

**ANALISA PENGARUH SUDUT TEKUK (CANT) WINGLET PADA TIPE
AIRFOIL (B737D-IL) MENGGUNAKAN METODE CFD**



NAMA: YEPTA SATYA WASKITA
UNIVERSITAS
NIM: 41318120026
MERCU BUANA

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH SUDUT TEKUK (*CANT*) WINGLET PADA TIPE
AIRFOIL (B737D-IL) MENGGUNAKAN METODE *CFD*



NAMA: YEPTA SATYA WASKITA

NIM: 41318120026

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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

JULI 2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH SUDUT TEKUK (CANT) WINGLET
PADA TIPE AIRFOIL (B737D-IL) MENGGUNAKAN
METODE CFD



Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng)

Koordinator Tugas Akhir

YAYASAN MENARA BHAKTI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

(Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yepta Satya Waskita

NIM : 41318120026

Jurusan : Teknik Mesin

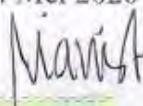
Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH SUDUT TEKUK (CANT)
WINGLET PADA TIPE AIRFOIL (B737D-IL)
MENGGUNAKAN METODE CFD

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 24 Mei 2020





Yepta Satya Waskita

HALAMAN PENGHARGAAN

Segala Puji dan Syukur ke Hadirat Allah Bapa Sang Khalik Semesta Alam, atas penyertaan-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Penyusunan karya ilmiah ini merupakan bagian perjuangan penulis mendapatkan wawasan dan ilmu, serta merupakan syarat kelulusan Strata Satu Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercubuana. Melalui halaman penghargaan ini, penulis ingin menyampaikan untuk mendapatkan pencapaian yang baik atau mungkin luar biasa, dibutuhkan DOA, kerja keras, dan niat. Harapan penulis, semoga setelah proses ini penulis mampu menyalurkan ilmu dan berkontribusi positif untuk lingkungan.

Tugas akhir ini tidak semata perjuangan penulis dalam proses penyelesaiannya, namun juga sumbang-sih dengan penuh ketulusan banyak pihak. Hal tersebut mendorong penulis untuk mengucapkan banyak sekali terimakasih kepada:

1. Ibunda Titik Sudarti dan Sri Waheni, serta Ayahanda Slamet.
2. Istri tercinta yang selalu memberikan semangat dan dukungan penuh.
3. Gemasean Prim Waskita sebagai sumber semangat.
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng selaku Dosen Pembimbing sekaligus Koordinator Tugas Akhir dengan segala waktu sudah bersedia membimbing dan mengarahkan.
6. Rekan kerja dan Senior PT. GMF AeroAsia dengan segala pengertian dan dukungan yang luar biasa.
7. Rekan-rekan Angkatan.
8. Semua pihak yang terlibat.

Mohon maaf apabila penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan penulis. Maka dari itu penulis harapkan penyempurnaan dilain kesempatan oleh siapapun secara terbuka.

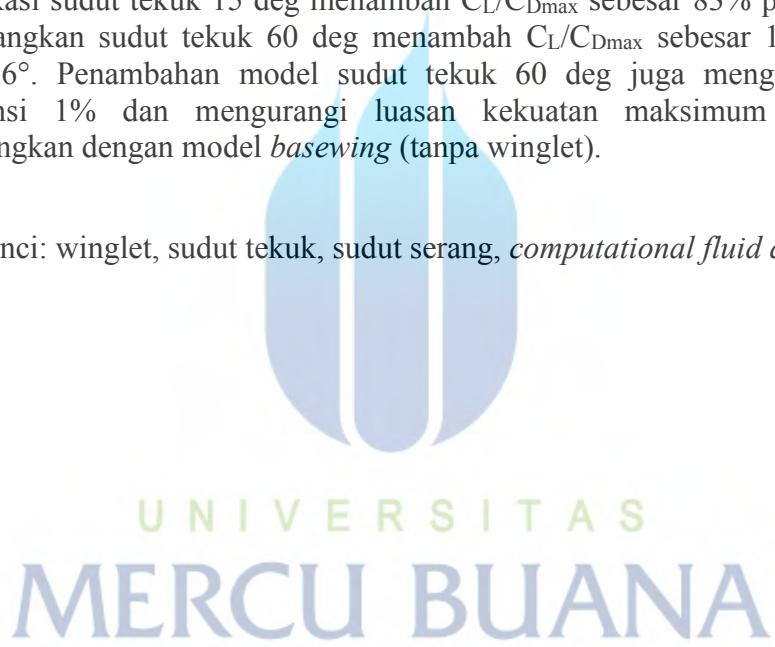
Jakarta, 10 Juli 2020

Yepta Satya Waskita

ABSTRAK

Hingga saat ini rekayasa teknik aerodinamika tetap berjalan maju untuk mengembangkan desain sayap terbaik dan efisien. Winglet sebagai buah karya tersebut berfungsi untuk mengurangi pusaran udara pada ujung sayap akibat fenomena aliran udara di sekitar permukaan sayap. Pusaran ini akan mengurangi efektifitas sudut serang, sehingga gaya angkat akan berkurang. Agar winglet berfungsi optimal perlu dilakukan kajian mengenai performa aerodinamik. Salah satunya dengan variasi sudut tekuknya. Penelitian ini dilakukan menggunakan *computational fluid dynamic* dengan model *basewing*, sudut tekuk 15 deg, dan sudut tekuk 60 deg pada sudut serang 6°-22°. Model *basewing*, $C_L/C_{D\max}$ bernilai 3,6273 pada sudut serang 6° dengan rata-rata penurunan 0,3500 pada setiap kenaikan sudut serang. Model sudut tekuk 15 deg, $C_L/C_{D\max}$ bernilai 6,6308 pada sudut serang 6° dengan rata-rata penurunan 0,7179 pada setiap kenaikan sudut serang. Model sudut tekuk 60 deg, $C_L/C_{D\max}$ bernilai 7,2921 pada sudut serang 6° dengan rata-rata penurunan 0,7583 pada setiap kenaikan sudut serang. Modifikasi sudut tekuk 15 deg menambah $C_L/C_{D\max}$ sebesar 83% pada sudut serang 6°, sedangkan sudut tekuk 60 deg menambah $C_L/C_{D\max}$ sebesar 101% pada sudut serang 6°. Penambahan model sudut tekuk 60 deg juga mengurangi intensitas turbulensi 1% dan mengurangi luasan kekuatan maksimum turbulensi jika dibandingkan dengan model *basewing* (tanpa winglet).

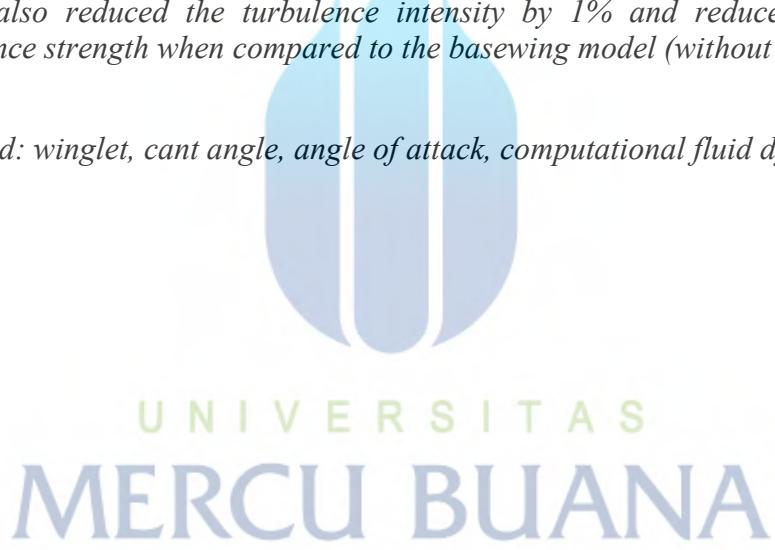
Kata kunci: winglet, sudut tekuk, sudut serang, *computational fluid dynamic*



ABSTRACT

The aerodynamic engineering keep moving on develop the most efficient wing design. Winglet is masterpiece to reduce the vortex of air at the wing tips due to the phenomenon of air flow around the wing surface. Vortex will reduce wing effectivity toward angle of attack. In order for reach optimal C_L/C_D , its necessary to study aerodynamic performance by varying the cant angle. The objective of the analysis are to compare the aerodynamic characteristic and to investigate the performance of winglet by varying cant angle on winglet. This research was conducted using computational fluid dynamic and use model basewing, cant angle 15 deg and cant angle 60° relative to angle of attack 6°-22°. The basewing model, C_L/C_{Dmax} is worth 3,6273 at angle of attack of 6° with an average decrease of 0,3500 for each increase in angle of attack. Model cant angle 15 deg model, C_L/C_{Dmax} is worth 6,630 at angle of attack of 6° with an average decrease of 0,7179 for each increase in angle of attack. Model cant angle 60 deg model, C_L/C_{Dmax} is worth 7,2921 at angle of attack of 6° with an average decrease of 0,7583 for each increase in angle of attack. Retrofit cant angle 15 deg increase C_L/C_{Dmax} 83% at 6° angle of attack, while model 60 deg added value 101% at 6° angle of attack compare to its original design. Model cant angle 60 deg model also reduced the turbulence intensity by 1% and reduced the maximum turbulence strength when compared to the basewing model (without winglets).

Keyword: winglet, cant angle, angle of attack, computational fluid dynamic



DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| HALAMAN PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN | 3 |
| 1.4 BATASAN MASALAH | 3 |
| 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 <i>ATTITUDE</i> | 5 |
| 2.2 SUDUT SERANG | 6 |
| 2.3 GAYA AERODINAMIKA | 8 |
| 2.3.1 <i>Thrust</i> | 8 |
| 2.3.2 <i>Weight</i> | 8 |
| 2.3.3 <i>Lift</i> | 9 |

| | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----|
| 2.3.4 | <i>Drag</i> | 11 |
| 2.4 | <i>WINGTIP VORTICES</i> | 11 |
| 2.5 | <i>WINGTIP DEVICE</i> | 12 |
| 2.6 | KOEFISIEN AERODINAMIK | 13 |
| 2.7 | BILANGAN REYNOLD | 14 |
| 2.8 | MACH NUMBER | 16 |
| 2.9 | <i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC</i> | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 20 |
| 3.1 | PENDAHULUAN | 20 |
| 3.2 | DIAGRAM ALIR | 21 |
| 3.3 | VARIABEL PENELITIAN | 23 |
| 3.4 | ALAT DAN BAHAN | 23 |
| 3.5 | PERSIAPAN SIMULASI | 23 |
| 3.5.1 | Pengambilan Data | 23 |
| 3.5.2 | <i>Spesifikasi Sayap</i> | 24 |
| 3.5.3 | <i>NACA B737D-IL</i> | 24 |
| 3.5.4 | <i>Model</i> | 24 |
| 3.5.5 | Mesh | 26 |
| 3.5.6 | <i>Setup</i> | 29 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 30 |
| 4.1 | PENDAHULUAN | 30 |
| 4.2 | VALIDASI | 30 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 4.2.1 | Pemodelan | 30 |
| 4.2.2 | Koefisien Aerodinamik | 30 |
| 4.3 | HASIL DAN ANALISA SIMULASI | 32 |
| 4.3.1 | Koefisien Aerodinamik | 32 |
| 4.4 | VISUALISASI PEMODELAN | 38 |
| 4.4.1 | Basewing Pada Sudut Serang 6° | 39 |
| 4.4.2 | Basewing Pada Sudut Serang 22° | 42 |
| 4.4.3 | Sudut Tekuk 15° Pada Sudut Serang 6° | 45 |
| 4.4.4 | Sudut Tekuk 15° Pada Sudut Serang 22° | 47 |
| 4.4.5 | Sudut Tekuk 60° Pada Sudut Serang 6° | 50 |
| 4.4.6 | Sudut Tekuk 60° Pada Sudut Serang 22° | 52 |
| 4.4.7 | Pola Aliran | 55 |
| BAB V | PENUTUP | 57 |
| 5.1 | KESIMPULAN | 57 |
| 5.2 | SARAN | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 59 |
| LAMPIRAN | | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Pergerakan pesawat pada tiga sumbu | 5 |
| 2.2 | Vektor gaya saat <i>climbing</i> | 6 |
| 2.3 | Pergerakan pesawat dalam tabung udara | 7 |
| 2.4 | Aliran fluida pada <i>airfoil</i> | 8 |
| 2.5 | <i>Wingtip vortex</i> | 9 |
| 2.6 | Jenis-jenis <i>wingtip device</i> | 10 |
| 2.7 | Gaya pada <i>airfoil</i> | 11 |
| 2.8 | Kecepatan fluida terhadap waktu | 13 |
| 3.1 | Profil naca b737d-il | 21 |
| 3.2 | Profil b737d-il pada <i>solidworks 2016</i> | 22 |
| 3.3 | Sketsa model tampak atas | 22 |
| 3.4 | Model tiga dimensi | 23 |
| 3.5 | <i>Fluid domain</i> | 24 |
| 3.6 | <i>Meshing</i> | 24 |
| 3.7 | <i>Skewness basewing</i> | 25 |
| 3.8 | <i>Orthogonal quality basewing</i> | 25 |
| 3.9 | <i>Visual mesh basewing</i> | 26 |
| 4.1 | Kontur kecepatan <i>basewing</i> pada sudut serang 14° | 28 |
| 4.2 | Kontur tekanan <i>basewing</i> pada sudut serang 14° | 29 |
| 4.3 | Grafik perbandingan <i>lift</i> pada model <i>basewing</i> , sudut tekuk 15 deg dan 60 deg | 30 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.4 | Grafik perbandingan <i>drag</i> padamodel <i>basewing</i> , sudut tekuk 15 deg dan 60 deg | 31 |
| 4.5 | Grafik hubungan <i>lift</i> dan <i>drag</i> model <i>basewing</i> | 33 |
| 4.6 | Grafik hubungan <i>lift</i> dan <i>drag</i> model sudut tekuk 15° | 34 |
| 4.7 | Grafik hubungan <i>lift</i> dan <i>drag</i> model sudut tekuk 60° | 35 |
| 4.8 | Grafik perbandingan C_L | 36 |
| 4.9 | Grafik perbandingan C_D | 36 |
| 4.10 | Grafik perbandingan C_L/C_D | 37 |
| 4.11 | <i>Plane</i> model <i>basewing</i> | 38 |
| 4.12 | <i>Plane</i> model sudut tekuk 15 deg | 38 |
| 4.13 | <i>Plane</i> model sudut tekuk 60 deg | 38 |
| 4.14 | Visualisasi kontur tekanan model <i>basewing</i> (tampak samping) sudut serang 6° | 39 |
| 4.15 | Visualisasi kontur tekanan model <i>basewing</i> sudut serang 6° | 40 |
| 4.16 | Visualisasi kontur kecepatan pada model <i>basewing</i> sudut serang 6° | 40 |
| 4.17 | Visualisasi kontur tekanan model <i>basewing</i> (tampak samping) sudut serang 22° | 41 |
| 4.18 | Visualisasi kontur tekanan model <i>basewing</i> sudut serang 22° | 42 |
| 4.19 | Visualisasi kontur kecepatan model <i>basewing</i> sudut serang 22° | 43 |
| 4.20 | Visualisasi kontur vektor kecepatan model <i>basewing</i> sudut serang 22° | 43 |
| 4.21 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 15 deg (tampak samping) sudut serang 6° | 44 |
| 4.22 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 15 deg sudut serang 6° | 45 |
| 4.23 | Visualisasi kontur kecepatan pada model sudut tekuk 15 deg sudut serang 6° | 45 |
| 4.24 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 15 deg (tampak samping) sudut serang 22° | 46 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.25 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 15 deg sudut serang 22° | 47 |
| 4.26 | Visualisasi kontur kecepatan pada model sudut tekuk 15 deg sudut serang 22° | 48 |
| 4.27 | Visualisasi kontur vektor kecepatan model sudut tekuk 15 deg sudut serang 22° | 48 |
| 4.28 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 60 deg (tampak samping) sudut serang 6° | 49 |
| 4.29 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 60 deg sudut serang 6° | 50 |
| 4.30 | Visualisasi kontur kecepatan pada model sudut tekuk 60 deg sudut serang 6° | 50 |
| 4.31 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 60 deg (tampak samping) sudut serang 22° | 51 |
| 4.32 | Visualisasi kontur tekanan model sudut tekuk 60 deg sudut serang 22° | 52 |
| 4.33 | Visualisasi kontur kecepatan pada model sudut tekuk 60 deg sudut serang 22° | 53 |
| 4.34 | Visualisasi kontur vektor kecepatan model sudut tekuk 60 deg sudut serang 22° | 53 |
| 4.35 | <i>Vortex core region</i> sudut serang 6° | 54 |
| 4.36 | <i>Vortex core region</i> sudut serang 14° | 54 |
| 4.37 | Intensitas turbulensi sudut serang 6° | 55 |
| 4.38 | Intensitas turbulensi sudut serang 14° | 55 |
| 6.1 | Model isometri <i>basewing</i> | 61 |
| 6.2 | Model isometri sudut tekuk 15 deg | 62 |
| 6.3 | Model isometri sudut tekuk 60 deg | 63 |

SIMBOL, SINGKATAN DAN ISTILAH

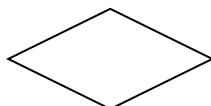
| | |
|------------------------|---|
| ANSYS Fluent | <i>Software</i> perhitungan dan analisa dinamika fluida |
| <i>Basewing</i> | Desain awal tanpa penambahan winglet |
| <i>Blended winglet</i> | Tipe winglet |
| <i>CANT/Cant</i> | Sudut menekuk ke arah atas |
| C_D | <i>Coefficient of drag</i> , koefisien gaya hambat |
| <i>CFD</i> | <i>Computational fluid dynamic</i> |
| <i>CFD Post</i> | Fitur ANSYS CFD setelah simulasi |
| C_L | <i>Coefficient of lift</i> , koefisien gaya angkat |
| C_L/C_D | <i>lift-drag ratio</i> |
| NACA B737d-il | Profil <i>airfoil</i> |
| Sudut tekuk 15 deg | Penambahan <i>blended winglet</i> 15° |
| Sudut tekuk 60 deg | Penambahan <i>blended winglet</i> 60° |



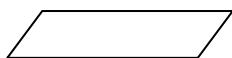
UNIVERSITAS
MERCU BUANA



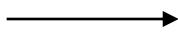
Proses perhitungan atau pengolahan data



Seleksi data ke langkah selanjutnya



Proses input atau output data



Arah aliran proses