

Analisis Perbandingan Aliran Udara *Fan Blade* Pada Mesin *CFM 56-7B* Dan *LEAP X-1B* Dengan Berbantuan *Computational Fluid Dynamic (CFD)*

Tri Susilo*, Bismil Rabeta, Taufiq Dwi Wijanarko

Program Studi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma
Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia
Corresponding Author : trisosilo@universitassuryadarma.com

Abstrak - *Fan blade engine* pesawat berperan sebagai *low pressure compressor* yang berfungsi untuk menghisap udara dari atmosfer ke dalam *engine*. Dalam hal ini terdapat berbagai macam model *fan blade*, diantaranya yaitu *CFM 56-7b* dan *LEAP X-1B*. Kedua model ini akan diuji dengan *Computational Fluid Dynamic (CFD)* untuk mengetahui distribusi aliran udara. Simulasi pada kondisi terbang jelajah dengan ketinggian terbang 38000 ft dengan variasi *mach number* dan putaran *fan blade* dari 70 % - 80%. Berdasarkan variasi pertama yaitu putaran *fan blade* 70 %, diperoleh kecepatan maksimal pada *output fan blade LEAP X-1B* sebesar 311.264 m/s dan tekanan maksimal pada *output fan blade CFM 56-7B* sebesar 19035.96 Pa. Untuk variasi kedua yaitu putaran *fan Blade* 80 %, diperoleh kecepatan maksimal pada *output fan blade LEAP X-1B* sebesar 350.392 m/s dan tekanan terbesar pada *output fan blade CFM 56-7B* sebesar 17276.09 Pa.

Kata kunci : *fan blade*, *CFM 56-7B*, *LEAP X-1B*, *Computational Fluid Dynamic (CFD)* , kecepatan, tekanan.

Abstract - *The airplane fan blade engine acts as a low pressure compressor which functions to suck air from the atmosphere into the engine. In this case there are various types of fan blades, among them CFM 56-7b and LEAP X-1B. Both of these models will be tested with Computational Fluid Dynamic (CFD) to determine the airflow distribution. Simulation on cruise condition with flight altitude at 38000 ft with variations in mach number and fan blade rotation from 70% - 80%. Based on the first variation that is 70% rotation fan blade, obtained maximum velocity at LEAP X-1B fan blade output is 311.264 m/s and maximum pressure at CFM 56-7B fan blade output is 19035.96 Pa. For the second variation that is 80% rotation fan blade, obtained maximum velocity at LEAP X-1B fan blade output is 350.392 m/s and maximum pressure at CFM 56-7B fan blade output is 17276.09 Pa*

Keywords: *fan blade*, *CFM 56-7B*, *LEAP X-1B*, *Computational Fluid Dynamic (CFD)* , velocity, pressure.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan waktu banyak disain fan blade yang semakin berkembang. Pada penguasaan teknologi rancang bangun serta rekayasa pesawat terbang sehingga telah berhasil dibuat suatu pesawat terbang yang memiliki kemampuan ketinggian dan kecepatan terbang serta kapasitas cukup tinggi. Hal serupa juga dialami oleh perkembangan disain mesin pesawat terbang itu sendiri. Dalam hal ini, ditandai dengan terciptanya rancangan mesin pesawat yang menghasilkan tenaga dorong yang besar dengan konsumsi bahan bakar yang cukup rendah dan irit.

Pada umumnya mesin pesawat terbang baik *fixed wing* maupun *rotary wing*. Mesin pesawat sering digunakan saat ini dibedakan atas dua jenis yaitu jenis mesin torak (*piston engine*) dan mesin turbin gas (*gas turbin engine*). Jenis mesin turbin gas lebih khusus dibedakan lagi menjadi empat jenis yaitu mesin *turbojet*, mesin *turbofan*, mesin *turboprop*, dan mesin *turboshaft*.

Mesin pesawat terbang terdiri beberapa bagian-bagian komponen penting yang tentunya memiliki fungsi berbeda satu sama lainnya. Komponen – komponen dari mesin ini saling terintergrasi dalam membentuk sistem propulsi. Dalam suatu bagian mesin pesawat terdapat *Fan blade* yang merupakan bentuk bilah baling - baling mesin pesawat untuk menarik aliran udara kedalam mesin pesawat. Banyak perkembangan rancangan bangun disain *fan blade* semakin berkembang hal ini akan terjadi perbedaan fan blade dalam distribusi aliran udara.

