

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN VORTEX  
GENERATOR PADA AIRFOIL NACA 0012  
DENGAN SMOKE GENERATOR**

**Setyo Hariyadi<sup>1</sup>, Ramadhan Pradana Mahaputra<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pesawat Udara, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email : [hudzaifahsetyo@gmail.com](mailto:hudzaifahsetyo@gmail.com)

**Abstrak**

Aerodinamika adalah salah satu cabang [dinamika](#) yang berkenaan dengan kajian pergerakan [udara](#), khususnya ketika udara tersebut berinteraksi dengan benda padat. Pada aerodinamika terdapat sebuah *airfoil*. Untuk meningkatkan kinerja *airfoil*, pada bagian sayap pesawat dipasang *vortex generator*. Aliran udara yang mengalir melalui sayap pesawat akan membentuk sebuah *airfoil* yang bisa menyebabkan pesawat tersebut bisa terbang. Metode yang digunakan pada studi ini adalah simulasi menggunakan terowongan angin (*wind tunnel*). Yang menghasilkan aliran udara yang membentuk menjadi *airfoil* dapat terlihat dengan menggunakan *smoke generator*. Dengan benda uji *NACA 0012* dengan sudut serang (*angle of attack*)  $0^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $12^\circ$ ,  $15^\circ$ , dan  $17^\circ$ . Dari hasil penelitian ini didapatkan performa aerodinamika dan fenomena aliran udara di sekitar *airfoil*. Pada penelitian ini ada perbedaan *airfoil* dengan menggunakan *vortex generator*, dan tidak menggunakan *vortex generator*. *Airfoil* yang menggunakan *vortex generator* sudut separasinya lebih kecil daripada *airfoil* yang tidak menggunakan *vortex generator*.

**Kata Kunci:** *Airfoil, lift, vortex generator, wind tunnel, smoke generator, NACA 0012, dan angle of attack*

**PENDAHULUAN**

Sejarah telah mencatat bahwa penemu pesawat terbang adalah Wilbur Wright dan Orville Wright atau kadang orang-orang menyebut mereka Wright bersaudara. Ketika itu, Wright bersaudara mengamati bagaimana burung memainkan sayapnya untuk menjaga keseimbangan di udara. Mereka akhirnya memiliki ide untuk menciptakan sesuatu menyerupai burung yang menggunakan sayap agar bisa diterbangkan di udara.

*Wing* adalah *airfoil* yang disambungkan di masing-masing sisi *fuselage* dan merupakan permukaan yang mengangkat pesawat di udara. Terdapat 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*.

*Airfoil* adalah suatu bentuk geometri yang apabila ditempatkan di suatu aliran fluida akan memproduksi gaya angkat (*lift*) lebih besar dari gaya hambat (*drag*). Salah satu parameter geometris yang menentukan besarnya gaya angkat yang dihasilkan suatu *airfoil* adalah lokasi ketebalan maksimumnya. 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*.

Cara melakukan pengujian aerodinamika. Yaitu dengan cara memanfaatkan *wind tunnel* (terowongan angin yang ada di Hangar Politeknik Penerbangan Surabaya. *Wind tunnel* bekerja dengan sistem penyedotan angin di dalam sebuah ruangan yang mempunyai bentuk menyerupai tabung venturi yang ada di dalamnya terdapat alat uji, yang berupa *airfoil NACA 0012*.

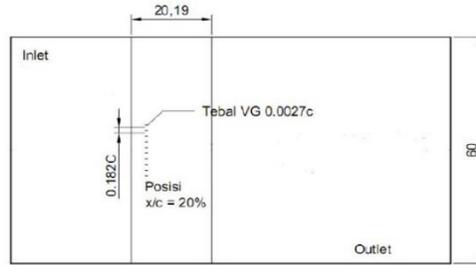
## **METODE**

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode penelitian yang akan digunakan yaitu metode simulasi terowongan angin (*wind tunnel*) dengan *software wind tunnel data recorder*. Benda uji berada di dalam terowongan angin (*wind tunnel*) yang dialiri udara. Pembuatan geometri *airfoil* dan terowongan angin dengan panjang 1 x 10,5 meter, hal ini dilakukan agar hasil yang didapat bisa divalidasi.

Model sayap yang digunakan dalam percobaan ini adalah sayap dengan profil *Airfoil NACA 0012* dan dialiri dengan *smoke generator* yang berasal dari minyak mesin jahit yang dipanaskan oleh *smoke generator*, lalu di *deliver* lewat pipa kecil diujung *airfoil*.



