

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER-ROTATING* PADA *AIRFOIL EPPLER 562* DENGAN *OIL VISUALIZATION*

Elfan Ade Nugroho¹, Setyo Hariadi Suranto Putro², Suyatmo³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: elfanadenugroho@gmail.com

Abstrak

Wing adalah *airfoil* yang disambungkan di masing-masing sisi *fuselage* dan merupakan permukaan yang mengangkat pesawat di udara. *Wing* merupakan bagian terpenting dari suatu pesawat, karena *wing* menghasilkan *lift* (gaya angkat) ketika bergerak terhadap aliran udara karena bentuknya yang *airfoil*.

Topik yang dikaji dalam penelitian ini adalah aliran melintasi *airfoil* EPPLER 562 yang dapat terlihat dengan menggunakan *oil visualization* dengan penambahan *vortex generator*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan karakteristik aliran fluida dengan dan tanpa penambahan *vortex generator*. Profil *vortex generator* yang digunakan adalah *rectangular vortex generator* dengan konfigurasi *counter rotating* dan ditempatkan pada $x/c = 20\%$. Dengan kecepatan *freestream* yang digunakan yaitu kecepatan 20 m/s, pada sudut serang (α) $0^\circ, 4^\circ, 10^\circ, 16^\circ$ dan 20° . Penggunaan *rectangular vortex generator* mampu memperpendek jarak antara titik separasi/separation dengan titik *reattachment* dibandingkan dengan *airfoil* tanpa menggunakan *rectangular vortex generator*. dan juga *rectangular vortex generator* mampu meningkatkan momentum fluida untuk melawan terjadinya *turbulence* awal dan juga *turbulence* hebat pada sudut serang yang tinggi.

Kata kunci : *Wing, airfoil, fuselage, oil visualization, vortex generator, EPPLER 562*

Abstract

The wing is an airfoil that is attached to each side of the fuselage and is the surface that lifts the aircraft in the air. Each wing design meets the performance requirements expected for a particular aircraft design. The wing is the most important part of an airplane, because it generates lift (lift) when moving against the air flow due to its airfoil shape.

The topic examined in this study was the flow across the EPPLER 562 airfoil which can be seen using oil visualization with the addition of a vortex generator. The purpose of this study was to compare the fluid flow characteristics with and without the addition of a vortex generator. The vortex generator profile used is a rectangular vortex generator with a counter rotating configuration and is placed at $x/c = 20\%$. With the freestream velocity used, namely the speed of 20 m/s, at the angle of attack (α) $0^\circ, 4^\circ, 10^\circ, 16^\circ$ and 20° . The use of a rectangular vortex generator is able to shorten the distance between the separation point and the reattachment point compared to the airfoil without using a rectangular vortex generator. and also the rectangular vortex generator is able to increase the momentum of the fluid to counter the occurrence of initial turbulence and also severe turbulence at high angles of attack.

Keywords : *Wing, airfoil, fuselage, oil visualization, vortex generator, EPPLER 562*

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pesawat ini dapat terbang dikarenakan, bentuk sayap pesawat yang sedikit melengkung yang kemudian disebut *Airfoil*. Bentuk sayap pesawat yang seperti ini, hingga kini masih terus digunakan oleh pesawat modern, namun didesain sedemikian rupa untuk mempermudah pesawat terbang. Setelah penemuan oleh kakak beradik ini, inovasi dan pengembangan terhadap teknologi pesawat terbang terus dilakukan hingga menjadi seperti sekarang. Untuk bisa terbang dan mengudara, pesawat melibatkan 4 macam gaya, yaitu (1) Gaya Angkat (*Lift*) yang mengangkat pesawat ke atas, (2) Gaya Gravitasi, yang menciptakan bobot dan membuat pesawat tetap di tanah, (3) Gaya Hambat (*Drag*) yang menghambat pesawat untuk maju ke depan, dan (4) Gaya Dorong (*Thrust*) yang dihasilkan dari mesin pesawat yang membuat pesawat dapat maju. Pesawat yang berdiam diri atau yang sedang terparkir di bandara dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya dari berbagai arah yang tercipta dari molekul-molekul udara.