Fan blade banyak terdapat perbedaan disain *fan blade* dari mesin pesawat untuk mengetahui perbedaan fluida dengan yang lain menggunakan aplikasi *computational fluid dynamic (CFD)*. *Computational fluid dynamic (CFD)* ini untuk mengetahui aliran udara pada *fan blade*. Menentukan suatu perbedaan dari sisi pola aliran, *velocity* dan *pressure* sehingga dapat menentukan hasil perbandingan dari *fan blade* tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Proses Simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)*

Pada umumnya terdapat tiga tahapan yang harus dilakukan ketika melakukan simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)*, yaitu : *preprocessing*, *solving* dan *postprocessing*.

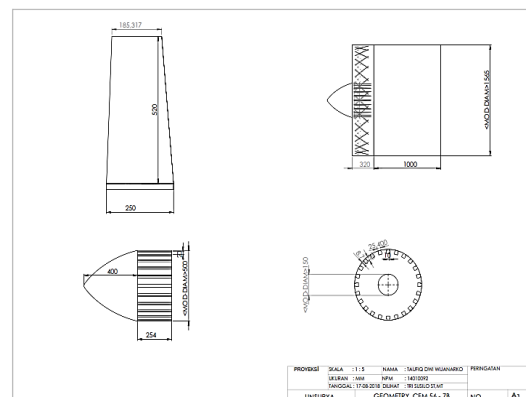
- Preprocessing*
- Solving*
- Postprocessing*

2.1.1 Diskritisasi

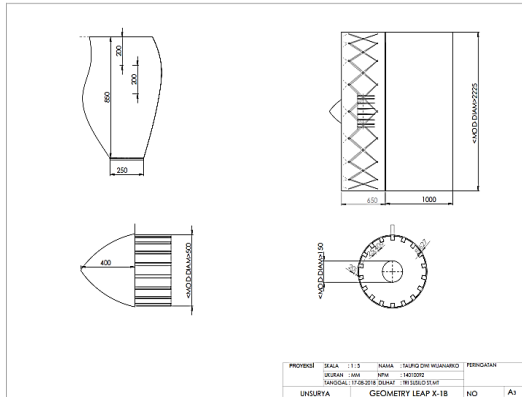
Diskritisasi adalah memecah domain atau daerah perhitungan menjadi beberapa daerah – daerah kecil yang disebut dengan *grid*, *mesh*, atau *cell*. Metode *diskritisasi* yang dipilih umumnya menentukan kestabilan dari program *numeric / Computational Fluid Dynamic (CFD)* yang dibuat. Metode yang diterapkan oleh *solidworks* adalah metode volume hingga.

2.1.2 Pemodelan

Pemodelan hub, spinner, *blade* dan *duct fan* dilakukan dengan menggunakan *software computational fluida dynamics* yaitu *solidworks*. Pemodelan *blade* menggunakan *airfoil naca 0006 il*, sedangkan untuk pemodelan *duct fan* menggunakan diameter lingkaran dengan cara di *extrude* karena hanya sebagai pendamping analisa untuk berputarnya *blade*. Untuk pemilihan *blade* menggunakan *airfoil naca* yang sering di gunakan untuk pemodelan *blade*, sedangkan untuk pemodelan hub, spinner dan *duct fan* berdasarkan ukuran langsung pada benda tersebut.



Gambar 2.1 Geometri Blade CFM 56- 7B



Gambar 2.2 Geometri LEAP X -1B



Gambar 2.4 hub, blade dan duct lingkaran CFM 56-7b

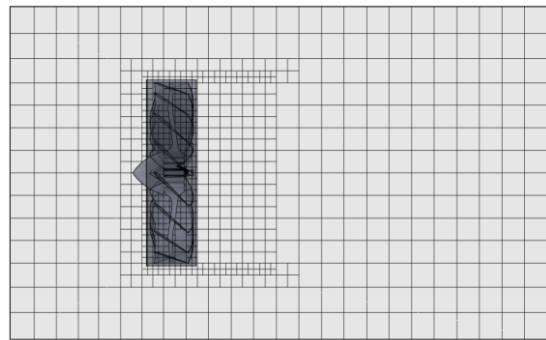


Gambar 2.5 hub, spinner, blade dan duct lingkaran LEAP X -1B

2.1.3 Proses Meshing

Setelah membuat geometri dan menentukan material langkah berikutnya adalah melakukan pembagian objek menjadi bagian – bagian kecil atau *meshing*. Ukuran *mesh* yang terdapat pada suatu objek akan mempengaruhi ketelitian analisis *Computational Fluid Dynamic (CFD)* yang akan dilakukan. Semakin kecil ukuran *mesh* pada suatu objek, maka hasil yang didapatkan akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya

komputasi dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan objek yang memiliki ukuran *mesh* lebih besar.



Gambar 2.6 Mesh geometri

Ada beberapa variasi batasan kondisi yang sudah ditentukan yaitu pada saat pesawat *cruise* dengan masing – masing 70 % dan 80% untuk *fan blade CFM 56- 7 B* dan *LEAP X – 1B* :

Kondisi batas input berdasarkan 70% dengan ketinggian 38000 feet pada saat pesawat *cruise* :

- a. Fan blade CFM 56-7B
 - Putaran blade 70% :3622,5 rpm
 - Putaran (100%) :5175 rpm
 - Temperature :216,66 °K
 - Pressure :20985 pa
 - Density :33743kg/m³
 - Mach number 70% :0.56
 - Mach number 100% :0.8

- b. Fan blade LEAP X-1B
 - Putaran blade 70% :3077,9 rpm
 - Putaran (100%) :4397 rpm
 - Temperature :216,66 °K
 - Pressure :20985 pa
 - Density :33743kg/m³
 - Mach number 70% :0.56
 - Mach number 100% :0.8

Kondisi batas input berdasarkan 80% dengan ketinggian 38000 feet pada saat pesawat *cruise* :

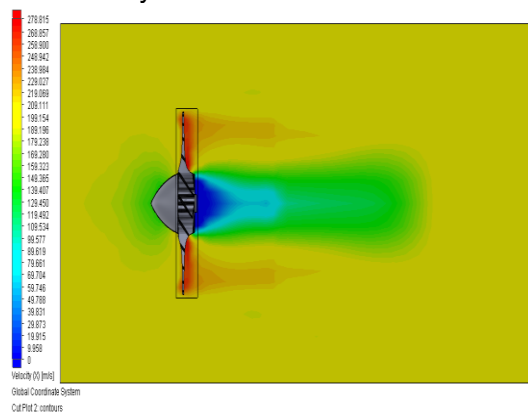
- a. Fan blade CFM 56-7B
 - Putaran blade 70% :4140 rpm
 - Putaran (100%) :5175 rpm
 - Temperature :216,66 °K
 - Pressure :20985 pa
 - Density :33743kg/m³
 - Mach number 70% :0.56
 - Mach number 100% :0.8

- b. Fan blade CFM 56-7B
- Putaran blade 70% :3517,6 rpm
- Putaran (100%) :4397 rpm
- Temperature :216,6 °K
- Pressure :20985 pa
- Density :33743kg/m³
- Mach number 70% :0.56
- Mach number 100% :0.8

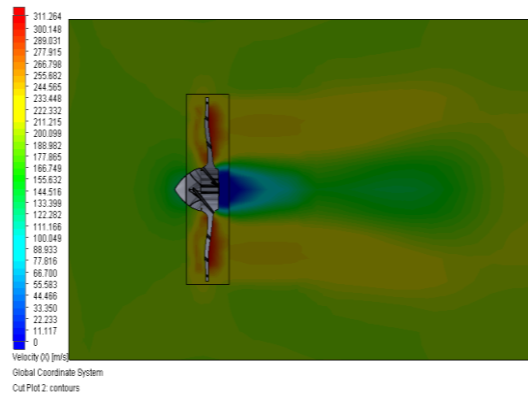
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perbandingan Fan Blade CFM 57-7B dan LEAP X-1B Berdasarkan 70%

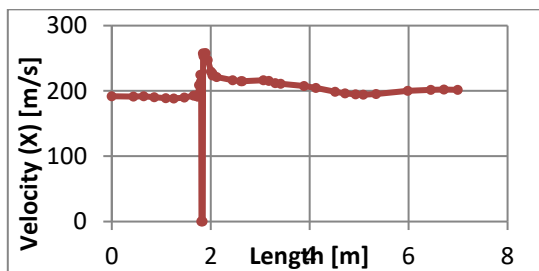
a. Velocity



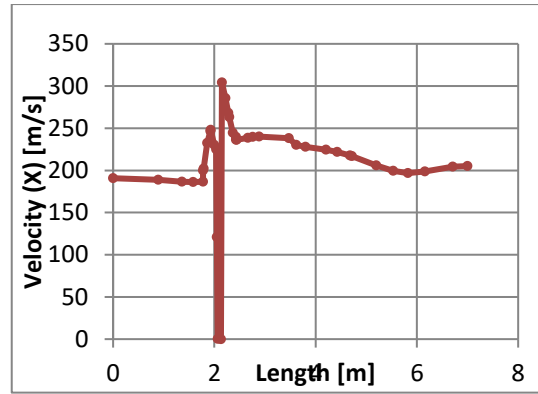
Gambar 3.1 Cut plots untuk velocity -x CFM 56 – 7B



Gambar 3.2 Cut plots untuk velocity – x LEAP X_1B

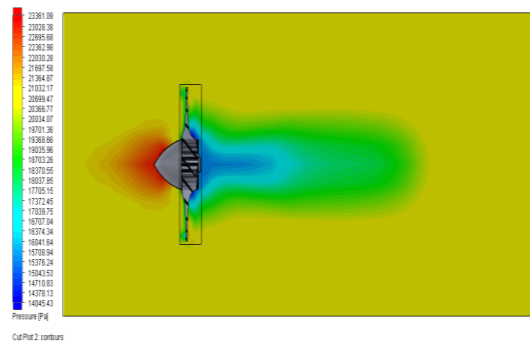


Gambar 3.3 Grafik velocity x CFM 56- 7B

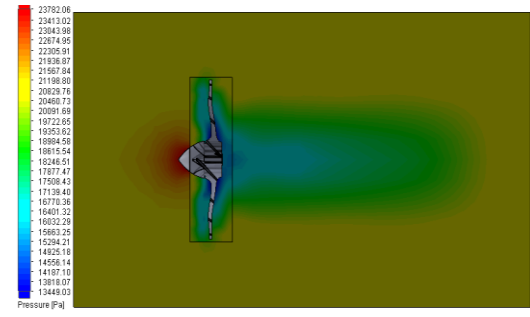


Gambar 3.4 Grafik velocity x LEAP X -1B

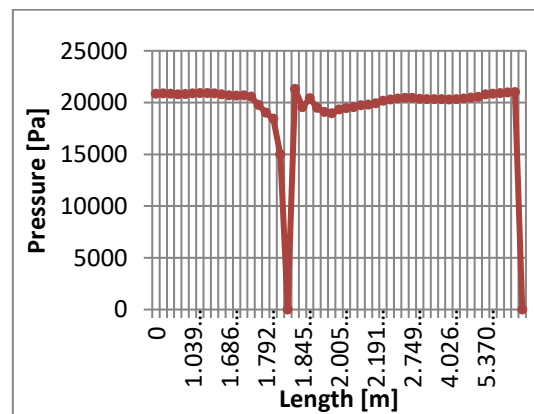
b. Pressure



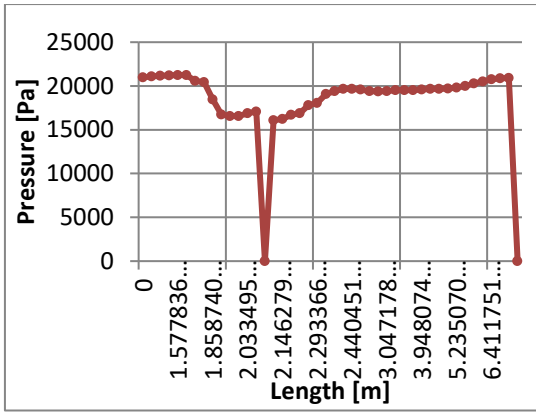
Gambar 3.5 Cut plots aliran udara pressure pada fan blade CFM 56-7B



Gambar 3.6 Cut plots aliran udara pressure pada fan blade LEAP X-1B



Gambar 3.7 Grafik aliran udara pressure CFM 56-7B



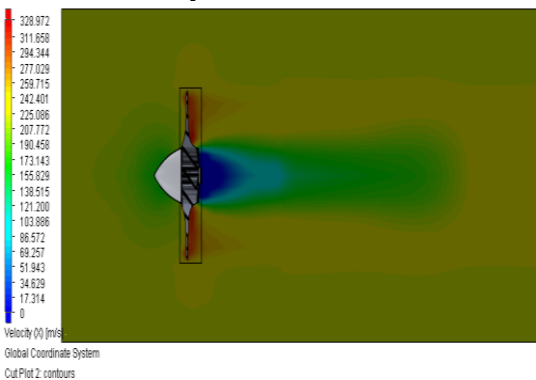
Gambar 3.8 Grafik aliran udara *pressure* LEAP X-1B

