

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN *TRIANGULAR VORTEX*
GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER-ROTATING
PADA *TAIL ROTOR PYLON* MBB BO-105

Irsal Yehezkiel Paleon¹, Setyo Hariyadi Suranto Putro², Sukahir³
^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani 1 No 73, Surabaya, 60236
Email: irsalpaleon@gmail.com

Abstrak

Tail rotor yang merupakan salah satu bagian terpenting dari helikopter dengan jenis MBB BO-105 yang berguna untuk mengkompresi torque yang disebabkan oleh Main Rotor. Pada *tail rotor* terdapat bagian yang disebut *tail rotor pylon* yang berfungsi sebagai penyangga *tail rotor*. *Tail rotor pylon* akan menjadi objek utama dalam analisis penulisan ini. Dimana *vortex generator* akan diletakan pada *tail rotor pylon*. Penelitian ini, melakukan analisa karakteristik aerodinamika dengan mengkaji pendistribusian aliran fluida di sepanjang kontur *tail rotor pylon* untuk mendapatkan hasil distribusi tekanan dan aliran udara yang terjadi disekitar *tail rotor*. Analisis dilakukan dengan cara simulasi aliran udara yang mengalir pada *tail rotor* MBB BO-105 menggunakan *software* ANSYS R18. Tujuan dari analisis ini adalah mengetahui pengaruh perbedaan karakteristik penggunaan *triangular vortex generator* pada *tail rotor pylon* dan tanpa *triangular vortex generator*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis simulasi pada benda uji *tail rotor pylon* MBB BO-105 yang diberi variasi *vortex generator* berjenis *triangular* dengan panjang *tail rotor pylon* ± 615 cm, dan ekstensi *vortex generator* dibuat sepanjang 80% dari ukuran *tail rotor pylon* yaitu 600 cm. Hasil instrumen penelitian berupa gambar visualisasi aliran udaran dan kontor sebaran disekitar *tail rotor*.

Hasil penelitian ini menunjukkan hasil gambar visualisasi aliran dan kontor sebaran yang terdapat pada uji *tail rotor plain vortex generator* dan *tail rotor triangular vortex generator*. Untuk hasil visualisasi aliran pada dua benda uji tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Begitu juga hasil kontur sebaran kedua benda uji, menunjukkan hasil kontur sebaran *tail rotor triangular vortex generator* lebih efisien dibandingkan *tail rotor plain vortex generator* tetapi tidak begitu signifikan perbedaanya.

Kata kunci : *tail rotor*, *tail rotor pylon*, MBB BO-105, *vortex generator*.

Abstract

The tail rotor is one of the most important parts of the helicopter with the MBB BO-105 type which is useful for compressing the torque caused by the Main Rotor. On the tail rotor there is a part called the tail rotor pylon which functions as a support for the tail rotor. Tail rotor pylon will be the main object in this analysis. Where the vortex generator will be placed on the tail rotor pylon. This study analyzes aerodynamic characteristics by examining the distribution of fluid flow along the tail rotor pylon contour to obtain the results of the distribution of pressure and air flow that occurs around the tail rotor. The analysis was carried out by simulating the flow of air flowing on the tail rotor of MBB BO-105 using ANSYS R18 software. The purpose of this analysis is to determine the effect of differences in the characteristics of the use of a triangular vortex generator on a tail rotor pylon and without a triangular vortex generator.

The method used in this research is a simulation analysis method on the MBB BO-105 tail rotor pylon test object which is given a triangular vortex generator variation with a tail rotor pylon length of ± 615 cm, and the vortex generator extension is made along 80% of the size of the tail rotor pylon, namely 600 cm. The results of the research instrument in the form of visualization images of air flow and distribution around the tail rotor.

The results of this study show the results of visualization images of flow and distribution conductors contained in the tail rotor plain vortex generator and tail rotor triangular vortex generator tests. For the results of the flow visualization on the two test objects there is no significant difference. Likewise, the results of the distribution contours of the two test objects, show that the distribution contours of the tail rotor triangular vortex generator are more efficient than the tail rotor plain vortex generator but the difference is not so significant.

Keywords: *tail rotor, tail rotor pylon, MBB BO-105, vortex generator*

PENDAHULUAN

Tail rotor adalah salah satu bagian terpenting dari helikopter dengan jenis MBB BO-105 yang berguna untuk mengkompresi torsi yang disebabkan oleh *Main Rotor*. *Tail rotor* adalah *rotor* yang lebih kecil dan dipasang secara vertikal pada *tail* helikopter. Di mana *tail rotor* berputar untuk menghasilkan horizontal *thrust* ke arah yang sama dengan putaran *main rotor* untuk menghilangkan *rotation power* yang bisa menyebabkan helikopter *fuselage* itu berputar. Posisi dan jarak *tail rotor* dari pusat massa helikopter memungkinkannya untuk mengembangkan daya dorong yang cukup untuk melawan torsi reaksi yang diberikan pada *fuselage* helikopter dengan putaran *main rotor*. Tanpa *tail rotor* atau mekanisme anti-torsi lainnya (misalnya *NOTAR*), helikopter akan terus berputar ke arah berlawanan dari *rotor* utama saat terbang.

Pada *tail rotor* terdapat bagian yang disebut *tail rotor pylon* yang berfungsi sebagai penyangga *tail rotor*. *Tail rotor pylon* akan menjadi objek utama dalam analisis penulisan ini. Dimana *vortex generator* akan diletakan pada *tail rotor pylon*. Dalam hal ini adalah pengembangan adanya *vortex generator* pada *tail rotor pylon*. *Vortex generator* adalah sirip kecil yang diposisikan secara vertikal di permukaan *airfoil* yang mampu menghasilkan pusaran untuk mengatur aliran udara dan menunda pemisahan separasi

tetapi kali ini *vortex generator* akan diletakan pada permukaan *tail rotor pylon*.

Dalam penelitian ini telah dipilih uji karakteristik aerodinamika disekitar *tail rotor pylon* menggunakan *software* ANSYS dengan sampel *tail rotor pylon* jenis helikopter MBB BO-105. Salah satu alasan penggunaan *software* ini adalah dalam baik pemodelan, proses *meshing*, *setting boundary condition*, *solving* dan *ploting* dapat dilakukan secara terintegrasi dengan satu *software* saja dan lebih akurat dalam hasil akhir. ANSYS adalah *software* berbasis finite element analysis (FEA) yang dapat membuat dan menciptakan elemen hingga untuk memecahkan masalah yang terkait dengan aerodinamika, termasuk yang terkait dengan fluida.

Dari latar belakang tersebut dan beberapa penelitian sebelumnya mengenai penggunaan *vortex generator* pada permukaan bidang pesawat *airfoil*, dipastikan pendekatan dengan variasi terbaru dan belum pernah dilakukan sebelumnya, maka dalam tugas akhir ini diputuskan untuk menganalisa pengaruh penambahan *vortex generator* pada *tail rotor pylon* MBB BO-105, dengan variasi bentuk yang berbeda dengan simulasi aliran udara berbasis CFD (*Computational Fluid Dynamics*) menggunakan *software* ANSYS.

Robbi Hamdika (2012) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh penambahan *vortex generator* terhadap karakteristik aerodinamika sayap PTTA Elang Laut PT. Carita Boat Indoneisa,

diketahui adanya peningkatan CL_{max} tertinggi dengan konfigurasi *vg counter-rotating* 30% “*common flow down*” sebesar 15.90% dan peningkatan sudut stall dari sayap non-*vg* pada AoA 13° sudah terjadi stall dengan konfigurasi *vg* terjadi stall pada AoA 15°. Kemudian penurunan nilai CD sebesar 0.12%.

Setyo Hariyadi, Wawan Aries Widodo (2018) dalam penelitiannya yang berjudul ‘Efek Penggunaan *Vortex Generator* Terhadap Karakteristik Aliran Pada *Airfoil* NACA 43018’ menjelaskan bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan karakteristik aliran *fluida plain wing* dan dengan penambahan *vortex generator*. Profil *vortex generator* yang digunakan adalah *flat plate vortex generator* dengan konfigurasi *straight* dan ditempatkan pada $x/c = 10\%$ dan 20% arah chord line dari leading edge. Variasi yang digunakan adalah bilangan *Reynolds* (Re), sudut serang (α) dan peletakan *vortex generator* pada *airfoil*. Kecepatan freestream yang digunakan yaitu kecepatan 12 m/s atau $Re = 7,65 \times 10^5$ dan kecepatan 17 m/s atau $Re = 9 \times 10^5$, dan pada sudut serang (α) $0^\circ, 3^\circ, 6^\circ, 9^\circ, 12^\circ, 15^\circ, 19^\circ$, dan 20° . Parameter yang dievaluasi meliputi koefisien tekanan (C_p), profil kecepatan, gaya *lift*, gaya *drag*, dan rasio C_L/C_D . Berdasarkan data hasil uji coba perbandingan antara ada dan tidaknya *vg* pada *airfoil* NACA 43018 diketahui adanya Separasi akan semakin maju dekat leading edge seiring dengan bertambahnya sudut serang dan bilangan *Reynolds* yang kecil pada sudut serang yang, menambah momentum aliran yang melewatinya sehingga aliran masih mengikuti kontur upper surface, dan Turbulent Ketic Energy di permukaan *airfoil* lebih tinggi dari pada plain *airfoil* dilihat dari gradient warna.

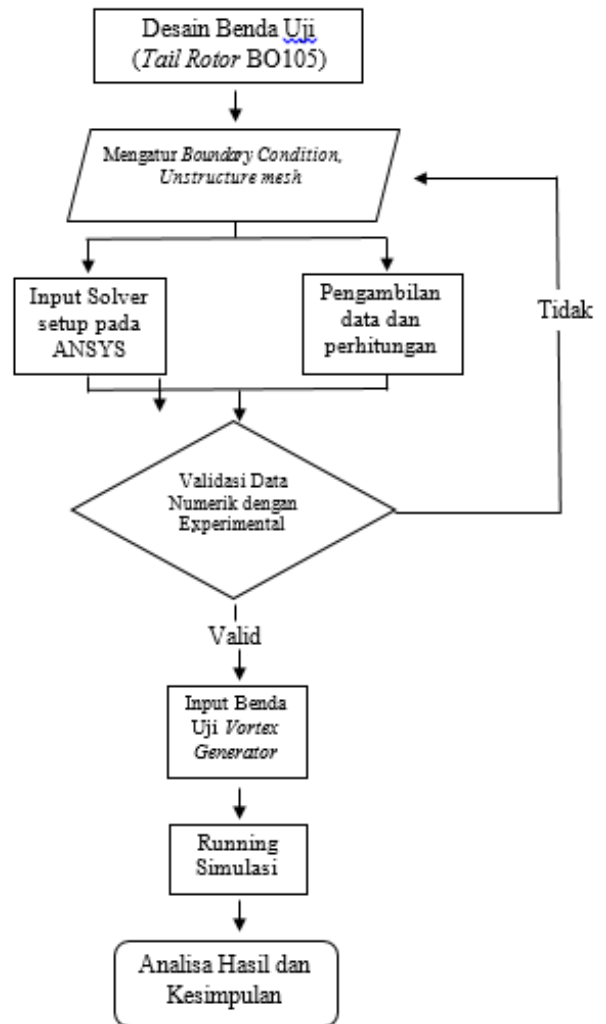
Sedangkan persentase kenaikan rerata daya sebesar 2.79%.

Ulul Azmi (2017) Penelitian yang berjudul ‘Studi Eksperimen Dan Numerik Pengaruh Penambahan *Vortex Generator* Pada *Airfoil* NASA LS-0417’ ini dilakukan dengan simulasi eksperimen dan numerik. *Reynolds Number* yang digunakan adalah $1,41 \times 10^5$ dengan *angle of attack* 16° . *Test section* penelitian ini adalah *airfoil* NASA LS-0417 dengan dan tanpa VG. Panjang *chord* dan *span airfoil* masing-masing adalah 150 mm dan 660 mm. Jenis *vortex generator* adalah *counter rotating* VG. Parameter yang divariasikan dalam penelitian adalah ketinggian *vortex generator* (h) dan jarak penempatan VG dari *leading edge* ($\frac{x}{c}$). Pada penelitian ini ketinggian VG yang digunakan adalah $h = 1 \text{ mm}, 3 \text{ mm}, \text{ dan } 5 \text{ mm}$. Jarak penempatan VG dari *leading edge* ($\frac{x}{c}$) adalah 0,1; 0,2; 0,3;0,4. Penelitian numerik dilakukan dengan menggunakan *software* gambit 2.4.6 dan fluent 6.3.26. *Software* gambit digunakan untuk membuat geometri *test section*, sedangkan *software* fluent digunakan untuk melakukan simulasi pada aliran. Turbulent model yang digunakan adalah k- ϵ standard. Data hasil eksperimen berupa distribusi *pressure coefficient* (C_p). Data hasil numerik berupa *pressure coefficient* (C_p), distribusi profil kecepatan dan *turbulent kinetic energy*, *lift* and *drag coefficient*, dan kontur kecepatan. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah penambahan VG dapat menunda terjadinya separasi pada *airfoil* NASA LS-0417. Jarak penempatan yang optimal dalam penundaan separasi adalah berturut-turut $x/c = 0.3; 0.4; 0.2$; dan 0.1. *Separation point airfoil* pada penempatan dengan VG $x/c = 0.3$ adalah pada $x/c = 0.86$. Ketinggian *vortex generator* (h) yang optimal dalam penundaan

separasi adalah berturut-turut $h = 1$ mm, 3 mm, dan 5 mm. *Separation point airfoil* dengan *vortex generator* $h = 1$ mm adalah pada $x/c = 0.86$. Secara keseluruhan, variasi *vortex generator* paling optimal adalah *vortex generator* dengan $x/c = 0.3$ dan $h = 1$ mm dimana Nilai CL/CD mengalami kenaikan sebesar 14.337%.

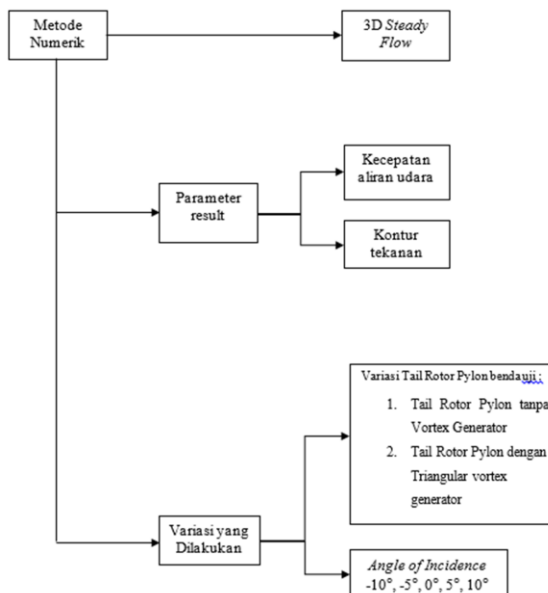
METODE

Penelitian ini dikerjakan dengan langkah langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alur penelitian
 Gambar 2. Skema Penelitian Simulasi

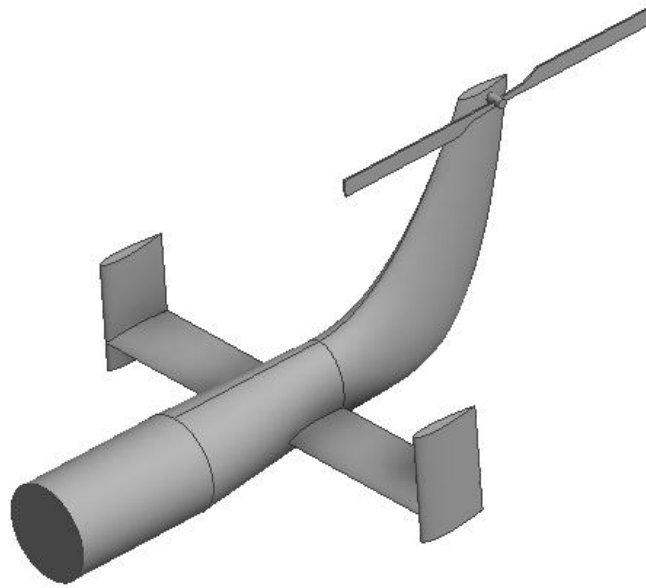
Untuk tugas akhir ini objek yang diambil adalah *tail rotor pylon* dengan 2 variasi bentuk benda uji yaitu *plain tail rotor pylon* dan *tail rotor pylon* dengan *triangular vortex generator*. Desain dan ukuran *tail rotor* disesuaikan dengan *maintenance manual* MBB BO-105, sehingga peneliti menggunakan ukuran yang sebenarnya dengan skala 4:1.



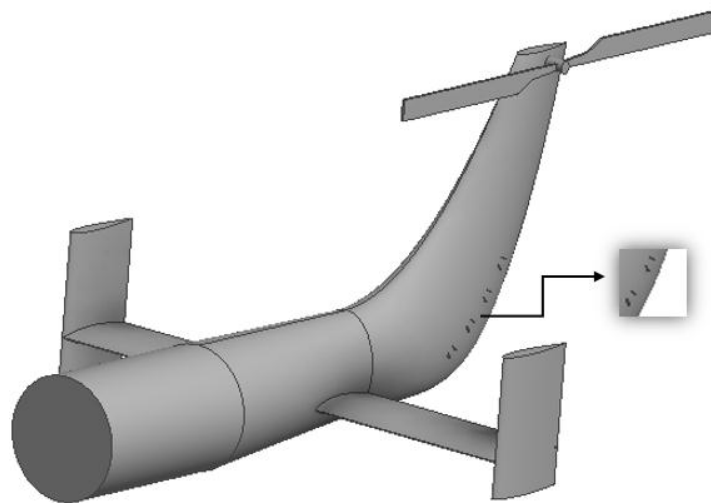
Tabel 1 Parameter penelitian

Parameter	Variabel
Shape	Triangular Vortex Generator
Susunan	Counter rotating
Angle of Incidence	$-10^\circ, -5^\circ, 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$
Density	$1,225 \text{ kg/m}^3$
Velocity	10 m/s

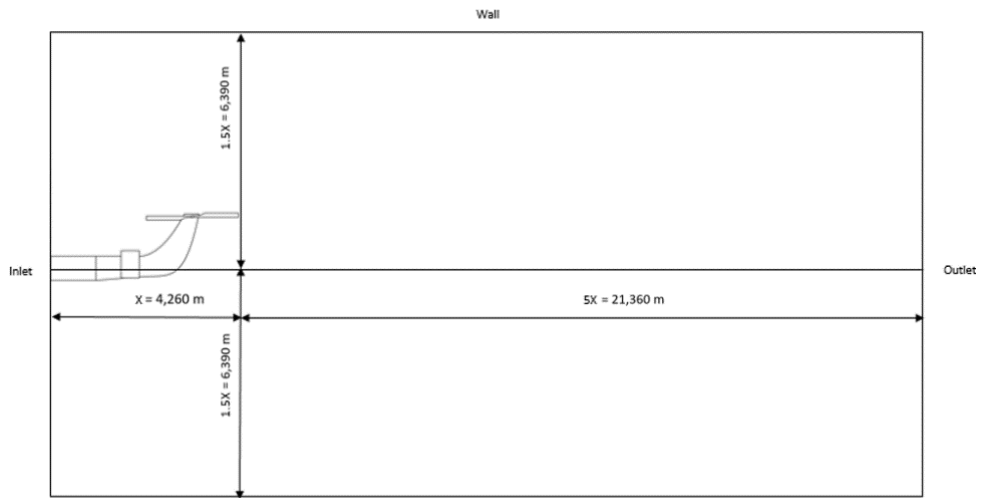
Tekanan	1 atm
Temperatur	15°C
Viskositas udara	$1,983 \times 10^{-5}$ kg/ms



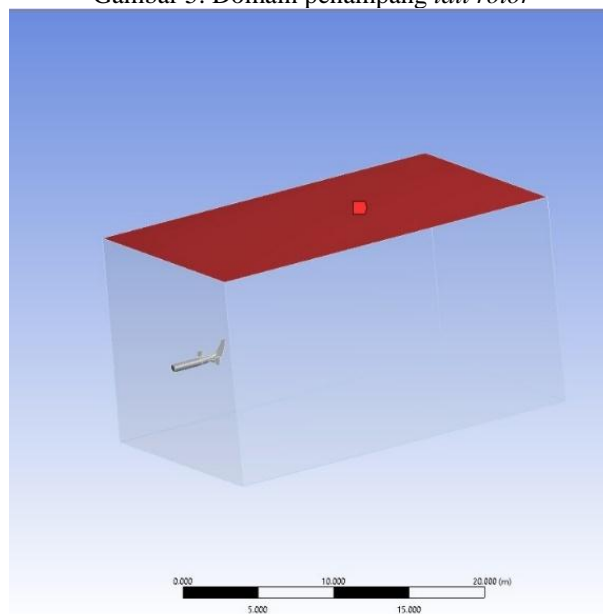
Gambar 3. *Plain tail rotor pylon*



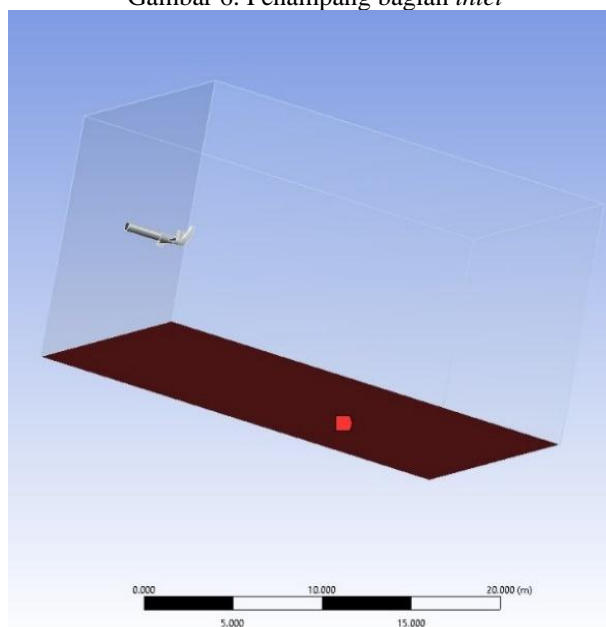
Gambar 4. Tail rotor pylon dengan triangular vortex generator



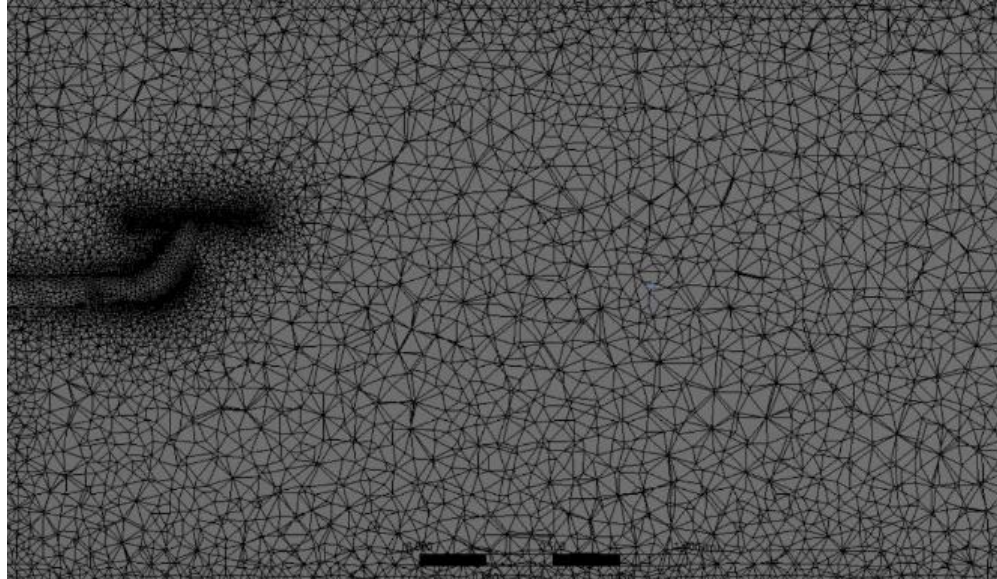
Wall
Gambar 5. Domain penampang *tail rotor*



Gambar 6. Penampang bagian *inlet*



Gambar 7. Penampang bagian *outlet*



Gambar 8. Hasil *Meshing* sekitaran *tail rotor*

Pengumpulan data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode komputasi dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamics*), berupa simulasi aliran udara dengan benda uji berupa *tail rotor pylon*. Hasil yang diperoleh adalah visualisasi aliran udara dan kontur tekanan pada objek.

Dalam penelitian ini perangkat laptop yang digunakan adalah laptop HP Pavilion Gaming 15-DK0042TX.

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat

No	Nama	Spesifikasi
1.	CPU	Intel Core i7-9750H 6 core 4,5Ghz
2.	OS	Windows 10 Home
3.	Memory	16GB DDR4 2666MHz SDRAM (2 x 8GB)
4.	Storage	1TB SATA HDD 7200RPM & 256 GB SSD NVMe
5.	Display	15,6" FHD (1920x1080) IPS
6.	Graphics	NVIDIA GeForce GTX 1650 with 4GB GDDR5

Software atau *spek* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) Notepad untuk plot koordinat, (2) Ms.

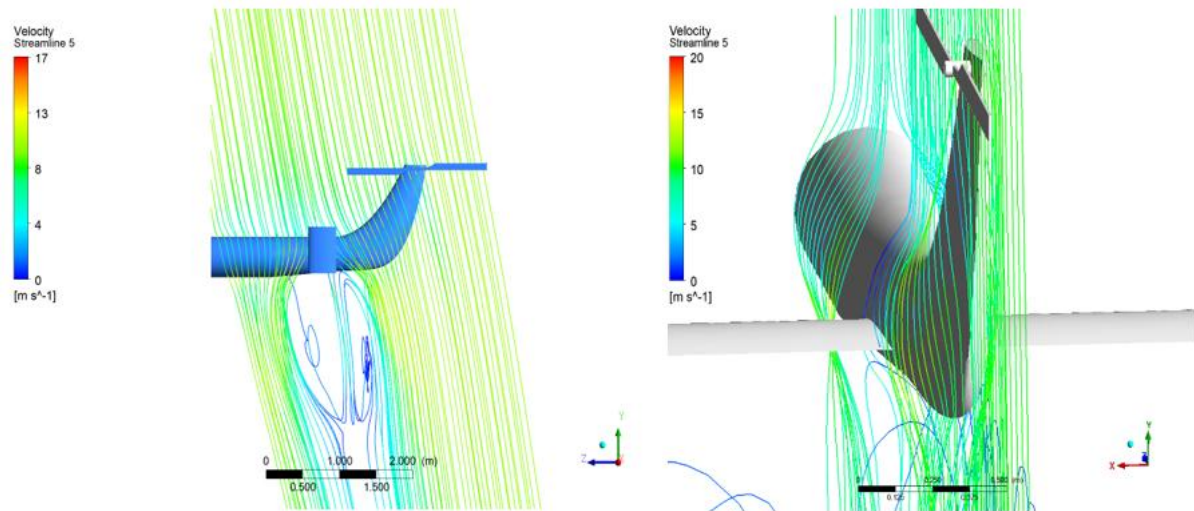
Excel untuk pembuatan table, (3) *Software* Autodesk Inventor untuk membuat objek benda uji (4) *Software* ANSYS R19 untuk hasil pengujian dari desain yang sudah dibuat.

Setelah dilakukan proses analisa data sesuai berdasarkan data hasil simulasi, data hasil simulasi yang diperoleh nantinya berupa visualisai kecepatan aliran udara dan kontur tekanan. Dari data tersebut, diproses agar dilihat bagaimana pengaruh perubahan *angle of incident* pada kecepatan terhadap distribusi tekanan dan kecepatan yang bisa dilihat dari konturnya. Dan untuk hasil perbedaan dilihat hanya dengan hasil visualisasi yang ada.

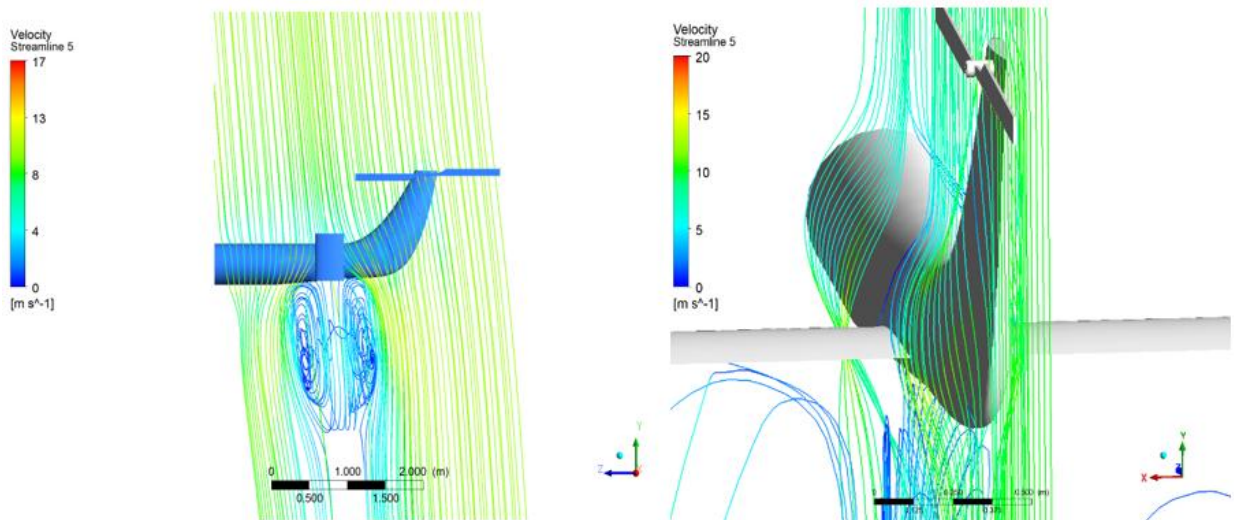
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari simulasi terhadap penelitian yang dilakukan berupa visualisai *velocity streamline* dan *pressure contour* yang mengalir di sekitaran *tail rotor*. Ada 5 variasi sudut *angel of incident* yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu -10°, -5°, 0°, 5°, 10°. Berikut adalah hasil simulasi yang telah dilakukan pada tiap – tiap varian objek penelitian :

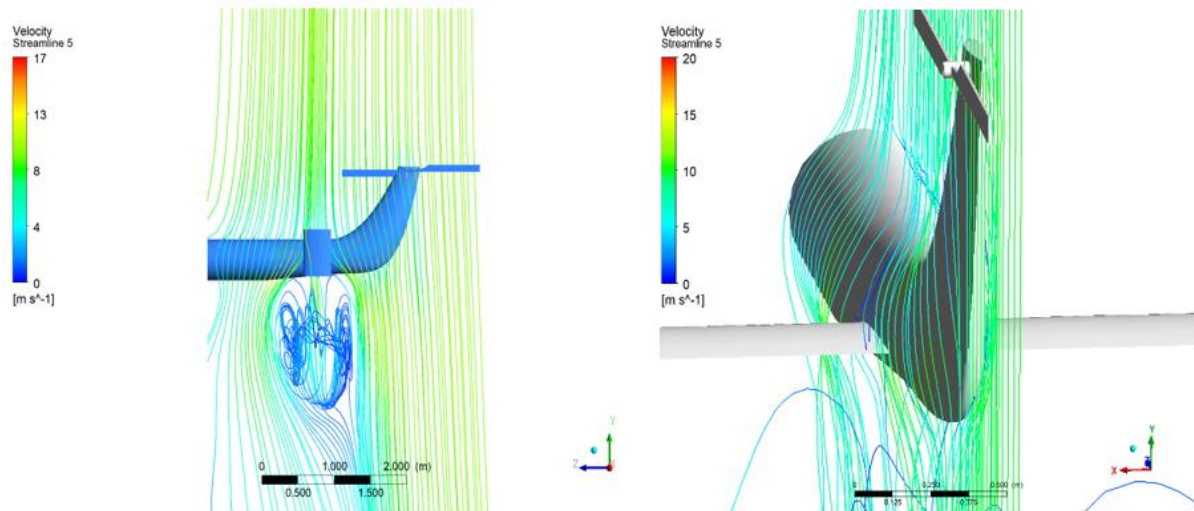
Velocity Streamline
Tail Rotor Plain Vortex Generator



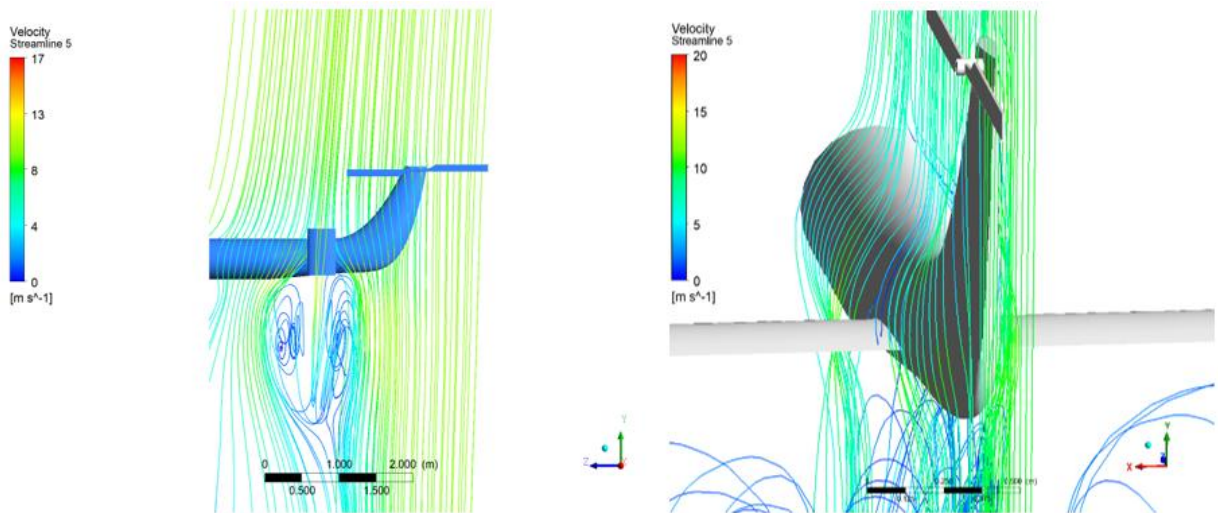
Gambar 9. *Velocity Streamline Plain Vortex Generator Pada AOI -10°*



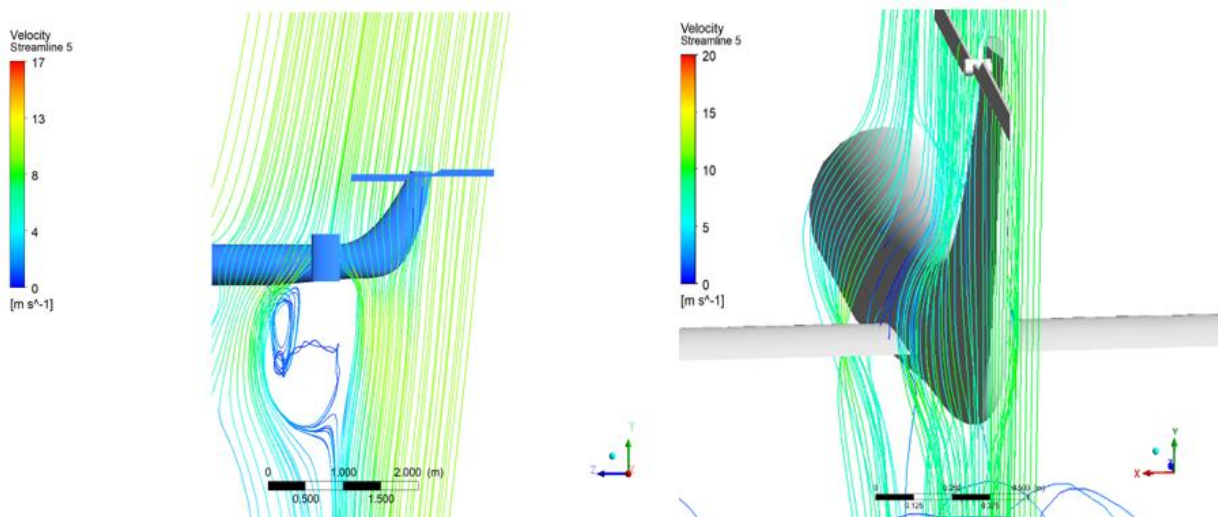
Gambar 10. *Velocity Streamline Plain Vortex Generator Pada AOI -5°*



Gambar 11. *Velocity Streamline Plain Vortex Generator Pada AOI -10° 0°*



Gambar 12. *Velocity Streamline Plain Vortex Generator Pada AOI 5°*



Gambar 13. *Velocity Streamline Plain Vortex Generator Pada AOI 10°*

Gambar 9. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji tail rotor tanpa *vortex generator* dengan variasi *AOI* -10° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur dan ditunjukkan dengan warna kuning-orange dan juga ada gejolak udara yang tidak terlalu besar terdapat pada bawah

horizontal stabilizer ditunjukkan dengan warna biru.

Gambar 10. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* tanpa *vortex generator* dengan variasi *AOI* -5° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur dan ditunjukkan dengan warna kuning-orange dan juga ada gejolak udara

yang lumayan besar dibandingkan $AOI -10^\circ$ terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

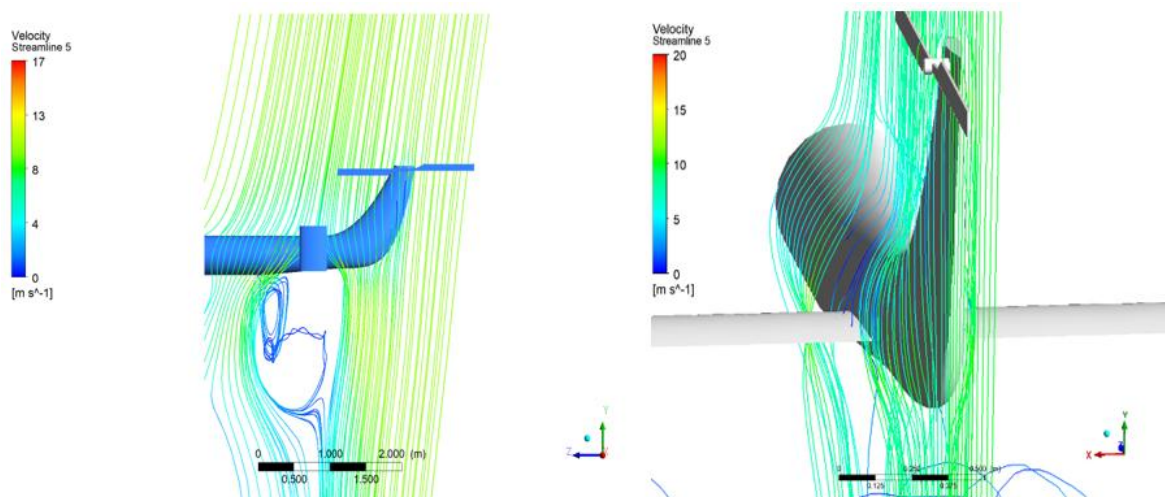
Gambar 11. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* tanpa *vortex generator* dengan variasi $AOI 0^\circ$. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur dan ditunjukkan dengan warna kuning-oranye dan juga ada gelombang udara yang lumayan besar dibandingkan $AOI -10^\circ$ terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

Pada gambar 12. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* tanpa *vortex generator* dengan variasi $AOI 5^\circ$. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam

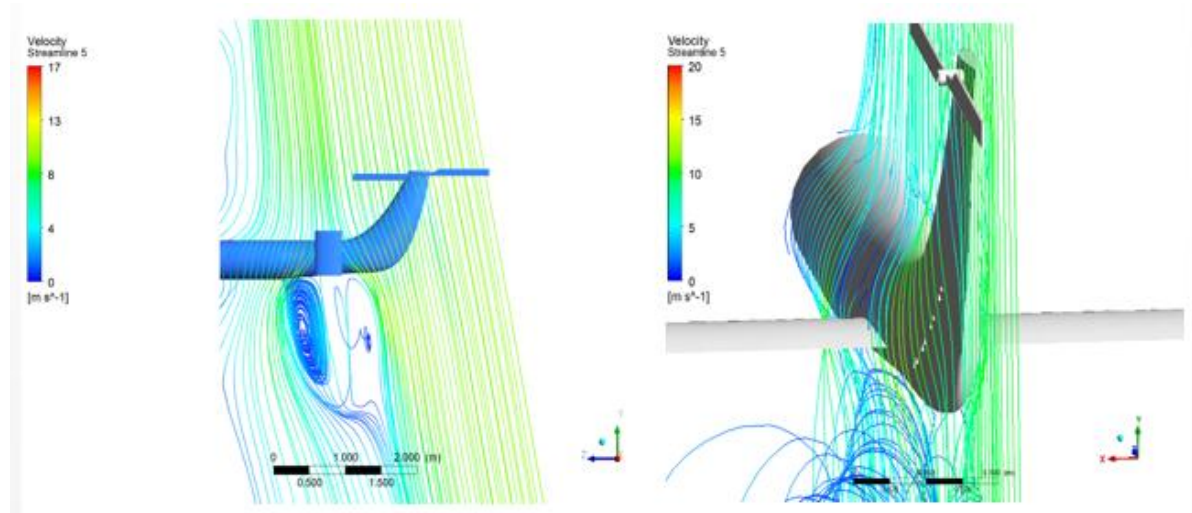
meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur dan ditunjukkan dengan warna kuning-oranye tetapi aliran udara gelombang yang lumayan besar dibandingkan $AOI -10^\circ$ tetapi lebih baik dibandingkan $AOI 0^\circ$ terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

Gambar 13. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* tanpa *vortex generator* dengan variasi $AOI 10^\circ$. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur dan ditunjukkan dengan warna kuning-oranye tetapi aliran udara gelombang yang tidak begitu jauh sama dengan $AOI -10^\circ$ tetapi lebih baik dibandingkan $AOI -5^\circ, 0^\circ$, dan 5° terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

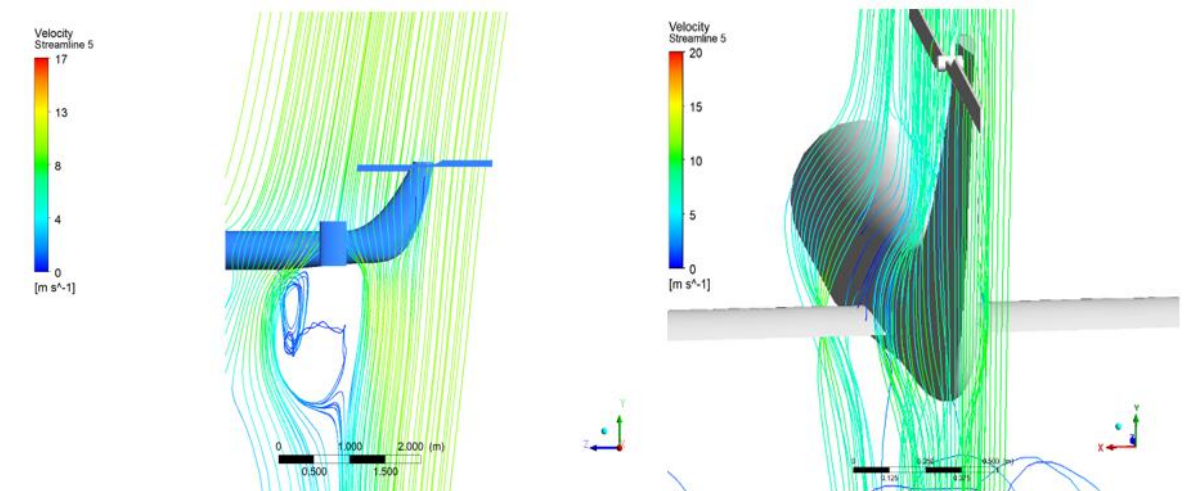
Tail Rotor Triangular Vortex Generator



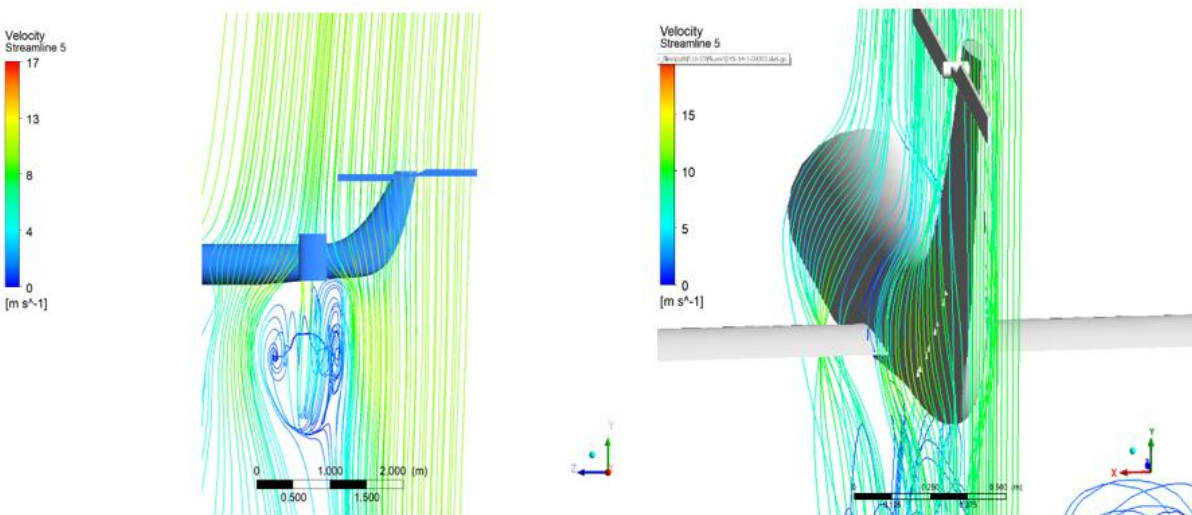
Gambar 14. *Velocity Streamline Triangular Vortex Generator* Pada $AOI -10^\circ$