Wing adalah *airfoil* yang disambungkan di masing-masing sisi *fuselage* dan merupakan permukaan yang mengangkat pesawat di udara. Terhadap berbagai macam rancangan sayap, ukuran dan bentuk yang digunakan oleh pabrik pesawat. Setiap rancangan sayap memenuhi kebutuhan dari kinerja yang diharapkan untuk rancangan pesawat tertentu. *Wing* merupakan bagian terpenting dari suatu pesawat, karena *wing* menghasilkan *lift* (gaya angkat) Ketika bergerak terhadap aliran udara karena bentuknya yang *airfoil*. Selain sebagai penghasil gaya angkat, pada kebanyakan pesawat saat ini juga sebagai *fuel tank* (tempat bahan bakar) dan tempat bergantungnya engine.

Airfoil adalah suatu bentuk geometri yang apabila ditempatkan di suatu aliran fluida akan memproduksi gaya angkat (*lift*) lebih besar dari gaya hambat (*drag*), Gaya angkat terjadi pada airfoil karena kecepatan

aliran udara di permukaan bawahnya. Salah satu parameter geometris yang menentukan besarnya gaya angkat yang dihasilkan suatu *airfoil* adalah lokasi ketebalan maksimumnya. Semakin jauh lokasi – ketebalan maksimum dengan ujung awal maka akan mengakibatkan semakin akhir pula terjadinya peningkatan kecepatan aliran udara yang melewati permukaan *airfoil* sehingga akan menjadi permukaan tersebut menjadi lebih rendah, jika hal tersebut terjadi pada permukaan atas airfoil maka akan menyebabkan semakin besarnya gaya angkat yang terjadi. Namun dalam konteks aerodinamika banyak benda yang dapat dilakukan pengujian, seperti diantaranya : aliran pada fluida bidang datar, aliran fluida pada benda yang bulat, aliran fluida pada benda yang menyerupai tetes air (sering disebut *airfoil*) dan benda-benda lainnya. Dalam penelitian ini yang akan dijadikan sebagai bahan uji adalah *airfoil*.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengangkat masalah tersebut pada tugas akhir ini dengan judul “STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *AIRFOIL EPPLER 562* DENGAN *OIL VISUALIZATION*”.

Dari latar belakang diatas maka dapat diidentifikasi beberapa pokok masalah, diantaranya :

1. Bagaimana cara kerja *Rectangular vortex generator* terhadap aliran fluida diatas *airfoil* ?
2. Bagaimana pengaruh *vortex generator* terhadap titik separasi dibandingkan tanpa menggunakan *vortex generator* ?

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

3. Bagaimana aliran fluida yang terjadi setelah melewati *vortex generator* dibandingkan tanpa menggunakan *vortex generator* ?

Pada penelitian ini perlu adanya masalah sehingga pembahasan yang dilakukan lebih focus pada tujuan yang telah ditentukan. Adapun Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan *Airfoil EPPLER 562* dan *Rectangular Vortex Generator*.
2. Fluida udara yang mengalir di dalam *open-circuit subsonic wind tunnel*.
3. Menggunakan *Oil Visualization*.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh *Vortex Generator* terhadap titik separasi dibandingkan tanpa menggunakan *Vortex Generator*
2. Menganalisa aliran fluida yang terjadi setelah melewati *Vortex Generator* dan tanpa menggunakan *Vortex Generator*.

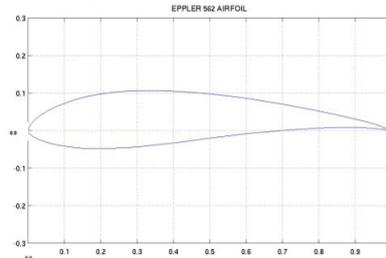
METODE

Metode penelitian yang akan digunakan pada eksperimen ini yaitu metode simulasi terowongan angin (*wind tunnel*) dengan jenis *open circuit subsonic wind tunnel*. Benda uji yang akan digunakan adalah *airfoil EPPLER 562*. Benda uji akan berada di dalam terowongan angin (*wind tunnel*) yang dialiri angin. Pembuatan geometri *airfoil* dan terowongan angin dengan Panjang 1 x 10,5 meter, hal ini dilakukan agar hasil yang didapat bisa divalidasi.

Airfoil EPPLER 562

Airfoil adalah suatu struktur aerodinamik yang dirancang untuk menghasilkan gaya-gaya aerodinamik ketika bergerak melewati suatu fluida seperti udara. Berdasarkan geometrinya, *airfoil* diklasifikasikan menjadi *symmetry airfoil* dan *asymmetry airfoil*. Pada studi numerik ini *airfoil* yang digunakan merupakan *asymmetry airfoil* dengan tipe Eppler 562. *Airfoil* Eppler 562 memiliki spesifikasi-spesifikasi maximum thickness 15% pada

27,6% chord dan maximum chamber 4% pada 50,8% chord. *Airfoil* Eppler 562 biasa digunakan pada pesawat tanpa awak atau *unmanned aerial vehicle (UAV)* atau *sailplane/glider*. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Arifandi Rachmadiyan (2017) salah satunya meneliti dengan menggunakan tipe *airfoil* Eppler 562 .



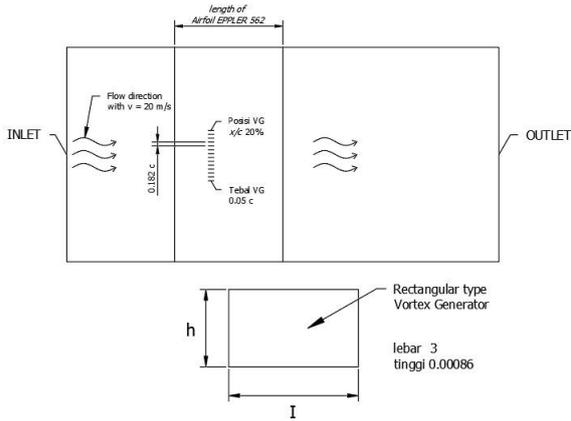
Gambar 1. *Airfoil* EPPLER 562

Parameter *Vortex Generator*

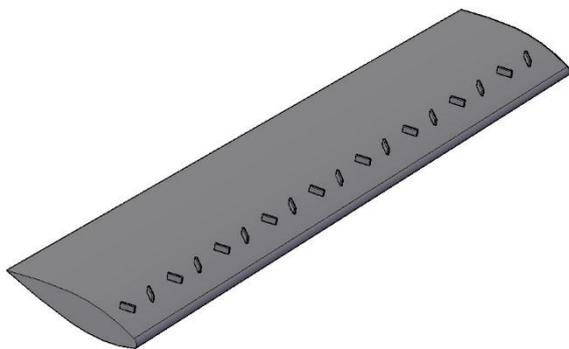
Parameter *Vortex Generator* yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada tabel:

PARAMETER	EKSPERIMEN
Shape	Rectangular
h	0.00086.c
1/h	3
AoA	0,4,8,10,16 dan 20
x/c	20%
C	70 mm
d	0,05 c
Susunan	Counter Rotating
V	20 m/s

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Posisi peletakan VG type Rectangular



Gambar 3. Peletakan rectangular vortex generator

Pengambilan Data

Berikut diuraikan cara pengambilan data yang dilakukan:

1. Mempersiapkan peralatan yang digunakan, meliputi *wind tunnel*, *airfoil* yang sudah terpasang, dinding datar yang sudah terpasang.
2. Menghidupkan *wind tunnel* / *fan*.
3. Memasang dan mengatur *airfoil*.
4. Ambil gambar visualisasi aliran dengan kecepatan *freestream* 20 m/s putaran *fan wind tunnel*.
5. Mematikan *fan wind tunnel*.
6. Ambil gambar dari aliran yang melewati *airfoil*.
7. Memasang *rectangular vortex generator* untuk $x/c = 20\%$
8. Menghidupkan Kembali *fan wind tunnel* dengan kecepatan *free stream* dengan kecepatan 20 m/s.
9. Mengulangi langkah pada poin 2 sampai 5 untuk variasi AoA dan kecepatan dengan memasang *rectangular vortex generator* di *airfoil*.
10. Mematikan *fan wind tunnel*.
11. Mengolah data yang terrecord.

Setelah penelitian yang dilakukan dengan metode *oil visualization* pada *airfoil EPPLER 562* dengan menambahkan *rectangular vortex generator* dan tidak menggunakan *vortex generator*, dengan kecepatan 20 m/s dan data dengan sudut serang $0^\circ, 4^\circ, 8^\circ, 10^\circ, 16^\circ$, dan 20° . Maka diambil beberapa data berupa foto sebagai bukti penelitian tersebut telah dilakukan.