Gambar 1 Profil *Airfoil NACA 0012*



Gambar 2 Posisi peletakan VG pada *airfoil*

Tabel 1 Parameter Eksperimen

PARAMETER	EKSPERIMEN
Shape	Trapezoida
h	0.00086.c
l/h	3
AoA	0, 4, 10, 12, 15, 17
x/c	20%
c	200 mm
d	0,182.c
Susunan	Straight
V	2 m/s

Profil *airfoil* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *airfoil* tipe *NACA 0012* adalah *plain airfoil* dengan *vortex generator* jenis trapezium atau *trapezoida flat plat*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan smoke generator pada *airfoil NACA 0012* dengan menggunakan *vortex generator* dan tidak menggunakan *vortex generator* dengan bentuk *vortex generator* berupa *trapezoida* yang dialiri dengan smoke generator, dengan kecepatan 2 m/s dan dengan sudut serang  $0^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $12^\circ$ ,  $15^\circ$ , dan  $17^\circ$ . Maka diambil beberapa data dengan sudut pandang foto yang berbeda, dari sebelah samping, sebelah atas, dan sebelah belakang sebagai bukti penelitian tersebut telah dilakukan.

## Hasil Penelitian

Dari penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *airfoil* yang tidak menggunakan *trapezoida vortex generator* titik separasi lebih panjang dan jika menggunakan *trapezoida vortex generator* titik separasi lebih rendah, sehingga pada saat menggunakan *trapezoida vortex generator* titik separasi pada *airfoil* tersebut lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan *trapezoida vortex generator*. Dan dapat disimpulkan juga bahwa setiap perubahan *angle of attack* semakin rendah sudutnya, maka titik separasi yang didapatkan semakin pendek. Jika semakin tinggi sudutnya, titik separasi yang didapatkan semakin besar dari ujung *airfoil* tersebut.

## Analisis Titik Separasi

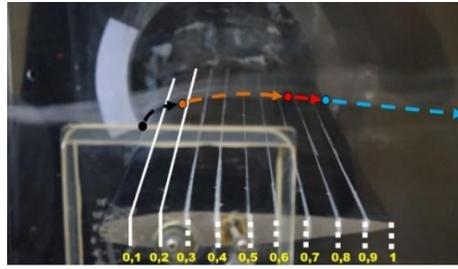
Ada perbedaan antara menggunakan *trapezoida vortex generator* dengan tidak menggunakan *trapezoida vortex generator*. Perbedaan terjadi pada aliran udara yang melewati *airfoil*. Jika menggunakan *trapezoida vortex generator* maka aliran udara masih terarah dan mengikuti bentuk dari *airfoil*. Sedangkan jika tidak menggunakan *trapezoida vortex generator* aliran udara terarah hanya saat dibagian depan *airfoil* tersebut. Setelah melewati *airfoil* dan pada saat diatas, aliran udara tersebut tidak mengikuti bentuk dari *airfoil*, melainkan langsung terarah ke bagian belakang.

## Karakteristik Aliran *Smoke* pada *Airfoil* tanpa *Vortex Generator* dan menggunakan *Trapezoida Vortex Generator*

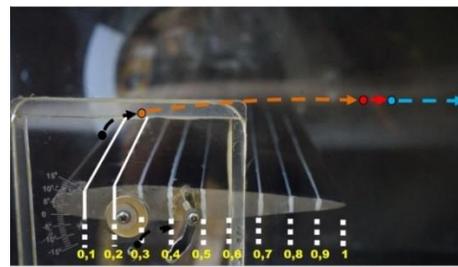
Penelitian menggunakan *smoke generator* untuk melihat aliran laminar dengan titik separasi yang tidak sama di setiap *angle of attack* menjadi *turbulence boundary layer*, untuk melihat gerakan pada titik separasi dan pengaruh penggunaan *trapezoida vortex generator*. Pada *airfoil NACA 0012* terdapat garis lurus membujur dari sisi kanan dan kiri *airfoil*, yang berfungsi untuk mengetahui titik separasi ( $X_s$ ) dengan titik berwarna merah, titik vortisasi ( $X_t$ ) dengan titik berwarna biru, titik transisi ( $X_l$ ) dengan titik berwarna oranye, dan titik stagnasi ( $X_p$ ) dengan titik berwarna hitam, sehingga dapat diketahui pengaruh penambahan *trapezoida vortex generator* pada berbagai *angle of attack*. Nomer pada *airfoil* didapatkan dengan cara menghitung 1 bagian penuh *airfoil* dari *leading edge* hingga *trailing edge*. Didapatkan 10 bagian dengan cara membagi 10% setiap bagian. *Vortex generator* terdapat pada 20% dari *leading edge*, berarti terdapat pada garis nomer 0,2.