Berdasarkan gambar cut plot dan grafik velocity menunjukkan perbandingan aliran udara dari fan blade CFM 56-7B dan LEAP X -1B berdasarkan nilai angka maksimum velocity pada output fan blade yang terbesar adalah pada fan blade LEAP X – 1B dengan angka 311.264 m/s dan yang terkecil adalah fan blade CFM 56-7B dengan angka 268.857 m/s.

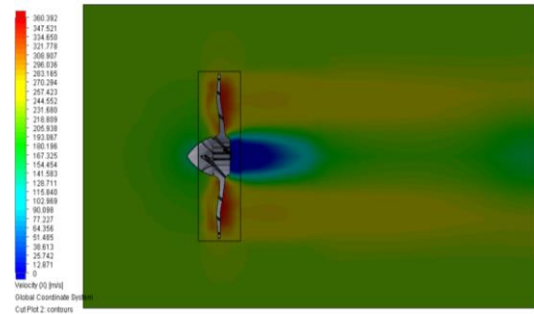
Berdasarkan gambar cut plot dan grafik pressure menunjukkan perbandingan aliran udara dari fan blade CFM 56-7B dan LEAP X -1B berdasarkan nilai angka minimum pressure pada output fan blade yang terbesar adalah pada fan blade CFM 56-7B dengan angka 19035.96 Pa dan yang terkecil adalah fan blade LEAP X -1B dengan angka 16032.92 Pa.

3.2 Hasil Perbandingan Fan Blade CFM 57-7B dan LEAP X-1B Berdasarkan 80%

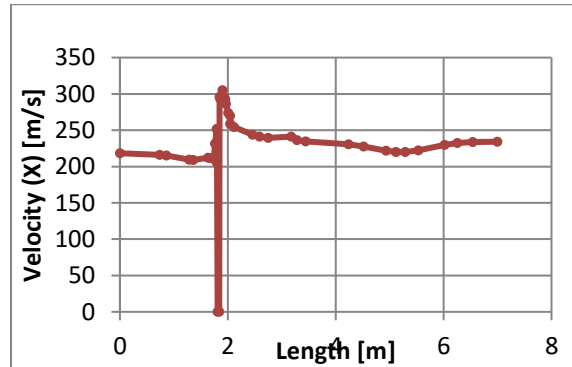
a. Velocity



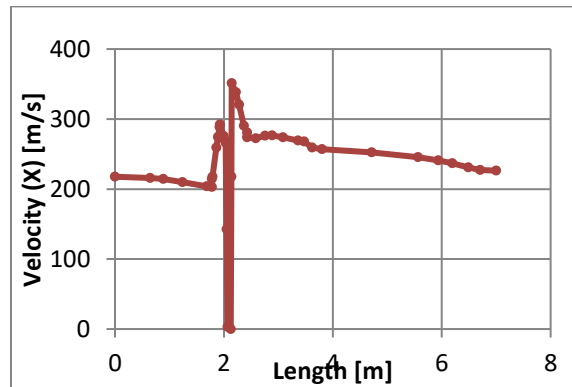
Gambar 3.9 Cut plots untuk *velocity* – CFM 56-7B



Gambar 3.10 Cut plots untuk *velocity* – x LEAP X-1B

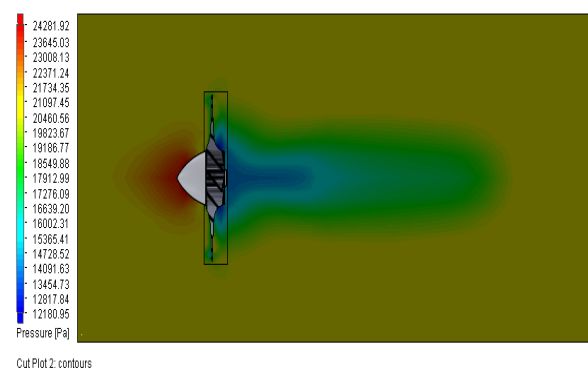


Gambar 3.11 Grafik aliran udara *pressure* CFM 56-7B

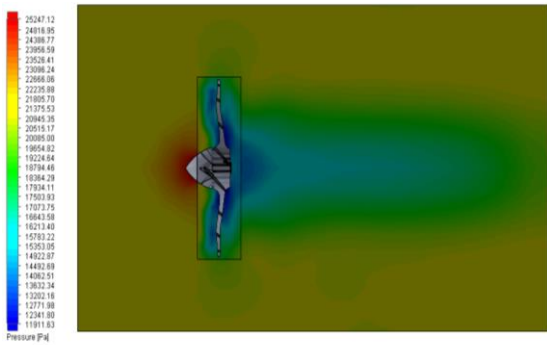


Gambar 3.12 Grafik aliran udara *pressure* LEAP X-1B

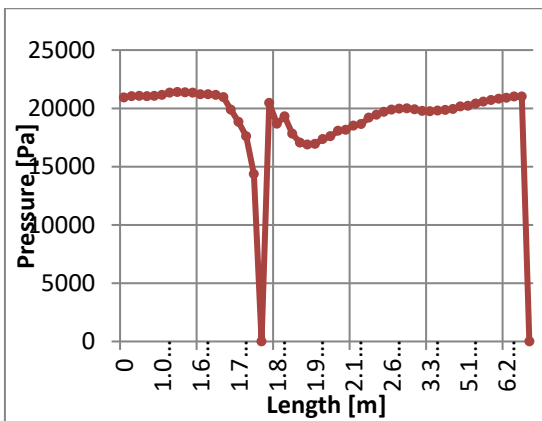
b. Pressure



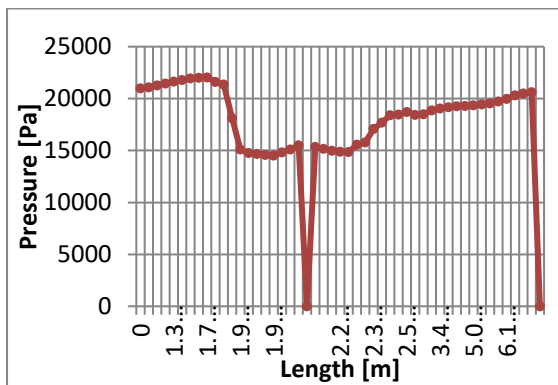
Gambar 3.13 Cut plots aliran udara *pressure* pada fan blade CFM 56-7B



Gambar 3.14 Cut plots aliran udara pressure pada fan blade LEAP X-1B



Gambar 3.14 Grafik aliran udara pressure CFM 56-7B



Gambar 3.15 Grafik aliran udara pressure LEAP X-1B

Berdasarkan gambar cut plot dan grafik velocity menunjukkan perbandingan aliran udara dari fan blade CFM 56-7B dan LEAP X -1B berdasarkan nilai angka maksimum velocity pada output fan blade yang terbesar adalah pada fan blade LEAP X – 1B dengan angka 350.392 m/s dan yang terkecil adalah fan blade CFM 56-7B dengan angka 311.658 m/s.

Berdasarkan gambar cut plot dan grafik pressure menunjukkan perbandingan aliran udara dari fan blade

CFM 56-7B dan LEAP X -1B berdasarkan nilai angka minimum pressure pada output fan blade yang terbesar adalah pada fan blade CFM 56-7B dengan angka 17276.09 Pa dan yang terkecil adalah fan blade LEAP X -1B dengan angka 15000 Pa.

3.3 Hasil Perubahan Aliran Udara Input dan Output Berdasarkan 70 – 80 %

Tabel 3.1 Hasil perubahan aliran udara input dan output berdasarkan 70%

Fan blade	Pressure udara (Pa)	Selisih pressure (Pa)	Velocity udara (m/s)	Selisih velocity (m/s)
CFM 56-7B	INPUT :15000 OUTPUT: 21032.17	6032.17	INPUT :219.096 OUTPUT: 268.857	49.761
LEAP X-1B	INPUT :17139.40 OUTPUT: 16032.92	1106.48	INPUT :122.292 OUTPUT: 311.264	188.972

Tabel 3.2 Hasil perubahan aliran udara input dan output berdasarkan 80%

Fan blade	Pressure udara (Pa)	Selisih pressure (Pa)	Velocity udara (m/s)	Selisih velocity (m/s)
CFM 56-7B	INPUT : 14728.52 OUTPUT: 20460.52	5732	INPUT :207.772 OUTPUT: 294.344	86.572
LEAP X-1B	INPUT :15783.22 OUTPUT: 15353.22	430	INPUT :141.583 OUTPUT: 350.392	208.809

Hasil perubahan aliran udara input dan output berdasarkan 70% - 80%. Hasil selisih angka dari pressure lebih besar fan blade CFM 56-7B dari pada fan blade LEAP X-1B dan sebaliknya, hasil selisih angka dari velocity lebih besar fan blade LEAP X-1B dari pada fan blade CFM 56-7B.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisa perbandingan fan blade CFM 56 -7B dan fan blade LEAP X -1B dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari variasi pertama berdasarkan mach number dan putaran fan Blade dengan 70 % pada saat pesawat cruise dengan ketinggian 38000 feet. Dilihat secara cut plot velocity x dan grafik velocity x hasil angka velocity x

- maksimal terbesar pada *output fan blade* terdapat pada *fan blade LEAP X-1B* dengan angka 311.264 m/s. Nilai terkecil terdapat pada *fan blade CFM 56-7B* dengan angka 268.857 m/s.
2. Hasil dari variasi pertama berdasarkan *mach number* dan putaran *fan Blade* dengan 70 % pada saat pesawat *cruise* dengan ketinggian 38000 feet. Dilihat secara *cut plot pressure* dan grafik *pressure* hasil angka *pressure* minimum terbesar pada *output fan blade* terdapat pada *fan blade CFM 56-7B* dengan angka 19035.96 Pa. Nilai terkecil terdapat pada *fan blade LEAP X-1B* dengan angka 16032.92 Pa.
 3. Hasil dari variasi kedua berdasarkan *mach number* dan putaran *fan Blade* dengan 80 % pada saat pesawat *cruise* dengan ketinggian 38000 feet. Dilihat secara *cut plot velocity x* dan grafik *velocity x* hasil angka *velocity x* maksimal terbesar pada *output fan blade* terdapat pada *fan blade LEAP X-1B* dengan angka 350.392 m/s. nilai terkecil terdapat pada *fan blade CFM 56-7B* dengan angka 311.658 m/s.
 4. Hasil dari variasi kedua berdasarkan *mach number* dan putaran *fan Blade* dengan 80 % pada saat pesawat *cruise* dengan ketinggian 38000 feet. Dilihat secara *cut plot pressure* dan grafik *pressure* hasil angka *pressure* minimum terbesar pada *output fan blade* terdapat pada *fan blade CFM 56-7B* dengan angka 17276.09 Pa. Nilai terkecil terdapat pada *fan blade LEAP X-1B* dengan angka 150000 Pa.
 5. Hasil perubahan aliran udara *input* dan *ouput* berdasarkan 70% - 80%. Hasil selisih angka dari *pressure* lebih besar *fan blade CFM 56-7B* dari pada *fan blade LEAP X-1B*. sebaliknya hasil selisih angka dari *velocity* lebih besar *fan blade LEAP X-1B* dari pada *fan blade CFM 56-7B*
- (Formerly United aircraft Corporation), USA.
2. CFMI Training Manual CFM 56 – 7B Basic Engine.
 3. CFM Leap General Familiarization 1 Leap x -1B Training Manual.
 4. Bathle, William W., 1984, "FUNDAMENTAL OF GAS TURBINE", John Wiley & sons, inc, USA.
 5. Mattingly, Jack D., 1996, "ELEMENT OF GAS TURBINE PROPULSIONS", Mc Graw Hill book, New York, USA.
 6. _____, 2018, CFM the power of flight, www.cfmaeroengines.com, diakses pada 10 Agustus 2018.
 7. Harlock, J.H., 1976, *Actuator Disk Theory, Discontinuitas- Thermo Fluida Dynamic*, New York: McGraw-Hill Book Co.
 8. Hill, Philip G ; Peterson, Carl R., 1992, "MECHANIC AND THERMODYNAMIC OF PROPULSION" 2nd Edition, Addison – Wasley Publishing Company, Inc, New York.
 9. Bruce R, Munson, Donald F, Young, Theredore H. Okiishi. 2002. "FUNDAMENTAL OF FLUID MECHANICS". Chicester, John Wiley & Sons.
 10. Anderson, Jhon D, Jr. 1995. *Computational Fluida Dynamic* (2nded). New York Mc Graw Hill.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1998, "AIRCRAFT GAS TURBINE AND IT'S OPERATION" United Tecnologies Corporation