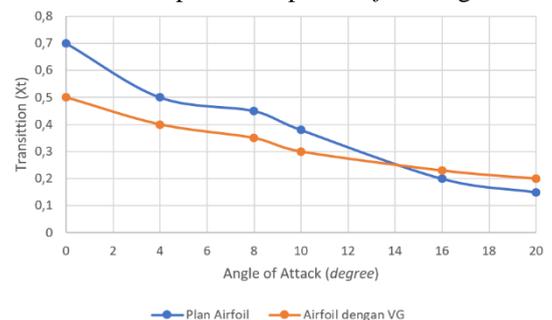
Hasil pengujian pada *airfoil EPPLER 562* dan *airfoil EPPLER 562* dengan penambahan *rectangular vortex generator* dengan varian sudut serang (*angle of attack*), maka didapatkan nilai X_s, X_r dan X_t sebagai berikut

Re number	AoA	X_t	X_s	X_r
$Re = 2 \times 10^5$	0°	0.7	0.2	-
	4°	0.5	0.2	0.82
	8°	0.45	0.19	0.81
	10°	0.38	0.15	0.82
	16°	0.2	0.11	-
	20°	0.15	0.05	-

Tabel 1. Hasil penelitian pada *airfoil* tanpa VG

Re number	AoA	X_t	X_s	X_r
$Re = 2 \times 10^5$	0°	0.5	0.15	-
	4°	0.4	0.15	0.85
	8°	0.35	0.18	0.83
	10°	0.3	0.2	0.85
	16°	0.23	0.09	0.78
	20°	0.2	0.1	-

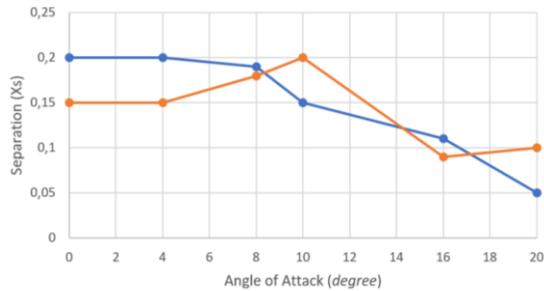
Tabel 2. Hasil penelitian pada *airfoil* dengan VG



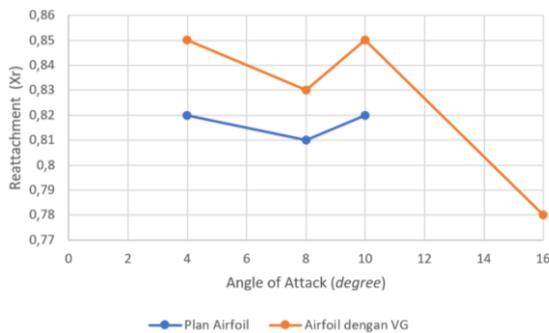
(a) Transition Point EPPLER 562

Pada pemasangan *rectangular vortex generator* pada *airfoil* bisa dibandingkan dengan *plain airfoil* karena pemasangan *vortex generator* mempengaruhi kecepatan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan *plain airfoil*. Pengaruh penambahan

Rectangular vortex generator membuat kecepatan udara pada titik transisi tidak adanya penurunan yang signifikan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 (a).



(b) Separation Point EPPLER 562

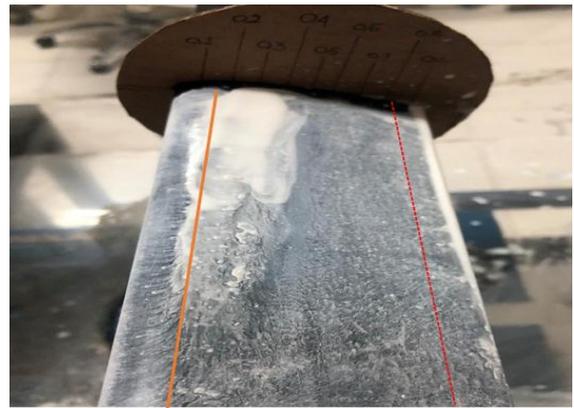


(c) Reattachment Point EPPLER 562

Gambar 4. Perbandingan *Transition, Separation, Reattachment point* pada EPPLER 562 dengan *rectangular VG* dan tanpa VG

Pengaruh penambahan *rectangular vortex generator* membuat kenaikan titik separasi yang terjadi pada sudut serang 10° di titik separation 0.2. Pada sudut serang tersebut menjadi acuan perbandingan antara *plain airfoil* dengan *airfoil* dengan *rectangular vortex generator*, bahwa pada sudut 10° *airfoil* dengan penambahan *rectangular vortex generator* dapat menahan akan terjadinya turbulensi lebih lama jika dibandingkan dengan *plain airfoil*, dan dapat disimpulkan ketika *airfoil* berada disudut kemiringan diatas 10° *rectangular vortex generator* dapat mencegah turbulensi yang nantinya akan menyebabkan stall pada pesawat dibandingkan *airfoil* tanpa menggunakan *vortex generator*.

Hal ini dapat dilihat perbandingan titik separasi pada sudut serang 10° dengan metode *oil visualization* yang mana *airfoil EPPLER 562* menjadi benda uji eksperimen.



(a) *plain airfoil* 10°



(b) *Plain airfoil* 10°



(c) *airfoil* dengan *vortex generator* 10°

(d) *airfoil* dengan *vortex generator* 10°

Dapat disimpulkan dari hasil pengamatan perbandingan visual pada *plain airfoil* dengan *airfoil* dengan *vortex generator* pada sudut serang 10° . dengan dan tanpa menggunakan *rectangular vortex generator* menunjukkan penurunan titik separasi pada *plain airfoil* akan



tetapi jika menggunakan rectangular *vortex generator* titik separasi mengalami kenaikan, bahwa karakteristik fluida yang terbentur di *airfoil* dengan *vortex generator* mampu menahan lebih lama terjadinya *turbulence* dimana kondisi ini akan mengakibatkan *stall* pada pesawat.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari Analisa hasil eksperimen titik separasi *airfoil* EPPLER 562 dan hasil *oil visualization* di *upper surface* menggunakan simulasi *wind tunnel subsonic wt-60*, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemasangan *rectangular vortex generator* pada *airfoil* dapat meningkatkan momentum fluida untuk melawan terjadinya *turbulence* awal dan juga *turbulence* hebat pada sudut serang yang tinggi.

2. Penggunaan *rectangular vortex generator* mampu memperpendek jarak antara titik separasi/separation dengan titik *reattachment* dibandingkan *plain airfoil*, serta penggunaan *rectangular vortex generator* efektif bila dipakai pada sudut serang (*angle of attack*) 0° sampai dengan sudut serang 16° .

3. Pemasangan *rectangular vortex generator* pada *airfoil* mempercepat transisi dari *laminar boundary layer* menjadi *turbulent boundary layer*, sehingga aliran yang melewati permukaan atas *airfoil* dengan pemasangan *rectangular vortex generator* memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan *plain airfoil*.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran, agar penelitian selanjutnya yang sejenis dapat menghasilkan data yang lebih baik, antara lain:

1. Pengambilan data sebaiknya menggunakan alat dalam kondisi baik, agar memperoleh data yang lebih akurat.

2. Sebelum melakukan uji eksperimen sebaiknya memastikan apakah benda uji siap dipakai dan dalam kondisi baik agar tidak menghambat pengujian dan menghindari penggantian benda uji.

3. Pada saat pencampuran bahan *oil visualization*, usahakan komposisi bahan tetap

sama pada setiap pengujian. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan terhindar dari kekentalan dalam bahan uji, sehingga pengujian akan mendapatkan hasil yang baik dan *valid*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbott, I.H. & Von Doenhoff A.E. 1959. *Theory of Wing Sections*. Dover Publishing. New York.
2. Rachmadiyan, Arifandi. *Studi Numerik Karakteristik Aliran Yang Melewati Airfoil Eppler 562 Dengan Variasi Whitcomb Winglet*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
3. Yogayudasrial, Pembahasan *Lift* pada pesawat terbang, 9 Desember 2015.
4. Anderson, Jhon D. 2007. *Fundamentals of Aerodynamics* (edisi ke-4th). McGraw-Hill.
5. <http://m-selig.ae.illinois.edu> diakses pada 21 April 2017
6. Hariyadi, Setyo. 2016. *Dasar-dasar aerodinamika*. Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan. Surabaya.
7. Hariyadi, Setyo. 2015. *Studi Numerik Efek Penggunaan Vortex Generator terhadap Boundary Layer Airfoil NACA 23018 (Studi Kasus Peletakan Vortex Generator $x/c = 10\%$, Rectangular Straight Flat Plate)*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
8. Hariyadi, Setyo. 2018. *Studi Eksperimen Visualisasi Aliran pada Airfoil NACA 0012 dengan Vortex Generator*. Politeknik Penerbangan. Surabaya.
9. Permata, Tandyta. 2018. *Studi Eksperimen Visualisasi Aliran Pada Airfoil NACA 0012 Dengan Vortex Generator*. Politeknik Penerbangan. Surabaya.
10. Habibi, 2019. *Studi Ekperimen Oil Flow Visualization pada Airfoil NACA 0012 Dengan Trapezoidal Vortex Generator Menggunakan Open circuit subsonic wind tunnel*. Politeknik Penerbangan Surabaya

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890