Gambar 3 menunjukkan *airfoil* dalam posisi sudut serang  $0^\circ$  dengan kecepatan 2 m/s, gambar (a) terlihat aliran *smoke* pada *airfoil* pada bagian bawah terdapat aliran laminar tanpa putus kearah

*trailing edge*, namun pada bagian atas titik separasi terdapat pada garis 0.8, titik transisi terdapat pada garis 0.2 – 0.7, titik vortisasi terdapat pada garis 0.9 yang menyebabkan aliran terputus dan membentuk vortisasi kearah *trailing edge*. Gambar (b) titik separasi terletak pada garis 0,4, titik transisi terdapat pada 0.2 – 0.3 dan titik vortisasi terlihat pada garis 0.5 dan terus ke belakang. Gambar (c) terlihat titik separasi pada garis 0.7, titik transisi terlihat pada garis 0.2 – 0.6, dan titik vortisasi berada pada 0.9 hingga ke belakang.

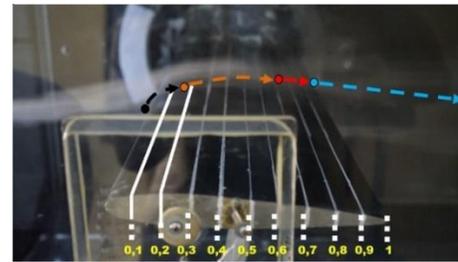


a) *Airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

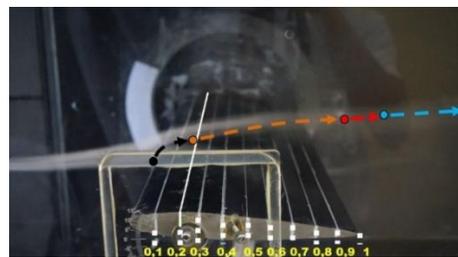


b) *Airfoil* menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

Gambar 3 Aliran smoke generator dengan dengan sudut serang  $0^\circ$

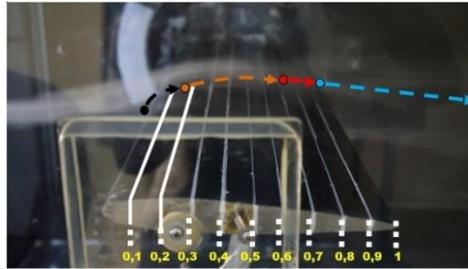


a) *Airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

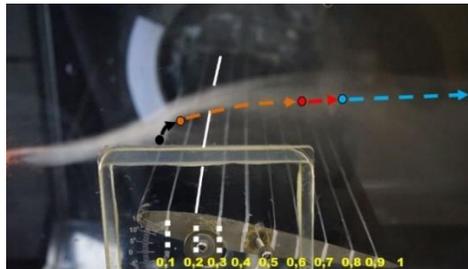


b) *Airfoil* menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

Gambar 4 Aliran smoke generator dengan dengan sudut serang  $4^{\circ}$

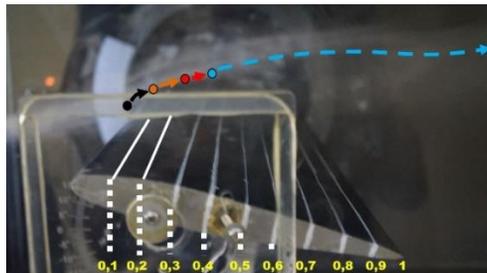


a) *Airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

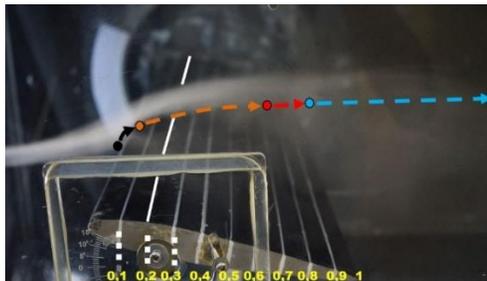


b) *Airfoil* menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

Gambar 5 Aliran smoke generator dengan dengan sudut serang  $10^{\circ}$



(a) *Airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)



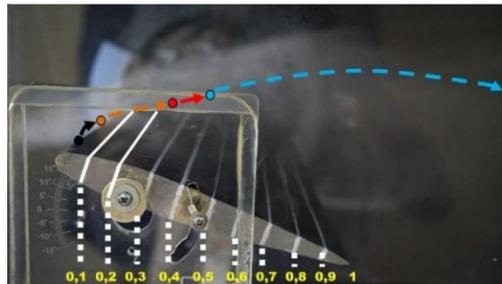
(b) *Airfoil* menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

