientific paper in the form of a thesis, Desember 2022

Denni Okta Dinata, Supervised by Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

LXVII + 41 Pages, 33 Figures, 1 Appendix

SUMMARY

The world's industrial development is very rapid, one of which is the aviation industry. Airplanes are a means of transportation that are in great demand for the public because of their high level of time efficiency. This encourages that the condition of the aircraft is always considered, especially the components contained in it. Aircraft maintenance is also very concerned to maintain the best condition. Currently, to improve time efficiency, turbofan aircraft are developed. The turbofan engine is of a type like an airplane jet engine which is similar to a turbojet engine. Turbofan engines are derivatives of gas turbine engines that are useful for propelling commercial aircraft and fighter aircraft. The material used in the turbofan engine is aluminum 7075. The purpose of this research is to determine the iMPact resistance of the turbofan engine and to determine the strength of the material used in the turbofan engine. The analytical method used in this study is Finite Element Analysis (FEA). By using one of the Autodesk Inventor applications, this is a program specifically designed for engineering needs such as product design, machine design, mold design, construction design, or other engineering needs. This program is a series of improvement programs from Autodesk Autocad and Autodesk Mechanical Desktop by making 3D modeling drawings that are used to facilitate visualization, explain the detailed concept of interconnection, parts or for the whole of the equipment with 3D modeling working on drawing designs and forming images similar to the original makes it easier for workers in the engineering world, one part works well with the distance between parts and uses aluminum material which is used in the construction field because it has good mechanical properties, can be heat treated and the material's deformation resistance results from its elasticity and shear modulus. Aluminum alloy 7075 has

a yield strength of 503 MPa (83,000 PSI unit pressure resulting force) meaning that a piece of 7075 alloy after that material is meshed by dividing the total geometry into small elements which then act as a control volume in Autodesk Inventor software. this is certainly easier, in the mesh process this is done automatically, these elements are made smaller when the mesh process is automatic, the calculated solution will approach the actual solution by using the automatic mesh process Perfecting the Automatic Mesh has a significant purpose for reduce processing time. When the boundary of the structure is found without using a semi-automatic mesh then the area will be said to be of one element type. The Mesh process uses the refine mesh method in Inventor with automatic mesh. In this study the analysis carried out was the iMPact load on the turbofan engine material. In this study the analysis carried out was the iMPact load on the turbofan engine material. The results of this study are to obtain yield stress values that are categorized as safe and the material does not change shape, carry out simulations with tensile testing and obtain safe results, and the results of the material flexure test do not change with a maximum value of 2.04 mm and a minimum value of 0 m.

Keywords : airplanes, aluminium 7075, finite element analysis (fea), Turbofan Engines.

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
SKRIPSI.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Turbo Fan Engine</i>	3
2.2 <i>Air Inlet</i>	4
2.3 <i>Compressor</i>	4
2.4 <i>Combustion Chamber</i>	5
2.5 <i>Fan dan Low Pressure Compressor</i>	6
2.6 <i>High Pressure Compressor</i>	7
2.7 <i>Exhaust</i>	9
2.8 <i>Spinner (Aerospike atau Spike)</i>	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Diagram Alir Penelitian	11
3.2 Metode Elemen Hingga	12

3.3	Aplikasi yang digunakan	13
3.4	Prinsip Kerja.....	14
3.5	Alat dan Bahan	14
3.6	<i>Metode Pengujian</i>	14
3.7	3D Modelling	15
3.8	<i>Finite Element Analysis</i>	16
3.9	Penggunaan Data dan Material Analisa	16
3.10	Alumunium 7075.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		19
4.1	Hasil Pengujian	19
4.1.1	Gambar Pengujian	19
4.1.2	Proses Pemilihan Material	20
4.1.3	Sifat Mekanis.....	20
4.1.4	<i>Proses Mesh</i>	21
4.1.5	Proses Pembebanan	22
4.1.6	Proses Fixed Constraint	22
4.1.7	Proses simulasi	23
4.1.8	Faktor Keamanan.....	23
4.2	<i>Von Mises Stress</i>	24
4.2.1	<i>Convergence Plot</i>	26
4.3	<i>Principal Stress</i>	26
4.4	<i>1st Principal Stress</i>	26
4.5	<i>3rd Principal Stress</i>	27
4.6	<i>Displacement</i>	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....		33
LAMPIRAN		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Turbo Fan Engine</i>	3
Gambar 2.2 <i>Subsonic Inlet & Supersonic Inlet</i>	4
Gambar 2.3 <i>Compressor & Compressor Centrifugal</i>	4
Gambar 2.4 Skema Pembakaran pada <i>Combustion Chamber</i>	5
Gambar 2.5 <i>Low Pressure Compressor</i>	6
Gambar 2.6 <i>High Pressure Turbine</i>	7
Gambar 2.7 <i>Turbine</i>	9
Gambar 2.8 <i>High Pressure Turbine</i>	10
Gambar 3.1 Diagram Alir	11
Gambar 3.2 <i>Finite Element Method</i>	12
Gambar 3.3 <i>Autodesk Inventor Professional</i>	13
Gambar 3.4 <i>Finite Element Analysis</i>	15
Gambar 3.5 <i>3D Modelling</i>	15
Gambar 3.6 <i>Finite Element Analysis</i>	16
Gambar 3.7 <i>Aluminium 7075</i>	17
Gambar 4.1 <i>Material Wall Turbine</i>	19
Gambar 4.2 Pemilihan Material	20
Gambar 4.3 Proses <i>Meshing</i>	21
Gambar 4.4 Proses pembebanan	22
Gambar 4.5 Proses <i>Fixed Constraint</i>	22
Gambar 4.6 Proses Simulasi	23
Gambar 4.7 Material Analisa	24
Gambar 4.8 <i>Von Mises Stress</i>	24
Gambar 4.9 Material mengalami tekanan luluh	25

Gambar 4.10 Material Mengalami Nilai Maksimum Normal	25
Gambar 4.11 Material Terindikasi Nilai Minimum.....	25
Gambar 4.12 Grafik Material	26
Gambar 4.13 Nilai Maksimum pada Tegangan Tarik	27
Gambar 4.14 Nilai Minimum pada Tegangan Tarik	27
Gambar 4.15 Nilai Tekanan Maksimum	28
Gambar 4.16 Nilai Tekanan Minimum.....	28
Gambar 4.17 <i>Displacement</i> Perubahan Sumbu Terhadap Material	29
Gambar 4.18 <i>Displacement Material</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Gambar 1 Penggunaan Aplikasi Autodesk Inventor profesional	37
Lampiran Gambar 2 Proses Pembuatan Gambar Material 2 Dimensi	37
Lampiran Gambar 3 Proses Pembuatan Gambar 3 Dimensi.....	38
Lampiran Gambar 4 Proses Pemilihan Material	38
Lampiran Gambar 5 Proses Fixed Constraint	39
Lampiran Gambar 6 Proses Pembebanan	39
Lampiran Gambar 7 Proses Mesh Material	40
Lampiran Gambar 8 Proses Simulasi.....	40
Lampiran Gambar Hasil Simulasi	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa saat ini era industri sudah sangat berkembang, di dalam dunia penerbangan salah satu nya terdapat banyak tipe mesin turbin, dikarenakan transportasi udara paling banyak di minati karna tingkat efisiensi waktu yang sangat tinggi. Pada saat sekarang manusia berlomba lomba meningkatkan kinerja turbin pesawat agar lebih baik dan efisiensi seiring berjalan nya waktu, dengan perkembangan yang cukup pesat di dunia penerbangan penting bagi kita untuk melanjutkan pengembangan *Turbo Fan Pesawat* untuk kemajuan di dunia penerbangan, pada dasarnya mesin *Jet* adalah sebuah jenis mesin pembakaran yang di gunakan dalam pesawat prinsip mesin jet pada dasar nya sama dengan memnpercepat masa udara dengan masa pembakaran ke satu ara dengan hukum gerak *newton* ke tiga mesin akan terdorong dangan arah yang berlawanan, dengan menganalisa material pesawat dengan menggunakan *Alumunium 7075* untuk mengetahui kekuatan tekan material ketika di beri beban 6000 kg dan mengetahui daMPak ketika material pesawat di tekan dengan beban 6000 kg dan mengetahui material yang di gunakan batas beban *alumunium*. Berdasarkan uraian sebelumnya maka akan dilakukan analisa seputar *Turbo Fan engine* yang berjudul “Analisa Beban Tekan Terhadap Material *Turbo Fan Engine*”.

1.2 Rumusan Masalah

Menganalisa daya tahan *Turbo fan Engine* karna material *turbo fan engine* terdapat batas maksimal di segi beban tekan atau beban Tumbukan.

1. Bagaimana cara kerja *Turbo Fan Engine*

2. Berapa maksimum daya tahan material bentruan terhadap material *Turbo Fan engine*

1.3 Batasan Masalah

Rumusan masalah disusun dari rumusan masalah yang telah dikemukakan

1. Menganalisa Kekuatan material pada *Turbo Fan Engine*
2. Menganalisa batas maksimum kekuatan material *Turbo Fan engine*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui daya tahan benturan terhadap *Turbo Fan engine*
2. Mengetahui kekuatan material yang di gunakan *Turbo Fan Engine*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan menambah ilmu material di bidang penerbangan dan menambah pengetahuan lebih tentang *Turbo Fan Engine*

6. Menjadi ilmu pengetahuan di yang baru tentang material *Aluminium 7075* untuk bahan material pesawat.
7. Mempunyai pengetahuan di bidang analisa material *Turbo Fan Engine*.

DAFTAR PUSTAKA

- Balli, O., & Caliskan, H. (2021). Turbofan Engine Performances From Aviation, Thermodynamic And Environmental Perspectives. *Energy*, 232. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121031>
- Boyce, M. P., Oxford, B., Melbourne, J., & Delhi, N. (2006). *Gas Turbine Engineering Handbook Third Edition*. <http://elsevier.com>
- Cordeiro, R. A., Azinheira, J. R., & Moutinho, A. (2020). Actuation Failure Detection In Fixed-Wing Aircraft Combining A Pair Of Two-Stage Kalman Filters. *Ifac-Papersonline*, 53, 744–749. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.825>
- Dabit, A. S., Lianto, A. E., Branta, S. A., Laksono, F. B., Prabowo, A. R., & Muhayat, N. (2020). Finite Element Analysis (Fea) On Autonomous Unmanned Surface Vehicle Feeder Boat Subjected To Static Loads. *Procedia Structural Integrity*, 27, 163–170. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.07.022>
- Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2017). Kajian Sifat Mekanik Aluminium Paduan Seri 7075 Dengan Perlakuan Termal Himawan Eka Aprillian, Dzulkihli. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (Ifi)*, 06, 6–13.
- Krisna, N., Utomo, A., & Anggraini, L. (2019). Finite Element Analysis With Static And Dynamic Conditions Of Spare Wheel Carrier For Oh 1526 Fabricated By Saph 440 Hot Rolled Steel. In *Journal Of Mechanical Engineering And Mechatronics* (Vol. 4, Issue 1).
- Li, L., Huang, G., & Chen, J. (2019a). Investigations Of Tip-Jet And Exhaust Jet Development In A Ducted Fan. *Chinese Journal Of Aeronautics*, 32(11), 2443–2454. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.04.026>
- Li, L., Huang, G., & Chen, J. (2019b). Investigations Of Tip-Jet And Exhaust Jet Development In A Ducted Fan. *Chinese Journal Of Aeronautics*, 32(11), 2443–2454. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.04.026>
- Mattingly, J. D. (N.D.). *Elements Of Gas Turbine Propulsion* •.
- Mattingly, J. D. (2006). *Elements Of Propulsion : Gas Turbines And*

Rockets. American Institute Of Aeronautics And Astronautics.

- Tang, L., Du, X., Pan, J., & Sundén, B. (2019). Air Inlet Angle Influence On The Air-Side Heat Transfer And Flow Friction Characteristics Of A Finned Oval Tube Heat Exchanger. *International Journal Of Heat And Mass Transfer*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.118702>
- Wang, L., Zhang, N., Liu, H., & Yue, T. (2022). Stability Characteristics And Airworthiness Requirements Of Blended Wing Body Aircraft With Podded Engines. *Chinese Journal Of Aeronautics*, 35(6), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2021.09.002>
- Yan, J., Song, M., Zhang, J., Jin, D., & Gui, X. (2018). Analysis Of The Fan Performance In The Turbofan Engine Test. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1064(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1064/1/012053>
- Ze, X. U. (1994). *Digital Simulation Of Full Scale Static Test Of Aircraft*. <http://www.cnki.net>