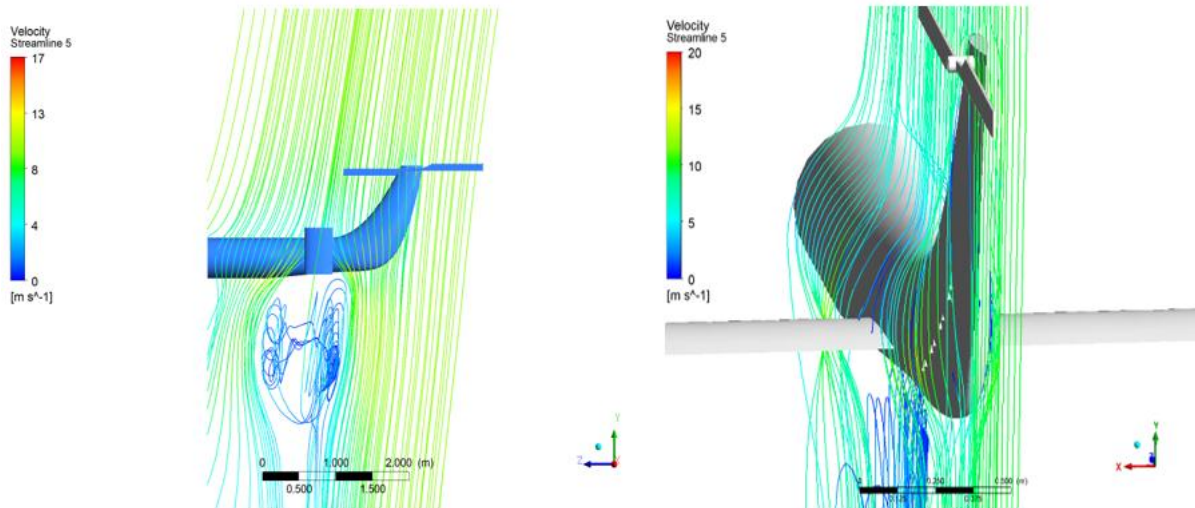
Gambar 15. *Velocity Streamline Triangular Vortex Generator Pada AOI -5°*



Gambar 16. *Velocity Streamline Triangular Vortex Generator Pada AOI 0°*



Gambar 17. *Velocity Streamline Triangular Vortex Generator Pada AOI 5°*



Gambar 18. *Velocity Streamline Triangular Vortex Generator Pada AOI 10°*

Gambar 14. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* dengan tambahan *triangular vortex generator* yang dipasang dibagian *pylon tail rotor* dengan variasi *AOI* -10° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik dan teratur terdapat di bagian depan *stabilizer horizontal* serta ditunjukkan dengan warna hijau-kuning dan juga ada gejolak udara yang besar terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

Gambar 15. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* dengan tambahan *triangular vortex generator* yang dipasang dibagian *pylon tail rotor* dengan variasi *AOI* -5° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat

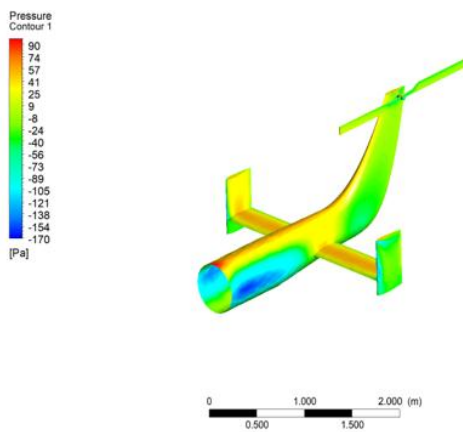
dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang kurang baik, kurang rapat, dan kurang teratur terdapat di bagian depan *stabilizer horizontal* serta ditunjukkan dengan warna hijau-biru. Ada gejolak udara yang lebih besar dibandingkan *AOI* -10° terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru

Gambar 16. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* dengan tambahan *triangular vortex generator* yang dipasang dibagian *pylon tail rotor* dengan variasi *AOI* 0° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang kurang baik, kurang rapat, dan kurang teratur terdapat di bagian depan *stabilizer horizontal* serta ditunjukkan dengan warna hijau-biru. Ada gejolak udara yang lebih besar dibandingkan *AOI* -10° dan -5° terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

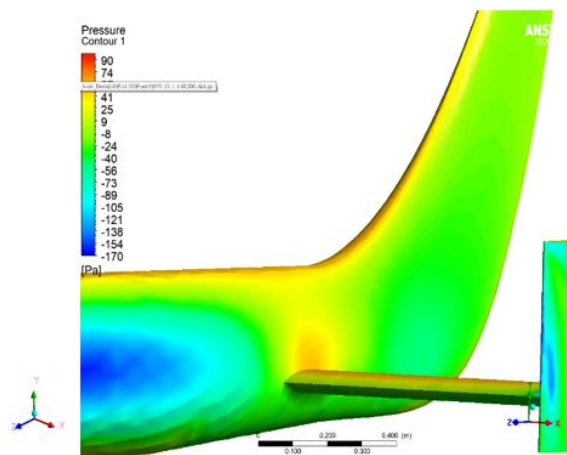
Gambar 17. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* dengan tambahan *triangular vortex generator* yang dipasang dibagian *pylon tail rotor* dengan variasi *AOI* 5° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur, dan aliran udara yang rapat, ditunjukkan dengan warna kuning-oranye tetapi ada gejolak udara yang cukup besar terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.

Pressure Contour

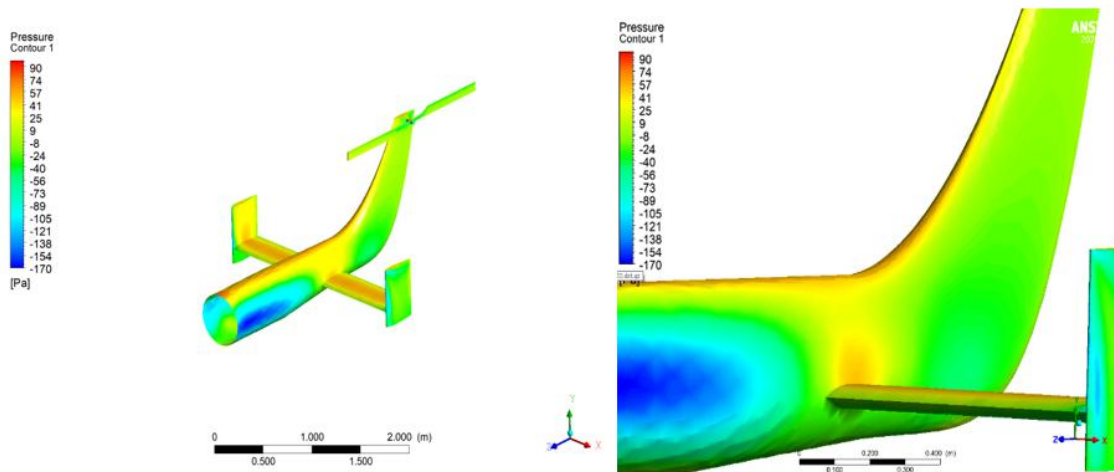
Tail Rotor Plain Vortex Generator



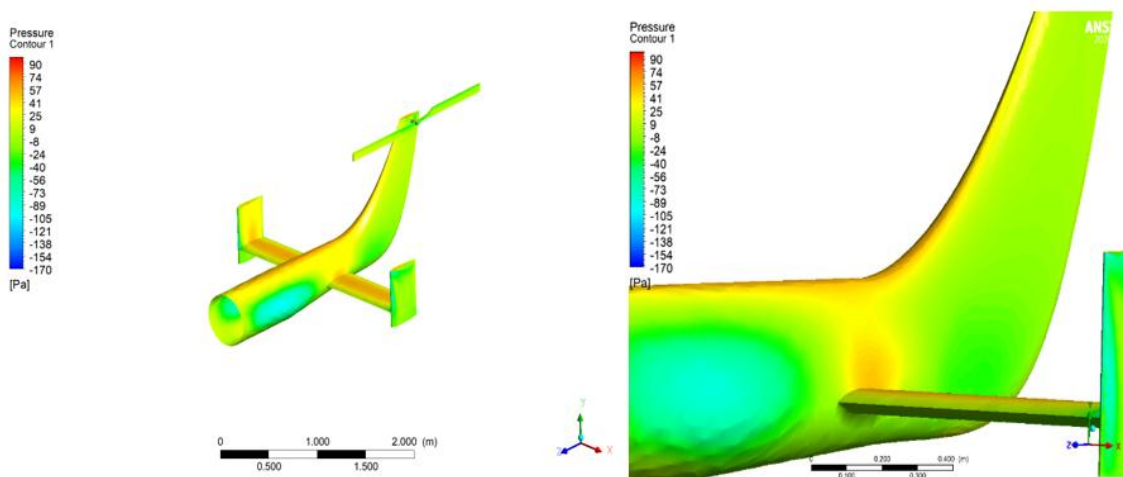
Gambar 18. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji *tail rotor* dengan tambahan *triangular vortex generator* yang dipasang dibagian *pylon tail rotor* dengan variasi *AOI* 10° . Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar *tail rotor* dan aliran udara tidak beraturan, diakibatkan karena aliran udara yang melewati *horizontal stabilizer*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *velocity streamline* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. *Velocity* yang di sekitar *tail rotor* terlihat memiliki kecepatan yang cukup baik, teratur, dan aliran udara yang rapat, ditunjukkan dengan warna kuning-oranye tetapi ada gejolak udara yang cukup besar seperti pada *AOI* 5° terdapat pada bawah *horizontal stabilizer* ditunjukkan dengan warna biru.



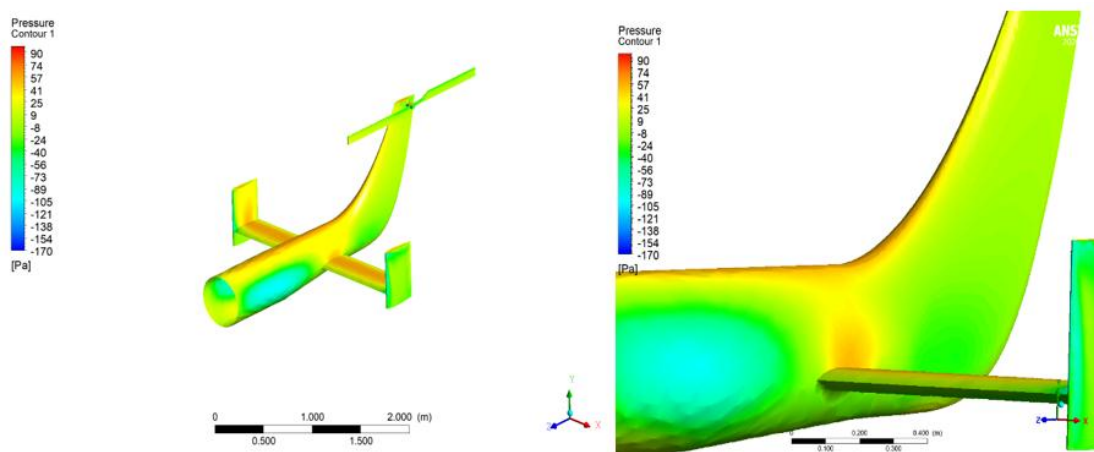
Gambar 19. *Pressure Contour Plain Vortex Generator* pada *AOI* -10°



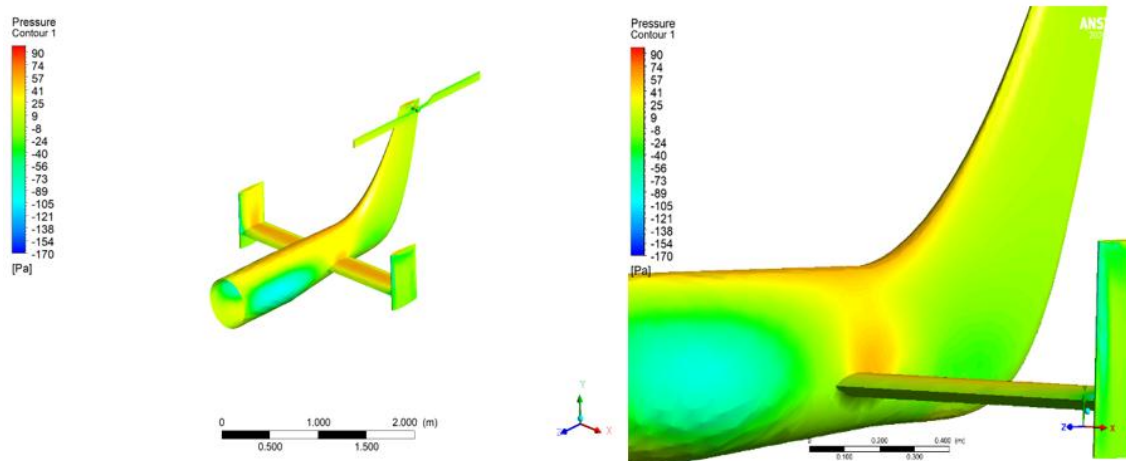
Gambar 20. *Pressure Contour Plain Vortex Generator pada AOI -10°*



Gambar 21. *Pressure Contour Plain Vortex Generator pada AOI -10°*



Gambar 22. *Pressure Contour Plain Vortex Generator pada AOI -10°*



Gambar 23. *Pressure Contour Plain Vortex Generator* pada $AOI -10^\circ$

Gambar 19. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *plain vortex generator* pada $AOI -10^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI -10^\circ$ bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru yang menandakan turunnya *pressure contour*.

Gambar 20. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *plain vortex generator* pada $AOI -5^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI -5^\circ$ tidak berbeda jauh dengan $AOI 10^\circ$, di mana bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru yang menandakan turunnya *pressure contour*.

Gambar 21. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *plain vortex generator* pada $AOI 0^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal

yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI 0^\circ$, bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tidak begitu tinggi dengan tanda warna orange-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour*.

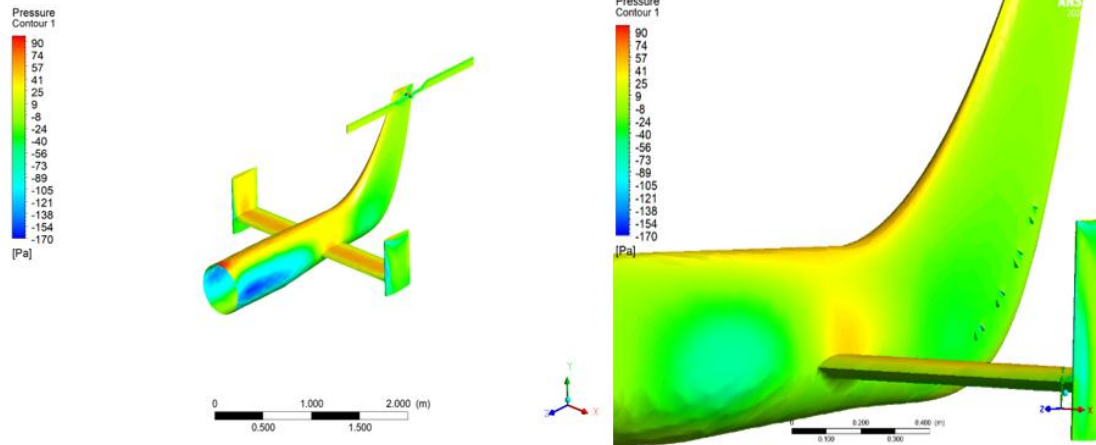
Gambar 22. Merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *plain vortex generator* pada $AOI 5^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI 5^\circ$, bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang lumayan tinggi dengan tanda warna merah-kuning lebih tinggi dibandingkan $AOI 0^\circ$. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour*.

Gambar 23. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *plain vortex generator* pada $AOI 10^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara

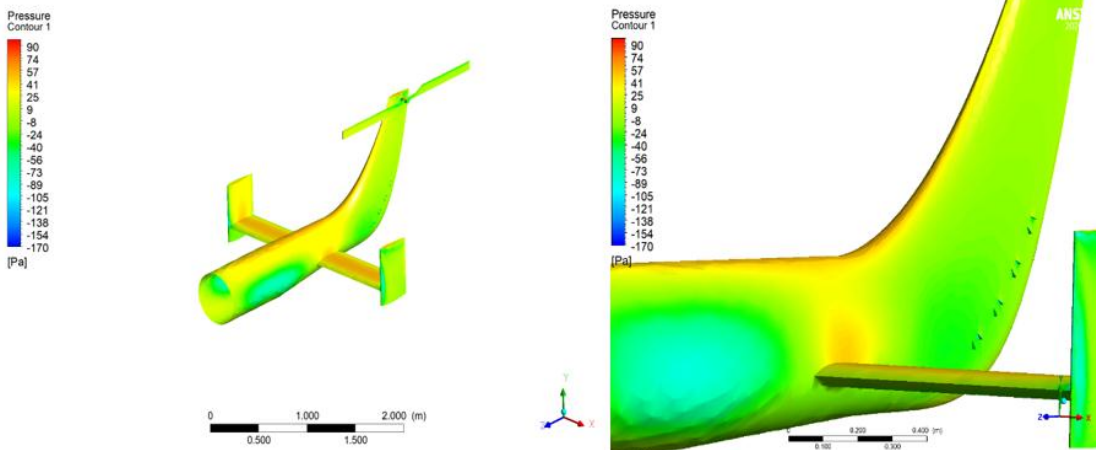
melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada AOI 10° , bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang lumayan tinggi dengan tanda warna merah-kuning lebih tinggi dibandingkan AOI 5°

dengan dikata *pressure contour* semakin naik. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour*.

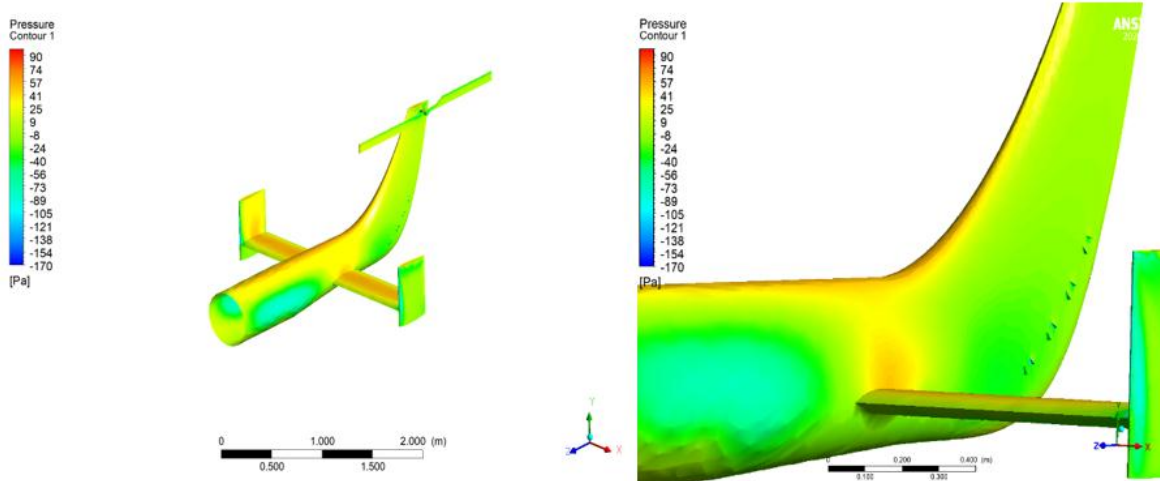
Tail Rotor Triangular Vortex Generator



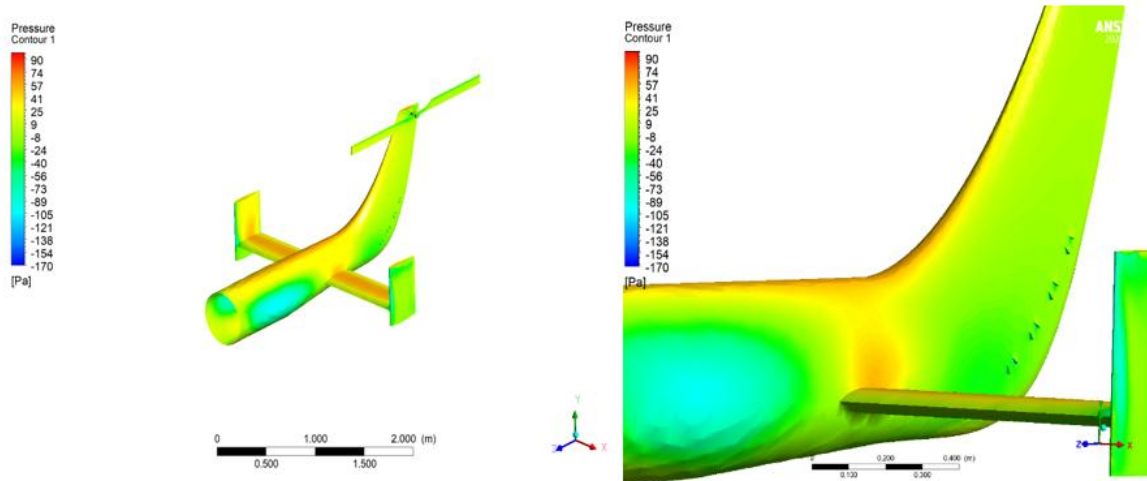
Gambar 24. *Pressure Contour Triangular Vortex Generator* pada AOI -10°



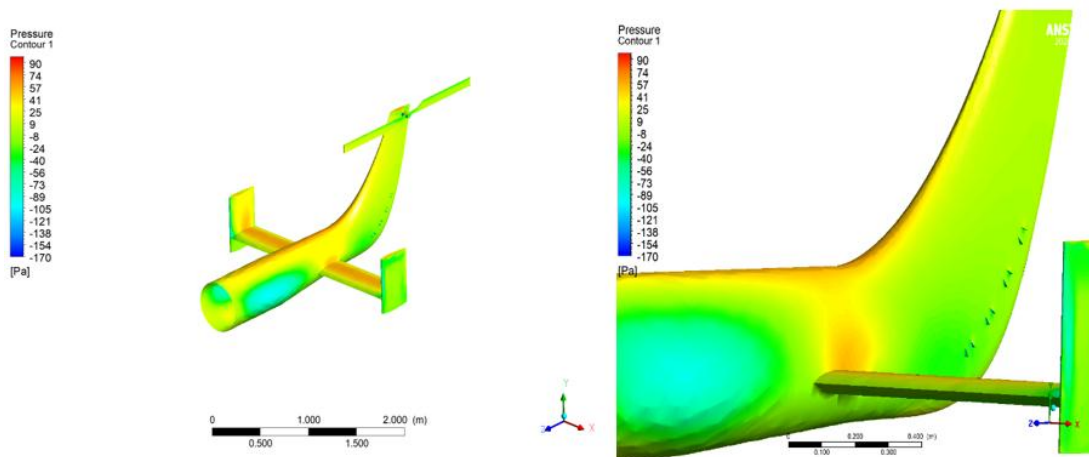
Gambar 25. *Pressure Contour Triangular Vortex Generator* pada AOI -5°



Gambar 26. *Pressure Contour Triangular Vortex Generator pada AOI 0°*



Gambar 27. *Pressure Contour Triangular Vortex Generator pada AOI 5°*



Gambar 28. *Pressure Contour Triangular Vortex Generator pada AOI 10°*

Gambar 24. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *triangular vortex generator* pada *AOI -10°* yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada *AOI -10°* bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan bagian sisi samping *tail boom* berwarna biru yang menandakan turunnya *pressure contour*

Gambar 25. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *triangular vortex generator* pada *AOI -5°* yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal

yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada *AOI -5°* bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* dan *tail boom* berwarna hijau yang menandakan turunnya *pressure contour* tidak begitu signifikan, tidak seperti *AOI -10°*.

Gambar 26. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *triangular vortex generator* pada *AOI 0°* yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji.

Pada $AOI 0^\circ$ bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang lumayan tinggi dengan warna merah-kuning. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan *tail boom* berwarna hijau-biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour* lebih tinggi dibandingkan $AOI -5^\circ$.

Gambar 27. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *triangular vortex generator* pada $AOI 5^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI 5^\circ$ bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning, lebih tinggi dibandingkan $AOI 0^\circ$. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan *tail boom* berwarna hijau-biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour* lebih tinggi dibandingkan $AOI 0^\circ$.

Gambar 28. merupakan visualisasi hasil simulasi dari benda uji jenis *triangular vortex generator* pada $AOI 10^\circ$ yang menunjukkan *pressure contour* di sekitar *tail rotor*. Hal yang dapat dipakai dalam meninjau warna *pressure contour* yang ada, dengan cara melihat dari parameter yang sudah tersaji. Pada $AOI 10^\circ$ bagian atas *tail rotor* dan *tail boom* memiliki *pressure contour* yang tinggi dengan warna merah-kuning, lebih tinggi dibandingkan $AOI 10^\circ$ dengan kata lain *pressure contour* naik. Bagian sisi samping *tail rotor* berwarna hijau dan *tail boom* berwarna hijau-biru muda yang menandakan turunnya *pressure contour* tidak bedah jauh dengan $AOI 5^\circ$. Dengan begitu banyak variasi yang terjadi dengan pengaruh konfigurasi yang berbeda-beda.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan dari hasil simulasi penelitian yang telah dilakukan menggunakan objek *tail rotor plain triangular vortex generator* dan *tail rotor triangular vortex generator* adalah

1. Adanya penambahan *triangular vortex generator* pada *tail rotor* mempengaruhi pola kecepatan aliran udara pada sekitaran *tail rotor*.
2. Adanya penambahan *triangular vortex generator* pada *tail rotor* mempengaruhi sebaran tekanan pada sekitaran *tail rotor*.
3. Dari simulasi visualisasi yang dilakukan, ada perubahan pola kecepatan aliran udara dan sebaran tekanan antara *tail rotor plain vortex generator* dan *tail rotor triangular vortex generator* tetapi tidak begitu signifikan perubahannya bahkan sedikit dan untuk hasil yang lebih baik meskipun sedikit adalah *vortex generator triangular tail rotor*.

Saran

1. Penulis berharap agar penelitian selanjutnya harus jauh lebih, harus lebih bervariasi dalam objek, peletaan dan parameter yang akan dikajikan.
2. Penulis mengharapkan untuk penelitian selanjutnya harus sabar, teliti dan lebih efisien dalam pengambilan data-data agar lebih lengkap dan mempermudah memasukan data yang akan dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, R. P. (2018). *Analisis Vortex Generator terhadap Performa Sayap UAV Mohinder*. Skripsi. Teknik Mesin UNNES: Semarang.
- [2] Anand, U. S. (2010). *Passive Flow Control Over NACA0012 Aerofoil Using Vortex Generator*. . *Proceedings of the 37th International Conference on Fluid Mechanics and fluid Power*. FMFP10 – FP – 12.

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

- [3] Azmi, U. (2017). *Studi Eksperimen dan Numerik Pengaruh Penambahan Vortex Generator Pada Airfoil NASA LS-0417. Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- [4] FAA, H. F. (2019). *Aerodynamics of Flight, Chapter 2*. U.S: Department of Transportation.
- [5] FAA, H. F. (2019). *Introduction to the Helicopter, Chapter 1*. U.S: Department of Transportation
- [6] Ghofar, A. M. (2018). *Pemilihan Sudut Pasang Airofil NACA 2412 pada Tail UAV male dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamic untuk Memperoleh Gaya Angkat Optimal. Tugas Akhir*. Teknik Mesein Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta
- [7] Hafard Lomax, D. W. (1999). *Fundamental Of Computational Fluid Dynamics*. Amerika: University Of Toronto
- [8] Herdiana, D., & Hartono, F. (2020). *Analisa Pemilihan Bentuk Vortex Generator untuk Sayap Pesawat LSU-05 Menggunakan Metode Numerik*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [9] Lengani, D. S. (2011). Turbulent Boundary Layer Separation Control and Loss Evaluation of Low Profile Vortex Generators. Università di Genova, Via Montallegro, Italy. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 35 : 1505-1513.
- [10] Nisa, N. S. (2014). *Studi Numerik Karakteristik Aliran Fluida Melintasi Airfoil NASA LS0417 yang Dimodifikasi dengan Vortex Generator. Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- [11] Shan, H. J. (2008). *Numerical Study of Passive and Active Flow Separation Control over a NACA0012 Airfoil*. Department of Mathematics, University of Texas at Arlington, Arlington, TX 76019: United States. *Computers & Fluids* 37 975-992
- [12] Sukoco. (2015). *Upaya Peningkatan Gaya Angkat pada Model Airfol dengan Menggunakan Vortex Generator*. *Teknik*: 5(2): pp. 140-141
- [13] Rajendran, A. K., Shobhavathy, M. T., & Kumar, R. A. (2015). CFD analysis to investigate the effect of vortex generators on a transonic axial flow compressor stage. ASME 2015 Gas Turbine India Conference, GTINDIA 2015, 1–8.