Gambar 6 Aliran smoke generator dengan dengan sudut serang  $12^{\circ}$

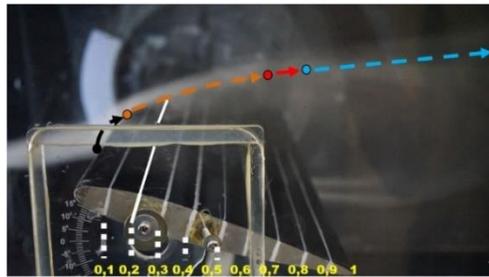
Gambar 8 adalah penelitian yang terakhir dengan sudut serang  $17^{\circ}$  dengan kecepatan yang masih sama yaitu 2 m/s. Setelah dilakukan penelitian dan dilakukan pengambilan beberapa data hasil yang didapatkan adalah sudut serang terlalu besar atau terlalu miring mengakibatkan titik

separasi terlalu maju. Gambar (a), (b), dan (c) dengan sudut serang  $17^\circ$  sudah terjadi terjadi separasi pada saat aliran *smoke* menyentuh bagian *leading edge*, dan terjadi banyak vortisasi pada bagian belakang dan aliran *smoke* sudah tidak terarah lagi.

Pada gambar (d), (e), dan (f) sama halnya dengan gambar sebelumnya (a), (b) dan (c) terjadi separasi ketika aliran *smoke* menyentuh leading edge, akan tetapi vortisasi berkurang banyak dari gambar sebelumnya dan aliran *smoke* yang mengarah keatas lebih teratur daripada gambar (a), (b), dan (c).

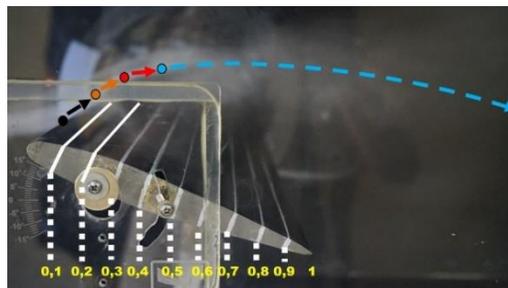


(a) *airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

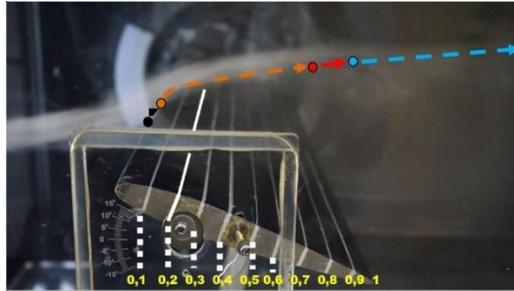


(b) *Airfoil* menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)

Gambar 7 Aliran *smoke* generator dengan dengan sudut serang  $15^\circ$



(a) *Airfoil* tanpa menggunakan *Vortex Generator* (tampak atas)



(b) Airfoil menggunakan *Vortex Generator* (tampak belakang)

Gambar 8 Aliran smoke generator dengan dengan sudut serang  $17^\circ$

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian simulasi pengukuran titik separasi pada *upper surface area* pada *airfoil NACA 0012* menggunakan *wind tunnel*, dapat disimpulkan bahwa :

- a) Penggunaan *vortex generator* pada permukaan *airfoil NACA 0012* bekerja untuk mengurangi titik separasi dan terjadinya turbulensi pada *upper surface area* pada *airfoil NACA 0012*.
- b) Pada *airfoil* yang telah ditambahkan *trapezoida vortex generator*, perubahan aliran udara yang melewati *upper surface area* pada *airfoil NACA 0012* dari *laminar boundary layer* menjadi *turbulence boundary layer* terjadi lebih cepat dibandingkan dengan tanpa menggunakan *trapezoida vortex generator*.
- c) Penambahan *trapezoida vortex generator* pada *airfoil* dapat menunda titik separasi yang terjadi pada *upper surface area* pada *airfoil NACA 0012*.

## DAFTAR PUSTAKA

Abbott, I.H. & Von Doenhoff A.E. 1959. *Theory of Wing Sections*. Dover Publishing. New York.

Agustian, Syahrul. 2018. Analisa Pengaruh Putaran *Blade* dan Arah Sudut Serang Terhadap Koefisien *Drag* dan *Lift* pada Model *Prototype NACA 0012* dengan Menggunakan Alat Uji *Wind Tunnel Open Circuit* untuk Sarana Laboratorium Fluida. Universitas 17 Agustus 1945. Surabaya.

[Anderson, John D.](#) 2007. *Fundamentals of Aerodynamics* (edisi ke-4th). McGraw-Hill.

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.

Hariyadi, Setyo. 2016. Dasar-dasar aerodinamika. Akademi teknik dan keselamatan penerbangan. Surabaya.

Hariyadi, Setyo. 2018. Studi Eksperimen Visualisasi Aliran pada *Airfoil NACA 0012* dengan *Vortex Generator*. Politeknik Penerbangan. Surabaya.

Nugroho, Gunawan & Herman Sasongko. 2005. Studi Numerik dan Eksperimental Aliran 3-D pada Kombinasi *Airfoil/Pelat Datar* dengan Variasi Permukaan Bawah dan Pengaruh Celah. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya