

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN
RECTANGULAR VORTEX GENERATOR SUSUNAN *COUNTER-ROTATING*
PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR***

TUGAS AKHIR



Oleh:

DIYON PRATAMA
NIT. 30418033

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2021**

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN
RECTANGULAR VORTEX GENERATOR SUSUNAN *COUNTER-ROTATING*
PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya (A.Md)
pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh:

DIYON PRATAMA
NIT. 30418033

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN
RECTANGULAR VORTEX GENERATOR SUSUNAN *COUNTER-ROTATING*
PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR*

Oleh :

DIYON PRATAMA
NIT. 30418033

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 18 Agustus 2021

Pembimbing I : Dr.Ir.SETYO HARIYADI, S.P., S.T., M.T.
NIP.197908242009121001



Pembimbing II : SUYATMO, S.T., S.Pd., M.T., M.Pd.
NIP. 196305101989021001



LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN
RECTANGULAR VORTEX GENERATOR SUSUNAN *COUNTER-ROTATING*
PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR*

Oleh :

DIYON PRATAMA
NIT. 30418033

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada sidang tugas akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 18 Agustus 2021

Panitia Penuji :

1. Ketua : AJENG WULANSARI, S.T.,M.T.
NIP. 198906062009121001
2. Sekretaris : RIFDIAN I.S.,S.T., M.M
NIP. 198106292009121002
3. Anggota : Dr.Ir.SETYO HARIYADI, S.P., S.T., M.T
NIP. 197908242009121001







Ketua Program Studi
D3 TEKNIK PESAWAT UDARA



Ir. BAMBANG JUNIPITOYO, S.T., M.T
NIP. 197806262009121001

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER-ROTATING* PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR*

Oleh :

DIYON PRATAMA
NIT. 30418033

Pesawat bisa terbang karena bentuk dari sayap pesawat yang sedikit melengkung disebut *Airfoil*. *Airfoil* hingga saat ini masih terus digunakan oleh pesawat jaman sekarang, namun terus didesain untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah penemuan dari Wright bersaudara, pengembangan teknologi pesawat terus dilakukan

Untuk bisa terbang, pesawat terdapat 4 gaya, yaitu (1) Gaya Angkat (*Lift*) yang mengangkat agar pesawat ke atas, (2) Gaya Gravitasi, yang menghasilkan berat dan agar pesawat tetap di *ground*, (3) Gaya Hambat (*Drag*) menghambat pesawat bergerak kedepan, dan (4) Gaya Dorong (*Thrust*) menghasilkan gaya dorong kedepan. Dalam penelitian ini melaksanakan eksperimen aerodinamika. Yaitu dengan menggunakan *wind tunnel* . Dengan menggunakan *smoke* pada *wind tunnel* dan percepatan kipas terhadap *smoke*. Dan mengubah beberapa sudut pada *airfoil* tersebut. Kita dapat membandingkan atau menganalisa *airfoil* pada *NACA 0012*.

Hasil eksperimen didapatkan performansi aerodinamika dan fenomena *airflow* disekitar *airfoil*. Hal ini dikarenakan pada eksperimen ini akan terdapat diferensial pada *airfoil* yang ditambahkan *generator vortex*, dan yang tidak menggunakan *generator vortex*. *Airfoil* yang ditambahkan *vortex generator*, sudut pemisahannya lebih kecil dibandingkan dengan *airfoil* yang tidak ditambahkan *vortex generator*.

Kata Kunci : *Airfoil, Vortex Generator, NACA 0012, Smoke Generator, Wind Tunnel.*

ABSTRACT

EXPERIMENT STUDY ON THE EFFECT OF USING RECTANGULAR VORTEX GENERATOR COUNTER-ROTATING IN AIRFOIL NACA 0012 WITH SMOKE GENERATOR

By :

DIYON PRATAMA

NIT.30418033

Planes can fly because, forms a wing plane then called a curved airfoil. Forms a wing plane this, until now modern is still used by planes, but designed in such a way to make an airplane while flying. After this discovery by two brothers, technology innovation and development to an aircraft continued until be as the present.

To can fly and air, plane involving 4 kind of style, (1) the lift (elevator) raised plane upward, (2) the force of gravity, who created of weights and make plane stick in the ground, (3) of the drag (drag) that inhibits plane to come forward, (4) and thrust (thrust) resulting from an aircraft engine which a plane makes may progress. In this research aerodynamics testing . Namely by means of utilizing wind tunnel . Using smoke on wind tunnel to smoke and the fan . And some change the angle on an airfoil . We can compare or analyzing the airfoil on 0012 NACA

From the results of this experiment, the performance of aerodynamics and the phenomenon of air flow around the airfoil are obtained. It is that in this study there will be differences in airfoils by using vortex generators, and not using vortex generators. Airfoil that uses vortex generator, this separation angle is smaller than an airfoil that doesn't use vortex generators.

Keyword : *Airfoil, Vortex Generator, NACA 0012, Smoke Generator, Wind Tunnel.*

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DIYON PRATAMA

NIT : 30418033

Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan *Rectangular Vortex Generator* Susunan *Counter Rotating* Pada *Airfoil NACA 0012* Dengan *Smoke Generator*.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberi Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya,
Yang membuat pernyataan



Diyon Pratama
NIT.30418033

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan cukup baik yang berjudul “STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENGGUNAAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *AIRFOIL NACA 0012* DENGAN *SMOKE GENERATOR*” dengan baik dan lancar sesuai dengan waktu yang ditetapkan dan sebagai syarat untuk menyelesaikan program DIPLOMA-III Teknik Pesawat Udara Angkatan IV di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak M. Andra Adityawarman, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Ir.Bambang Junipitoyo, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Dr.Setyo Hariyadi S.P,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Suyatmo,S.T.,S.Pd, M.T, M.Pd selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan instruktur pengajar Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah membimbing kami selama ini.
6. Seluruh dosen dan pegawai Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah membantu dan mendukung kegiatan Tugas Akhir.
7. Kepada Ibu dan Bapak selaku Orang Tua saya, serta saudara yang telah memberikan doa serta bantuan untuk kelancaran Tugas Akhir ini.
8. Rekan – rekan D III Teknik Pesawat Udara angkatan IV yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat dan dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dan bermanfaat bagi semua pihak. Jangan lupa bersyukur kepada Allah SWT. Akhirnya penulis dapat menyelesaikan program Diploma III Teknik Penerbangan.

Surabaya, Agustus 2021



Diyon Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusah Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1 Dasar Aerodinamika.....	6
2.2 Terminologi dan Teori <i>Airfoil</i>	8
2.3 <i>Wind Tunnel Smoke Generator</i>	9
2.3.1 <i>Open Circuit Wind Tunnel</i>	10
2.3.1 <i>Close Circuit Wind Tunnel</i>	11
2.4 Rangkaian <i>Wind Tunnel</i>	11
2.4.1 Gaya Tekan pada Tabung.....	11
2.4.2 <i>Honeycomb</i>	12
2.4.3 <i>Test Section</i>	13
2.4.4 <i>Diffuser</i>	13
2.4.5 Motor dan <i>Axial Fan</i>	14
2.5 <i>Airfoil NACA 0012</i>	15
2.6 <i>Vortex Generator</i>	16
2.7 <i>Smoke Generator</i>	18

2.8	Gaya yang Berpengaruh.....	20
2.9	Teori Boundary Layer.....	21
2.10	<i>Wake pada Airfoil</i>	22
2.11	Sudut Serang (<i>Angle of Attack</i>).....	23
2.12	Penelitian Terdahulu.....	24
2.13	Skema Sayap pada <i>Wing Tunnel</i>	25

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1	Desain Eksperimen.....	26
3.1.1	Benda Uji Penelitian.....	26
3.1.2	Parameter yang Diukur.....	26
3.1.3	Parameter <i>Vortex Generator</i>	27
3.1.4	Bentuk dan Letak <i>Rectangular VG</i>	28
3.1.5	Metode Smoke Generator.....	29
3.1.6	Peralatan Penelitian.....	30
3.1.7	Langkah Kerja.....	32
3.1.7.1	Persiapan.....	33
3.1.7.2	<i>Installing Tested Model</i>	33
3.1.7.3	<i>Run Aerodynamic</i>	33
3.1.7.4	Pengambilan Data.....	34
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	34
3.3	Metode Analisa Data.....	35
3.4	Rancangan Penelitian.....	37

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian.....	38
4.2	Analisa Aliran <i>Smoke</i>	38
4.3	.Karakteristik Aliran <i>Smoke</i> pada <i>Airfoil</i> tanpa <i>Vortex Generator</i> dan menggunakan <i>Rectangular Vortex Generator</i>	41
4.3.1	Pada sudut 0° dengan kecepatan 5 m/s.....	42
4.3.2	Pada sudut 2° dengan kecepatan 5 m/s.....	44
4.3.3	Pada sudut 4° dengan kecepatan 5 m/s.....	45
4.3.4	Pada sudut 6° dengan kecepatan 5 m/s.....	47
4.3.5	Pada sudut 8° dengan kecepatan 5 m/s.....	48
4.3.6	Pada sudut 10° dengan kecepatan 5 m/s.....	50
4.3.7	Pada sudut 12° dengan kecepatan 5 m/s.....	51
4.3.8	Pada sudut 15° dengan kecepatan 5 m/s.....	53
4.3.9	Pada sudut 16° dengan kecepatan 5 m/s.....	54
4.3.10	Pada sudut 17° dengan kecepatan 5 m/s.....	55
4.3.12	Pada sudut 19° dengan kecepatan 5 m/s.....	57

4.3.13 Pada sudut 20° dengan kecepatan 5 m/s.....	59
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Pesawat Pertama.....	2
Gambar 2.1	Gaya-gaya pada Pesawat Terbang.....	6
Gambar 2.2	Terminologi <i>Airfoil</i>	8
Gambar 2.3	<i>Open Circuit Wind Tunnel</i>	10
Gambar 2.4	<i>Close Circuit Wind Tunnel</i>	11
Gambar 2.5	Gaya yang Bekerja pada Tabung.....	12
Gambar 2.6	Aliran Angin pada <i>Honeycomb</i>	12
Gambar 2.7	<i>Test Section Wind Tunnel</i>	13
Gambar 2.8	<i>Diffuser</i>	14
Gambar 2.9	<i>Airfoil NACA 0012</i>	15
Gambar 2.10	<i>Vortex Generator</i>	16
Gambar 2.11	Bentuk-bentuk VG.....	17
Gambar 2.12	<i>Rectangular VG</i>	17
Gambar 2.13	<i>Triangular VG</i>	17
Gambar 2.14	<i>Gothic VG</i>	18
Gambar 2.15	<i>Boundary Layer</i> pada <i>Rectangular</i>	18
Gambar 2.16	<i>Smoke Generator</i>	19
Gambar 2.17	Energi pada sayap tanpa VG.....	19
Gambar 2.18	Energi pada sayap dengan VG.....	20
Gambar 2.19	Teori Gaya Gesek.....	20
Gambar 2.20	<i>Boundary Layer Laminar</i> dan <i>Turbulence</i>	22
Gambar 2.21	Kecepatan pada <i>Airfoil</i>	22
Gambar 2.22	Sudut Serang (<i>Angle of Attack</i>).....	24
Gambar 2.23	Skema Sayap pada <i>Wing Tunnel</i>	25
Gambar 3.1	Profil <i>NACA 0012</i>	26
Gambar 3.2	Gambar dari parameter <i>vortex generator</i>	28
Gambar 3.3	Definisi <i>Vane-type Passive VG Devices</i>	28
Gambar 3.4	<i>Rectangular VG</i> 3 Dimensi.....	29
Gambar 3.5	<i>Rectangular VG</i> 2 Dimensi.....	29
Gambar 3.6	<i>Smoke Generator</i>	30
Gambar 3.7	Terowongan Angin (<i>Wind Tunnel</i>).....	31
Gambar 3.8	<i>Operation WT-60 Subsonic</i> Terowongan Angin (<i>Wind Tunnel</i>).32	32
Gambar 3.9	Bagian untuk menguji <i>Airfoil</i>	33
Gambar 3.10	Perencanaan Tugas Akhir.....	35
Gambar 3.11	Macam-macam Data Penelitian.....	36
Gambar 3.12	Rancangan Penelitian.....	37
Gambar 4.1	<i>Separation Point</i>	40

Gambar 4.2	<i>Transition Point</i>	40
Gambar 4.3	<i>Vortisitas Point</i>	41
Gambar 4.4	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 0^\circ$</i>	43
Gambar 4.5	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 0^\circ$</i>	43
Gambar 4.6	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 2^\circ$</i>	44
Gambar 4.7	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 2^\circ$</i>	45
Gambar 4.8	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 4^\circ$</i>	46
Gambar 4.9	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 4^\circ$</i>	46
Gambar 4.10	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 6^\circ$</i>	47
Gambar 4.11	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 6^\circ$</i>	48
Gambar 4.12	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 8^\circ$</i>	49
Gambar 4.13	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 8^\circ$</i>	49
Gambar 4.14	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 10^\circ$</i>	50
Gambar 4.15	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 10^\circ$</i>	51
Gambar 4.16	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 12^\circ$</i>	52
Gambar 4.17	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 12^\circ$</i>	52
Gambar 4.18	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 15^\circ$</i>	53
Gambar 4.19	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 15^\circ$</i>	54
Gambar 4.20	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 16^\circ$</i>	55
Gambar 4.21	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 16^\circ$</i>	55
Gambar 4.22	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 17^\circ$</i>	56
Gambar 4.23	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 17^\circ$</i>	57
Gambar 4.24	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 19^\circ$</i>	58
Gambar 4.25	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 19^\circ$</i>	58
Gambar 4.26	<i>Airfoil tanpa Vortex Generator $\alpha= 20^\circ$</i>	59
Gambar 4.27	<i>Airfoil dengan Rectangular Vortex Generator $\alpha= 20^\circ$</i>	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter Vortex Generator.....	28
Tabel 4.1 Hasil Penelitian <i>airfoil NACA 0012 tanpa VG</i>	39
Tabel 4.2 Hasil Penelitian <i>airfoil NACA 0012 Rectangular VG</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Dokumentasi Hasil Eksperimen

- A1. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 0^\circ$
- A2. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 2^\circ$
- A3. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 4^\circ$
- A4. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 6^\circ$
- A5. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 8^\circ$
- A6. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 10^\circ$
- A7. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 12^\circ$
- A8. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 15^\circ$
- A9. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 16^\circ$
- A10. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 17^\circ$
- A11. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 19^\circ$
- A12. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 20^\circ$
- A13. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 0^\circ$
- A14. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 2^\circ$
- A15. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 4^\circ$
- A16. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 6^\circ$
- A17. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 8^\circ$
- A18. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 10^\circ$
- A19. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 12^\circ$
- A20. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 15^\circ$
- A21. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 16^\circ$
- A22. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 17^\circ$
- A23. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 19^\circ$
- A24. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 20^\circ$

Lampiran B Alat dan Bahan

- B1. *Wind Tunnel*
- B2. *Smoke Generator*
- B3. Minyak mesin jahit
- B4. *Airfoil NACA 0012*

B5. *Vortex Generator*

B6. VG susunan *Counter Rotating* $x/c = 20\%$

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

<u>Singkatan</u>	<u>Nama</u>	<u>Pemakaian pertama kali pada halaman</u>
NACA	<i>National Advisory Committee for Aeronautic</i>	i
VG	<i>Vortex Generator</i>	i
RE	<i>Reynolds Number</i>	9
AoA	<i>Angle of Attack</i>	28

LAMBANG

α	<i>Angle of Attack</i> ^o	3
C_L	<i>Lift Coefficient</i>	3
C_D	<i>Drag Coefficient</i>	3
c	<i>Chord length, mm</i>	27
S	<i>Airfoil span, mm</i>	27
U_∞	Kecepatan Fluida	27
ρ	Massa jenis fluida, kg/m	27
δ	Ketebalan <i>boundary layer</i> , m	27
x	<i>Airfoil Thickness</i> , m	27
G	Jarak antara dinding plat dengan <i>Airfoil</i> , m	27
h	Tinggi VG, m	27
l	Panjang VG, m	27
t	Jarak antara <i>Leading edge</i> dan VG, m	27

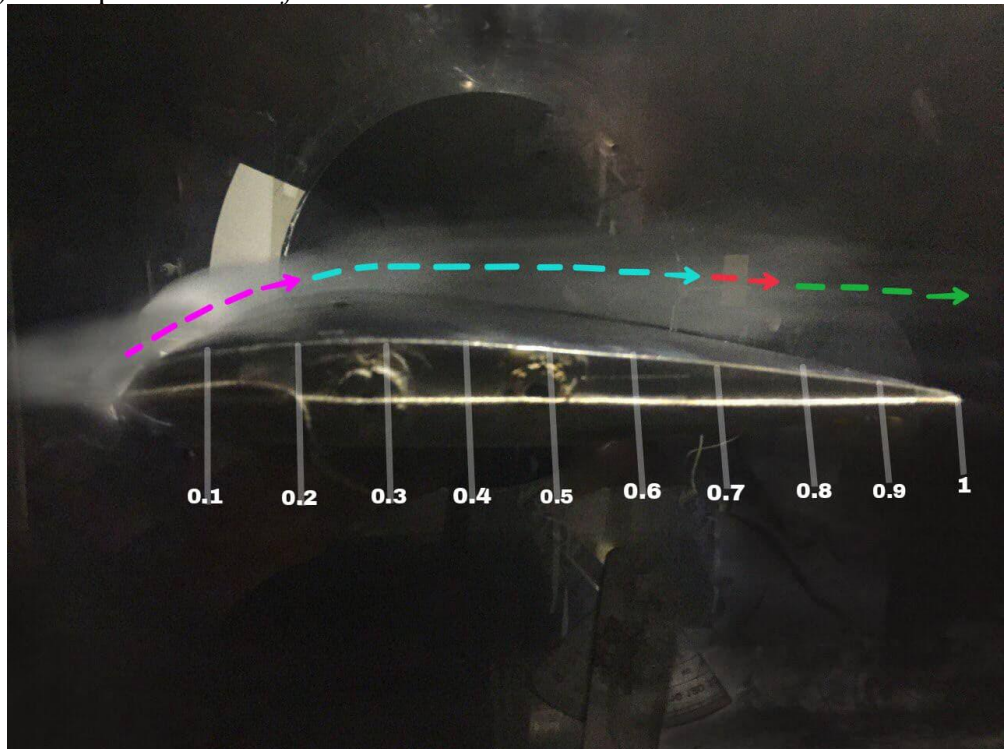
DAFTAR PUSTAKA

- Storm, Roger. 2002. *Learning to Fly: The Wright Brothers' Adventure*. NASA Glenn Research.
- Anderson, John D. 2011. *Fundamentals of Aerodynamics* (edisi ke-5th). McGraw-Hill.
- Hariyadi, Setyo. 2018. *Studi Numerik Penggunaan Vortex Generator pada Wing Airfoil NACA 43018*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Hariyadi, Setyo. 2018. *Studi Eksperimen Visualisasi Aliran pada Airfoil NACA 0012 dengan Vortex Generator*. Politeknik Penerbangan. Surabaya.
- Pradana, Ramadhan. 2019. *Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan Vortex Generator Pada AIRFOIL NACA 0012 dengan Smoke Generator*. Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Stillfried, Florian Von. 2009. *Computational Studies of Passive Vortex Generators for Flow Control*. Royal Institute of Technology Stockholm
- Herdiana, Dana. 2020. *Analisa Pemilihan Bentuk Vortex Generator Untuk Sayap Pesawat LSU-50 Menggunakan Metode Numerik*. Institut Teknologi Bandung
- 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.
- 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
- Jennifer Latson, Pesawat Pertama, Diakses pada 17 Desember 2014. <https://time.com/3629042/wright-brothers/>
- Morris, Gaya yang Bekerja pada Pesawat, diakses Pada 2 Januari 2014 <https://captainkrupuk.wordpress.com/2014/01/>
- Raharjo, Panggih. (2010). *Terminologi Airfoil*. Diakses pada 28 Januari 2010 <https://panggih15.wordpress.com/2010/01/28/terminologi-airfoil/>

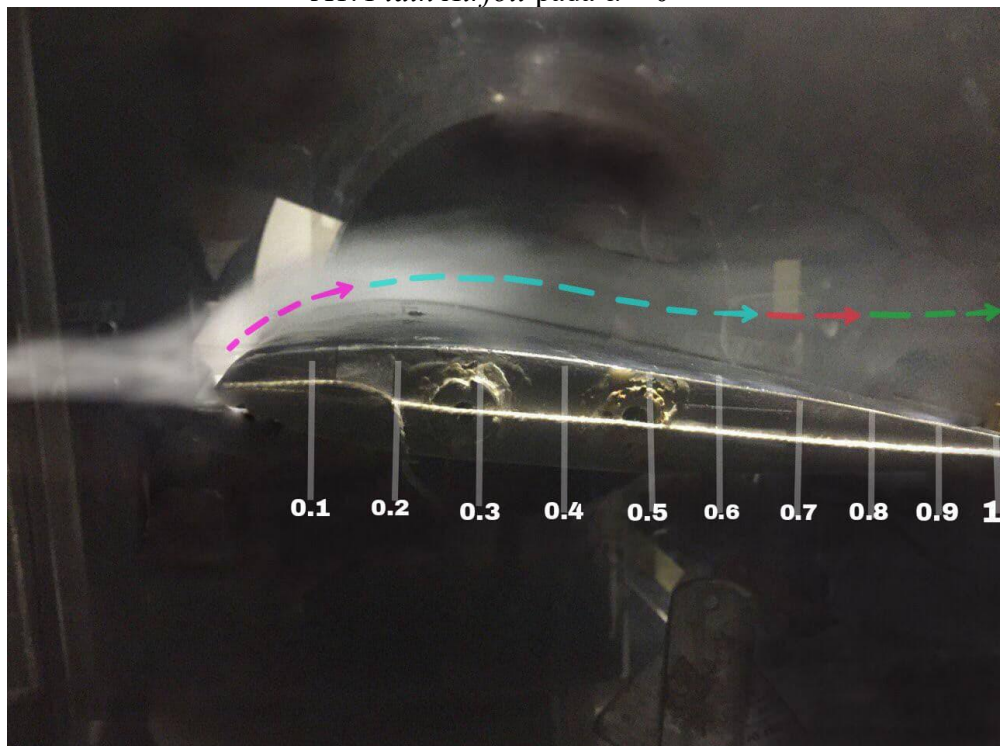
- Tjipto W, (2017). *Gaya-gaya pada pesawat terbang*.
<https://tahupenerbangan.blogspot.com/2017/03/gaya-lift-weight-thrust-dr-ag.html>
- Mulyadi, 2010 *Airfoil NACA.0012*.
<http://michael-suseno.blogspot.com/2011/09/airfoil.html>
- Hamdika, Robby. (2017). *Vortex Generator & Boundary Layer Rectangular VG*.
<https://www.slideshare.net/RobbiHamdika1/analysis-vortex-generator>
- Darmanto L. (2014). *Smoke Generator*. Diakses pada 4 Januari 2014
- Abdurahman, Roni. (2012). *Boundary Layer Laminar dan Turbulence*. Diakses pada 28 Maret 2012
- Raharjo, Panggih, 2010, *NACA*.
<https://panggih15.wordpress.com/2010/02/03/naca-airfoil/>

LAMPIRAN

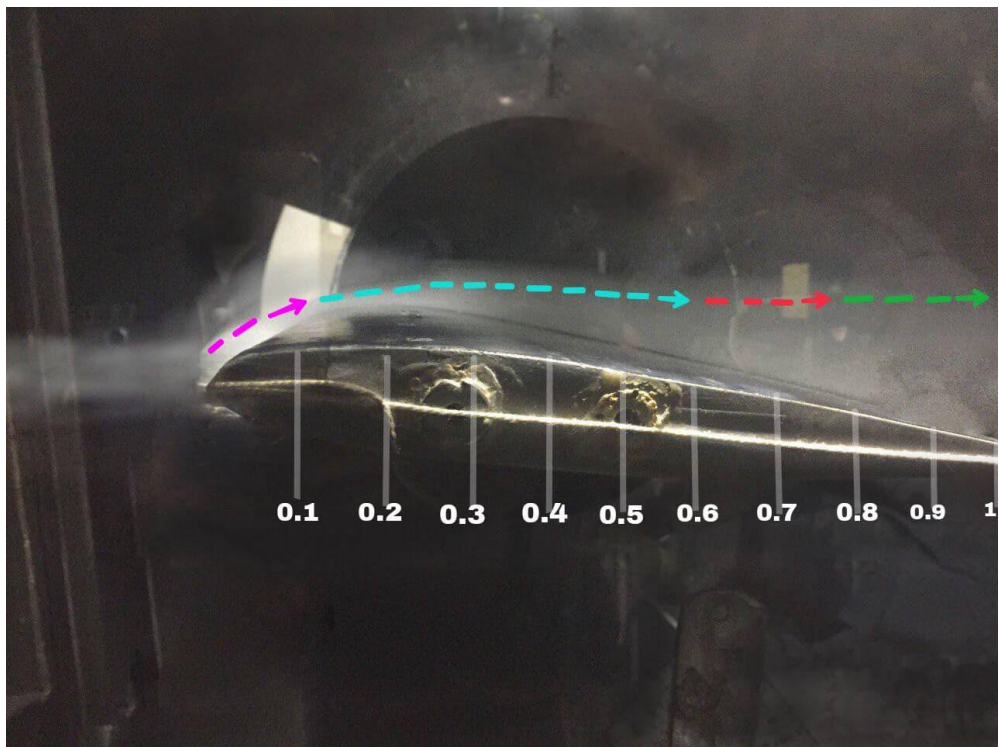
A. Lampiran Hasil Pengujian a) Lampiran *Plain airfoil*



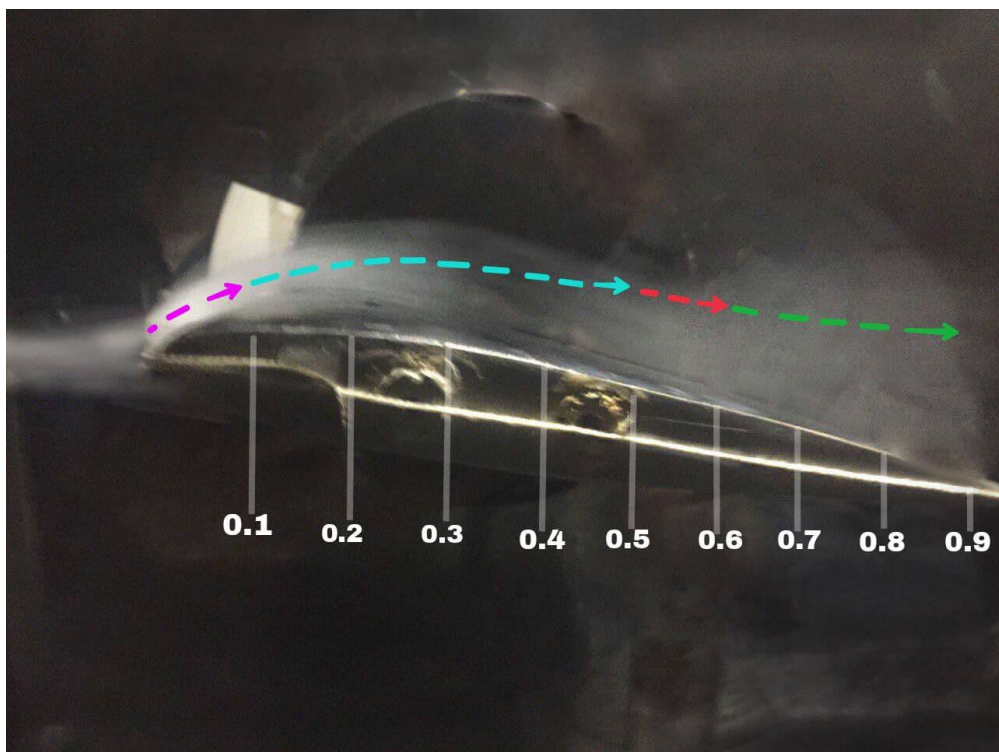
A1. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 0^\circ$



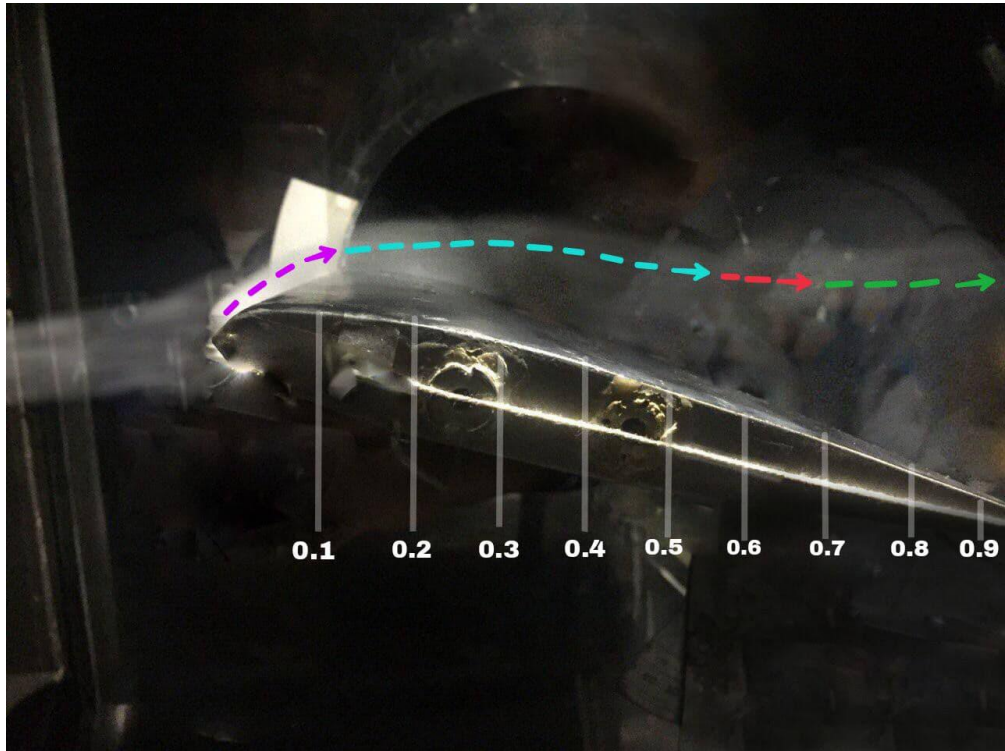
A2. *Plain Airfoil* pada $\alpha = 2^\circ$



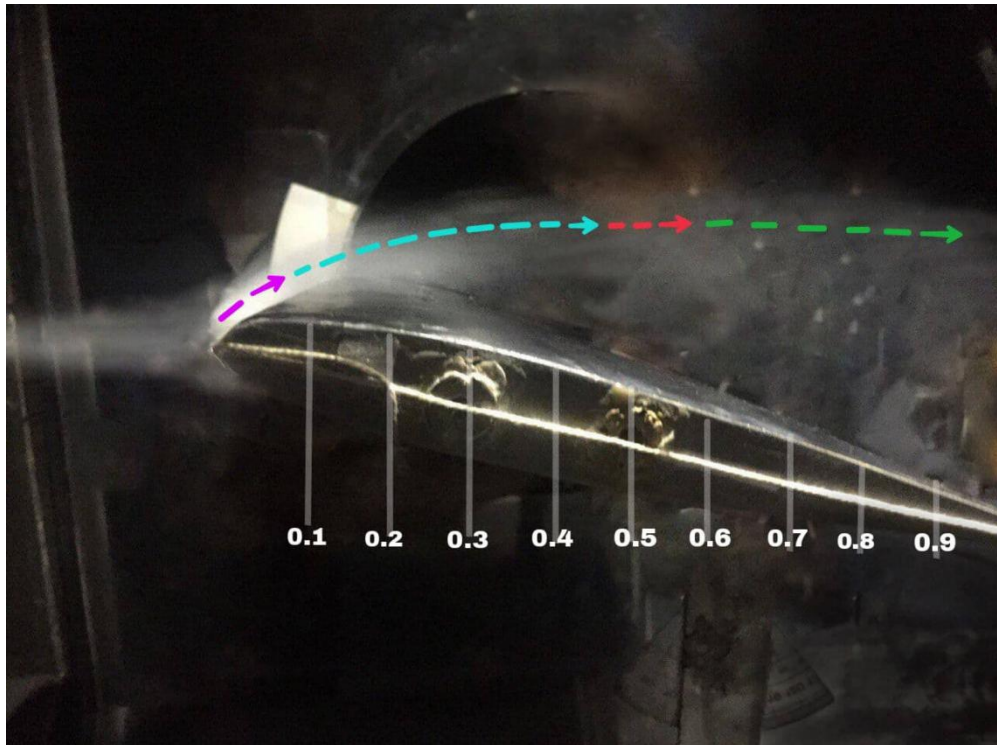
A3. Plain Airfoil pada $\alpha = 4^\circ$



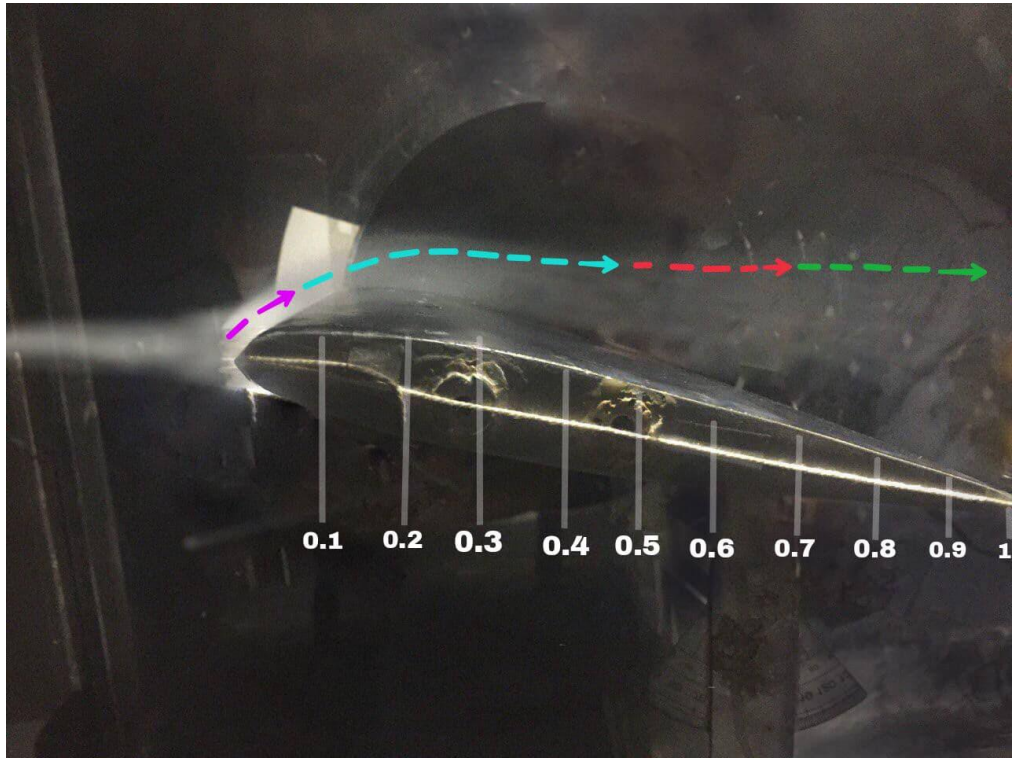
A4. Plain Airfoil pada $\alpha = 6^\circ$



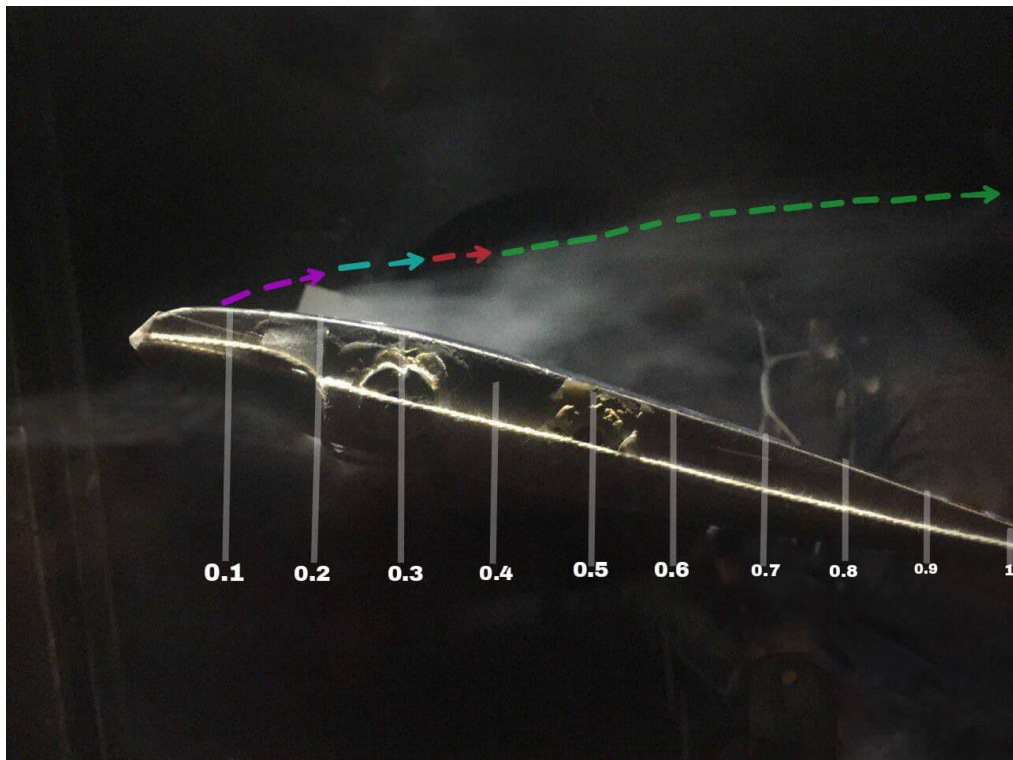
A5. Plain Airfoil pada $\alpha = 8^\circ$



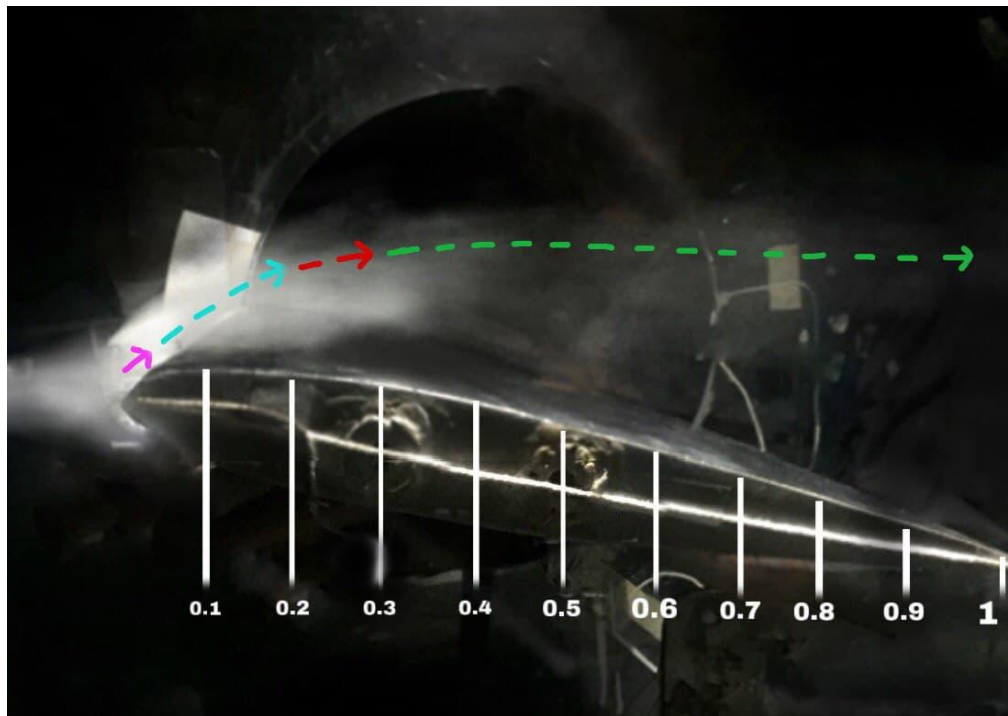
A6. Plain Airfoil pada $\alpha = 10^\circ$



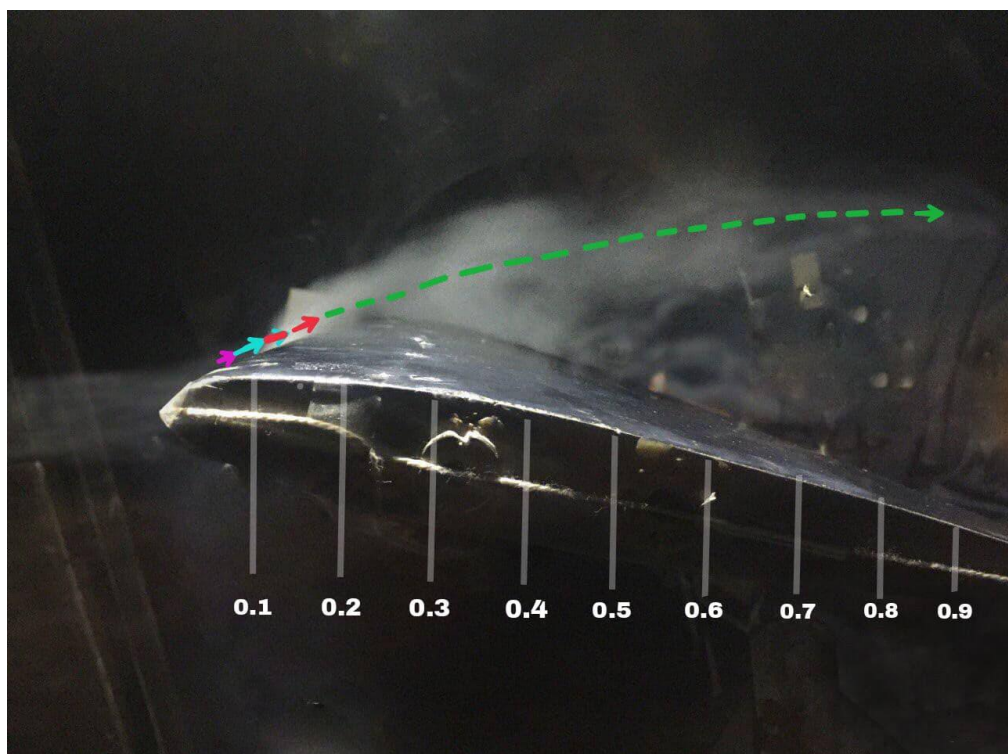
A7. Plain Airfoil pada $\alpha = 12^\circ$



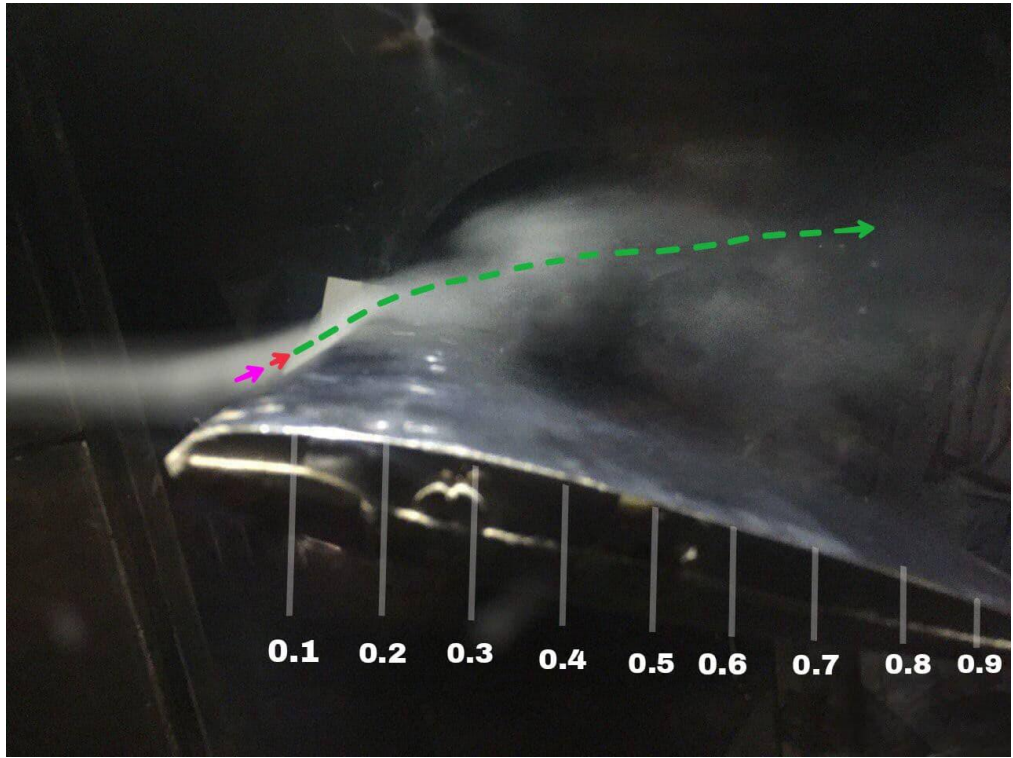
A8. Plain Airfoil pada $\alpha = 15^\circ$



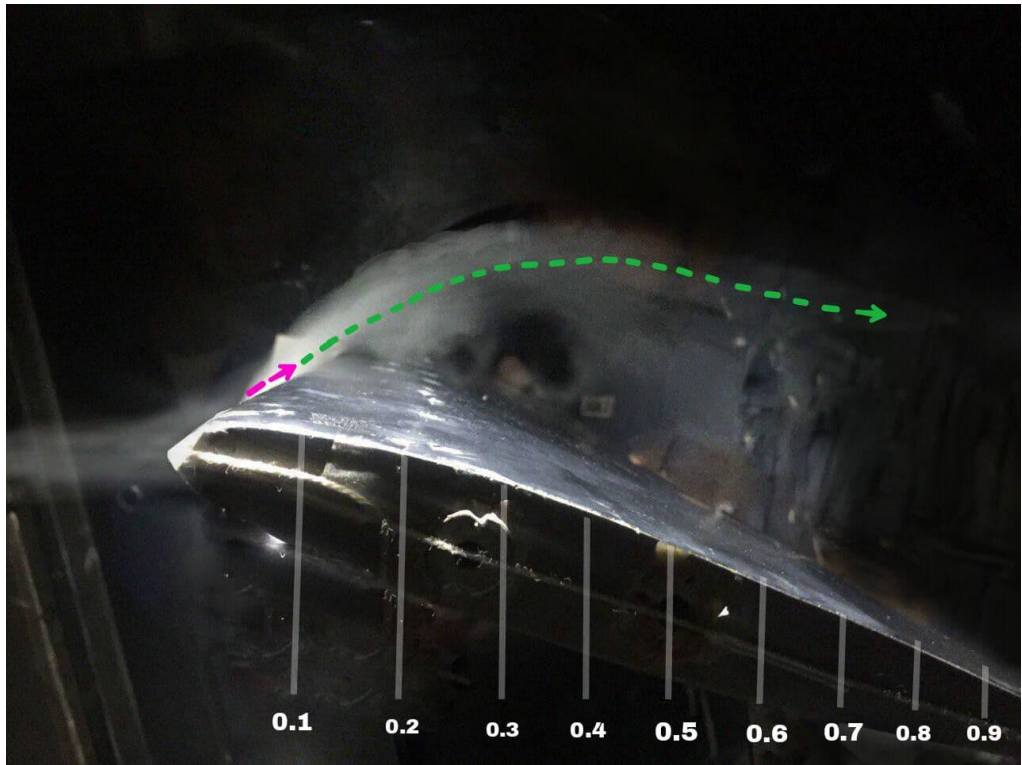
A9. Plain Airfoil pada $\alpha = 16^\circ$



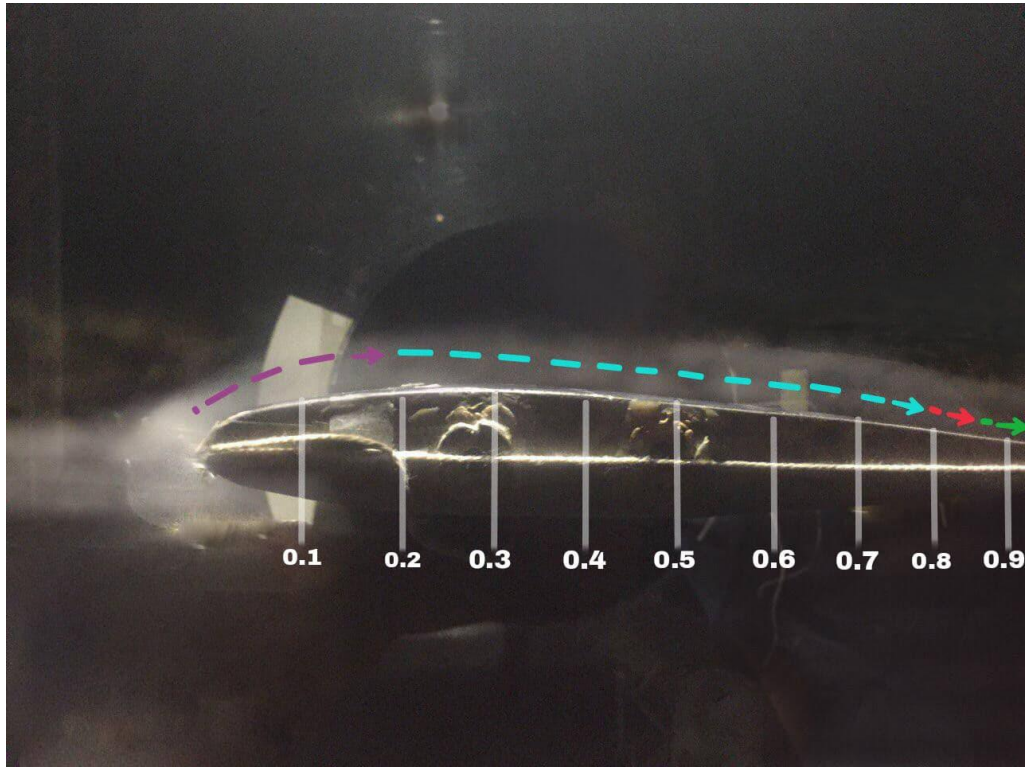
A10. Plain Airfoil pada $\alpha = 17^\circ$



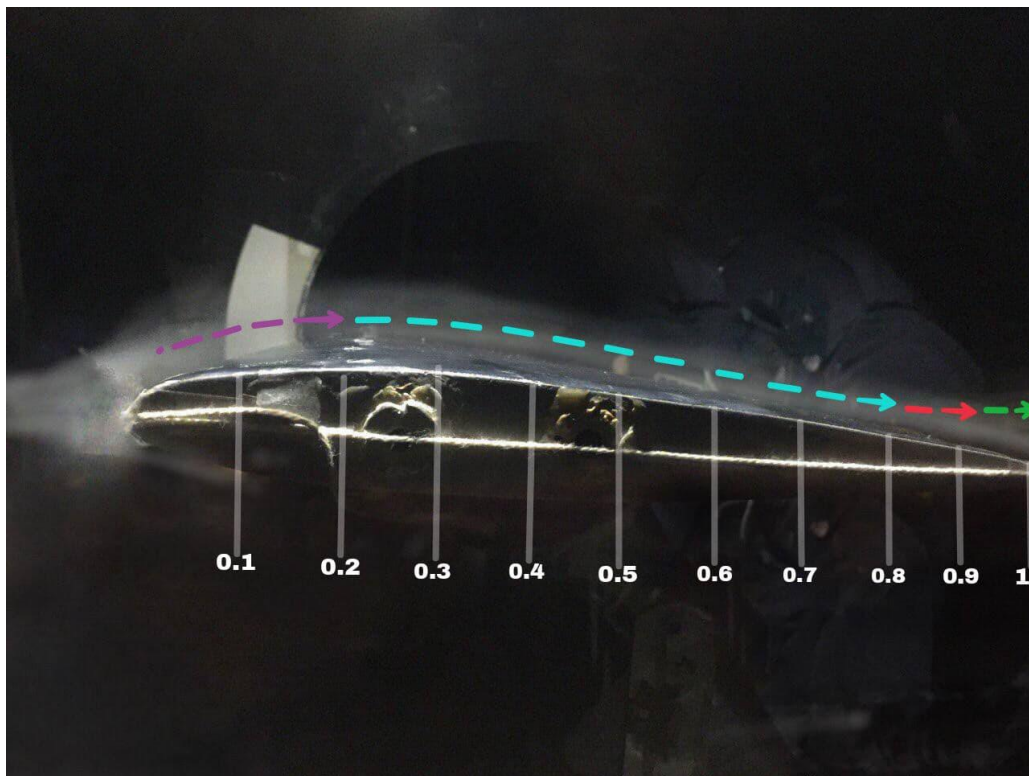
A11. Plain Airfoil pada $\alpha = 19^\circ$



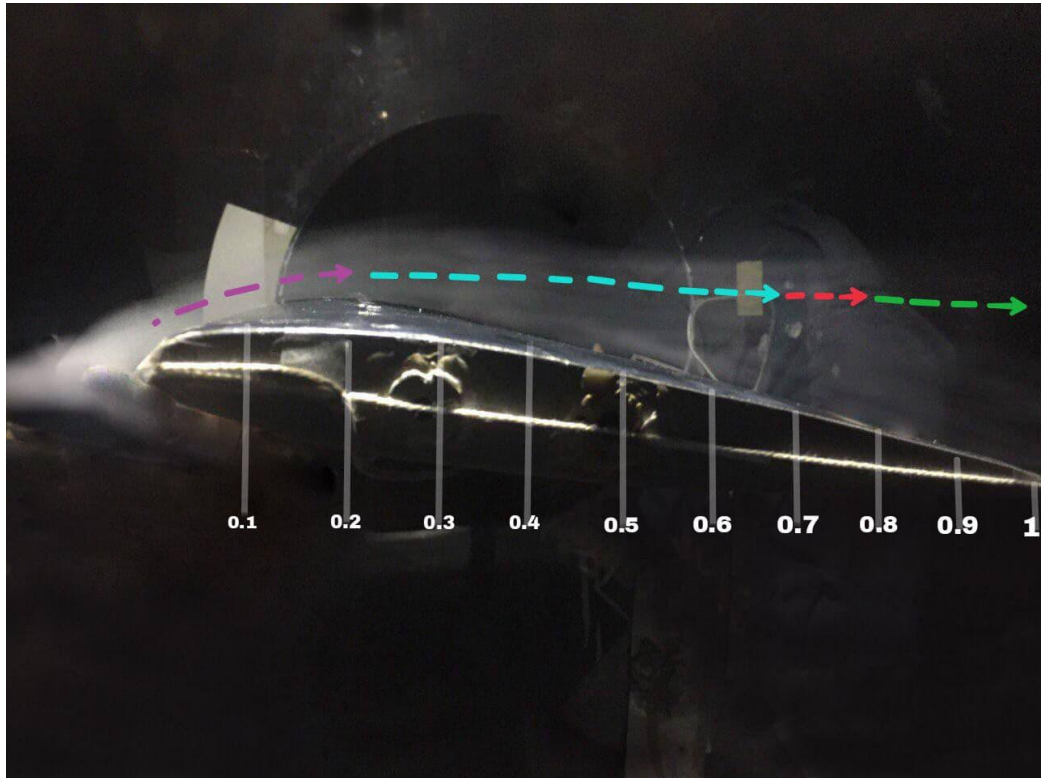
A12. Plain Airfoil pada $\alpha = 20^\circ$



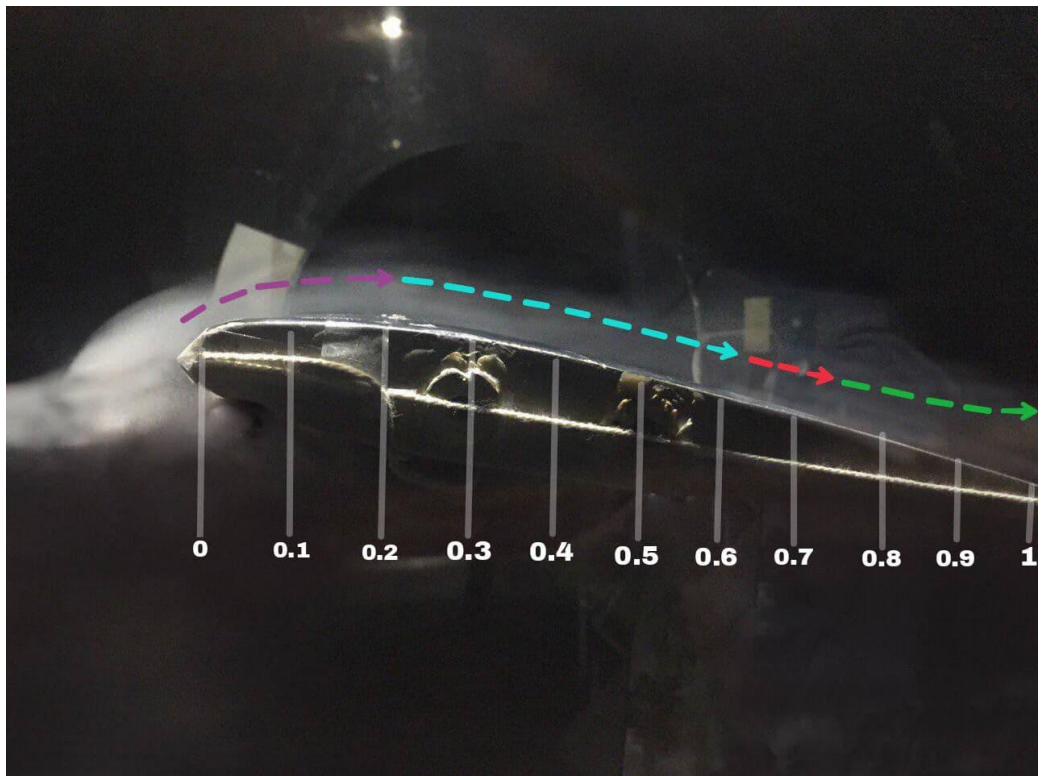
A13. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 0^\circ$



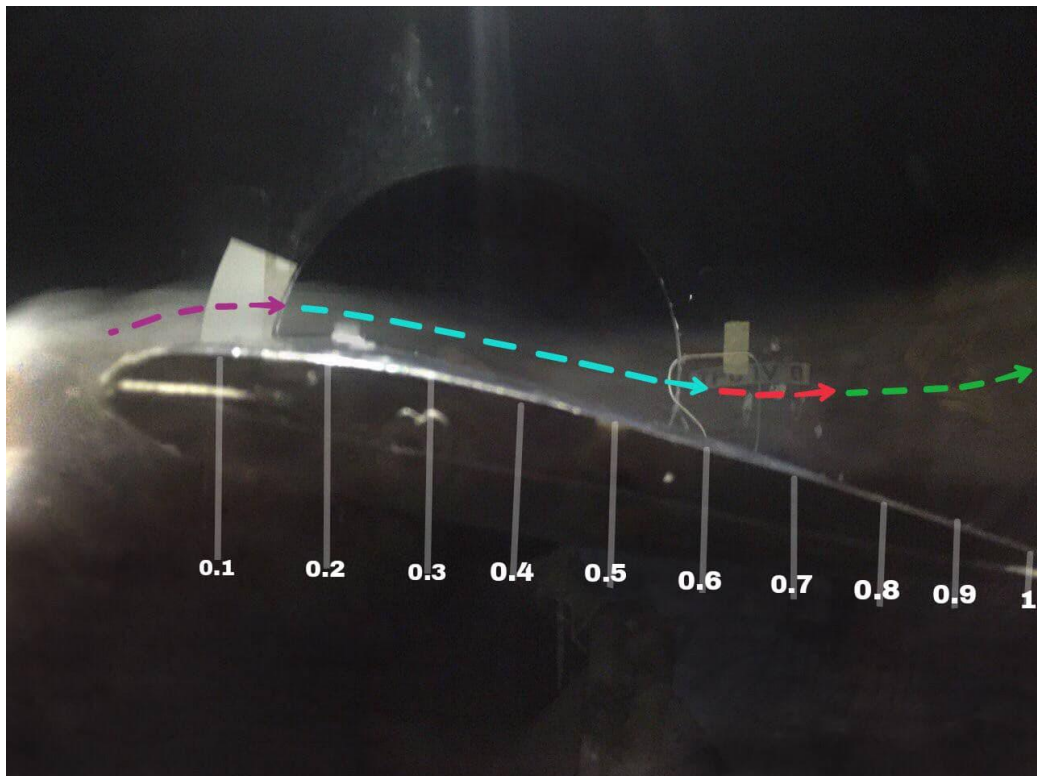
A14. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 2^\circ$



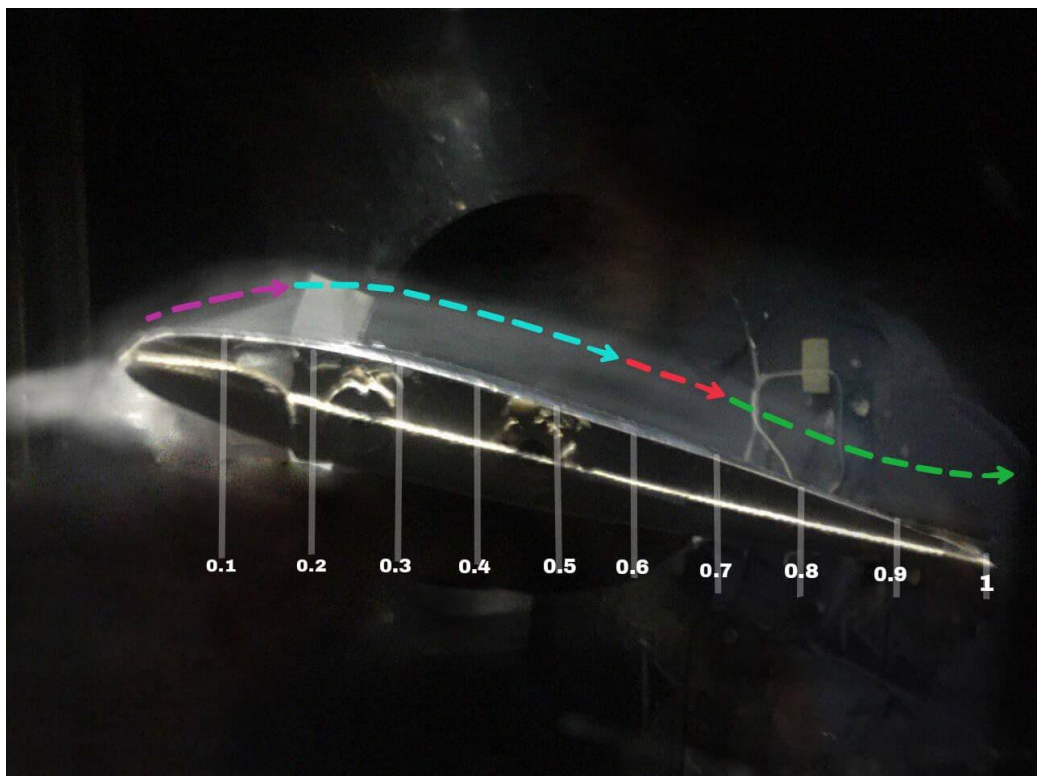
A15. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 4^\circ$



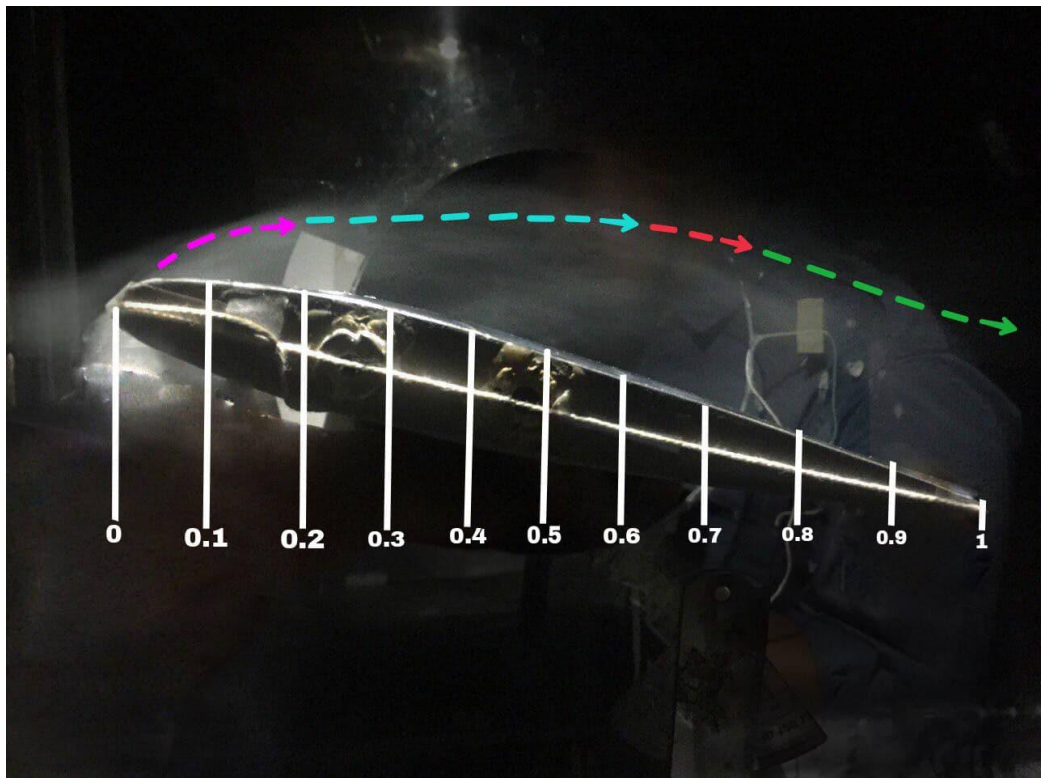
A16. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 6^\circ$



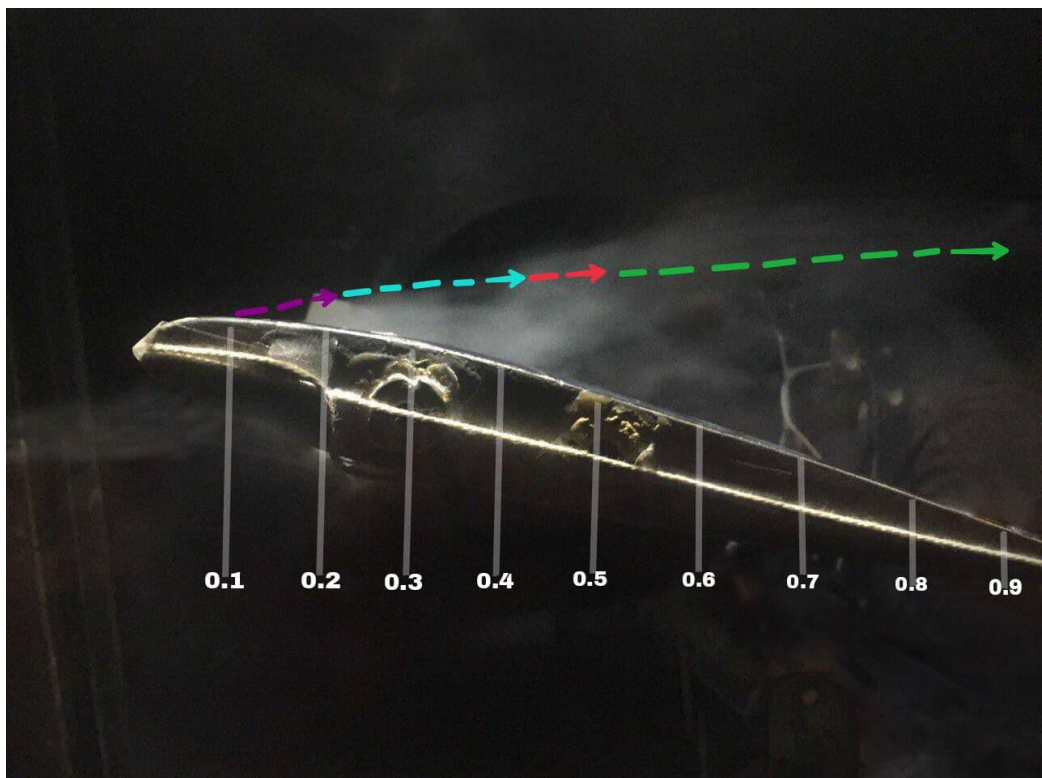
A17. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 8^\circ$



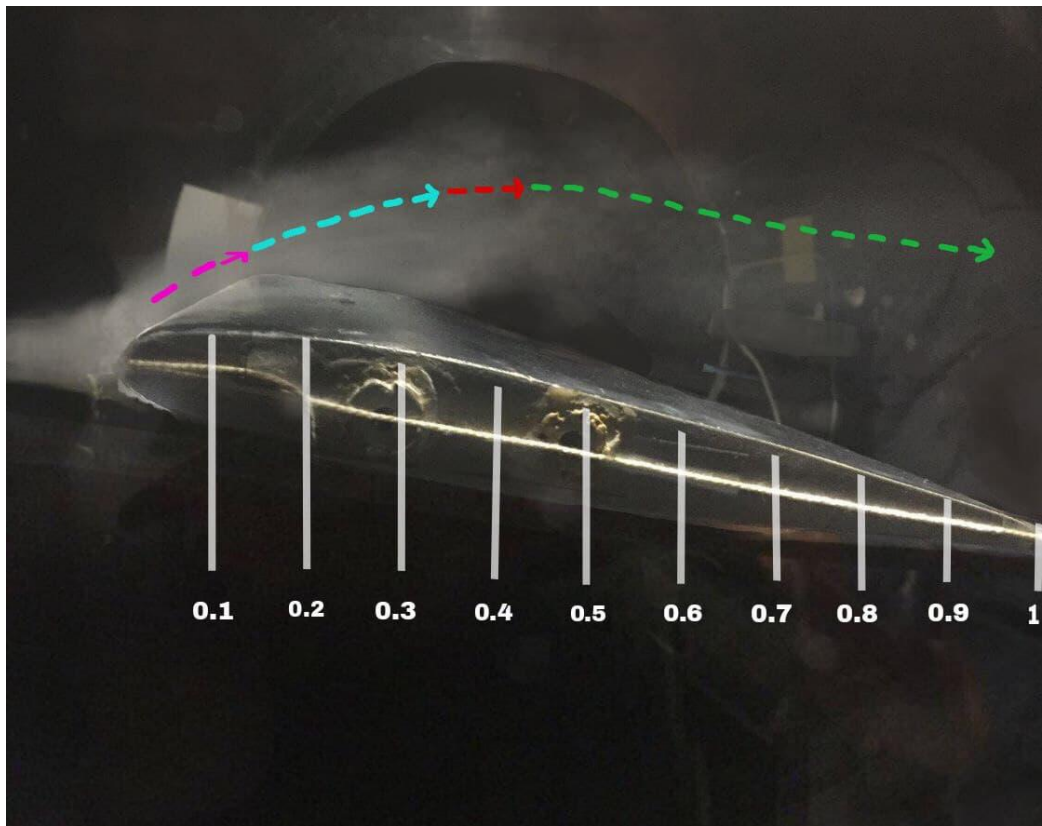
A18. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 10^\circ$



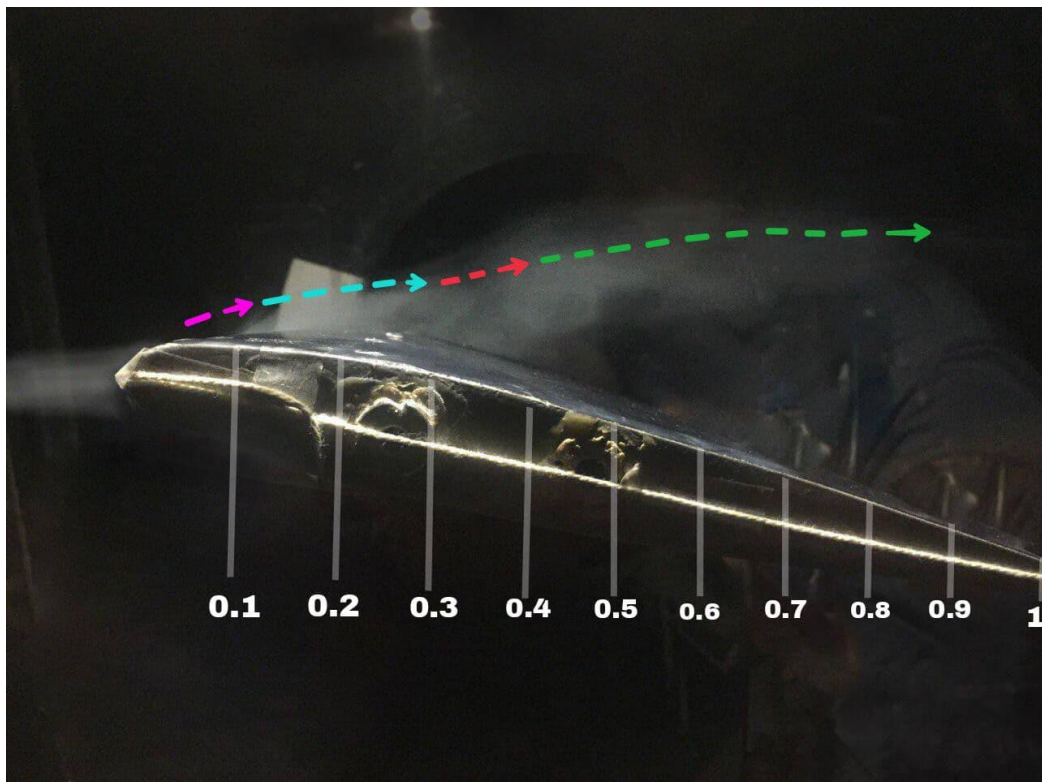
A19. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 12^\circ$



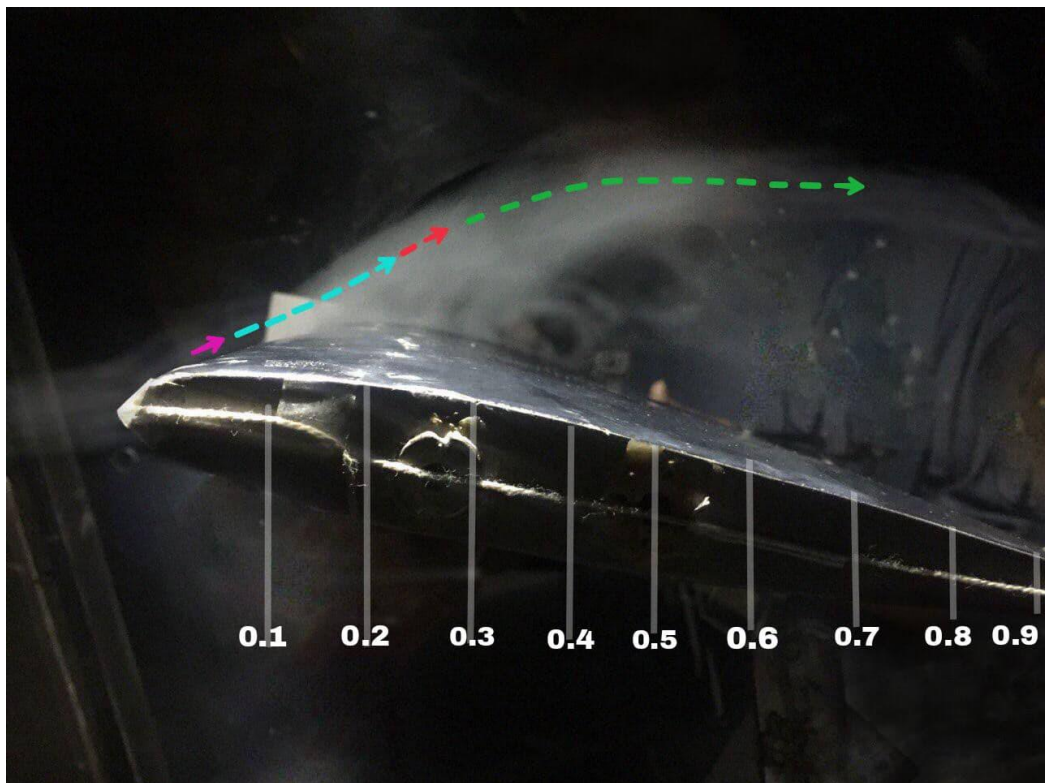
A20. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 15^\circ$



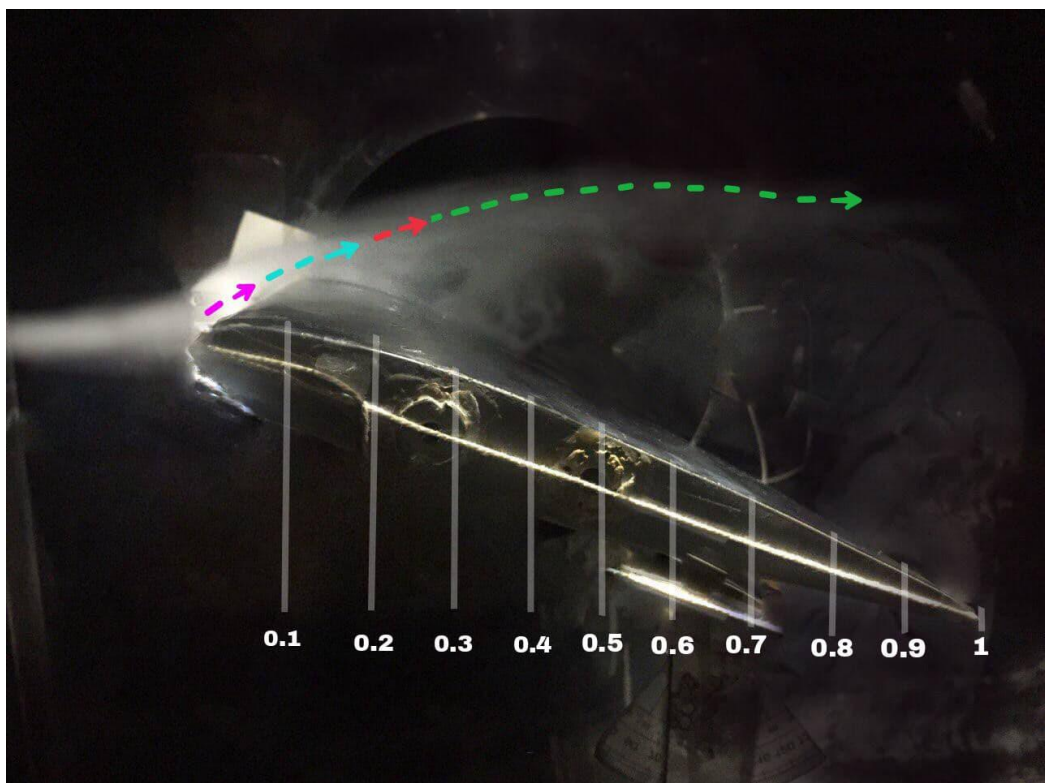
A21. Plain Airfoil pada $\alpha = 16^\circ$



A22. Airfoil dengan VG pada $\alpha = 17^\circ$



A23. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 19^\circ$



A24. *Airfoil* dengan VG pada $\alpha = 20^\circ$

B. Alat dan Bahan



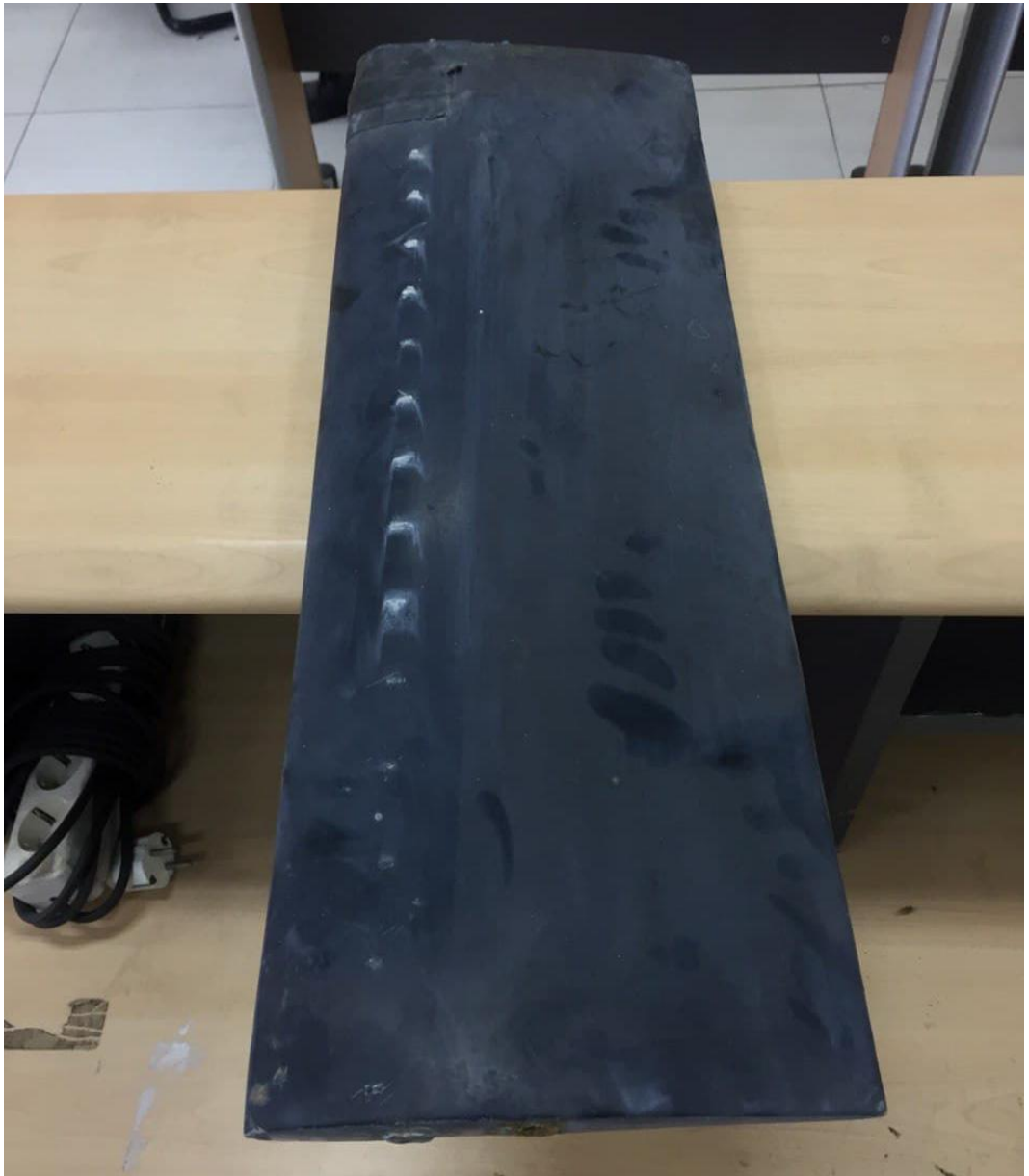
B1. *Wind Tunnel*



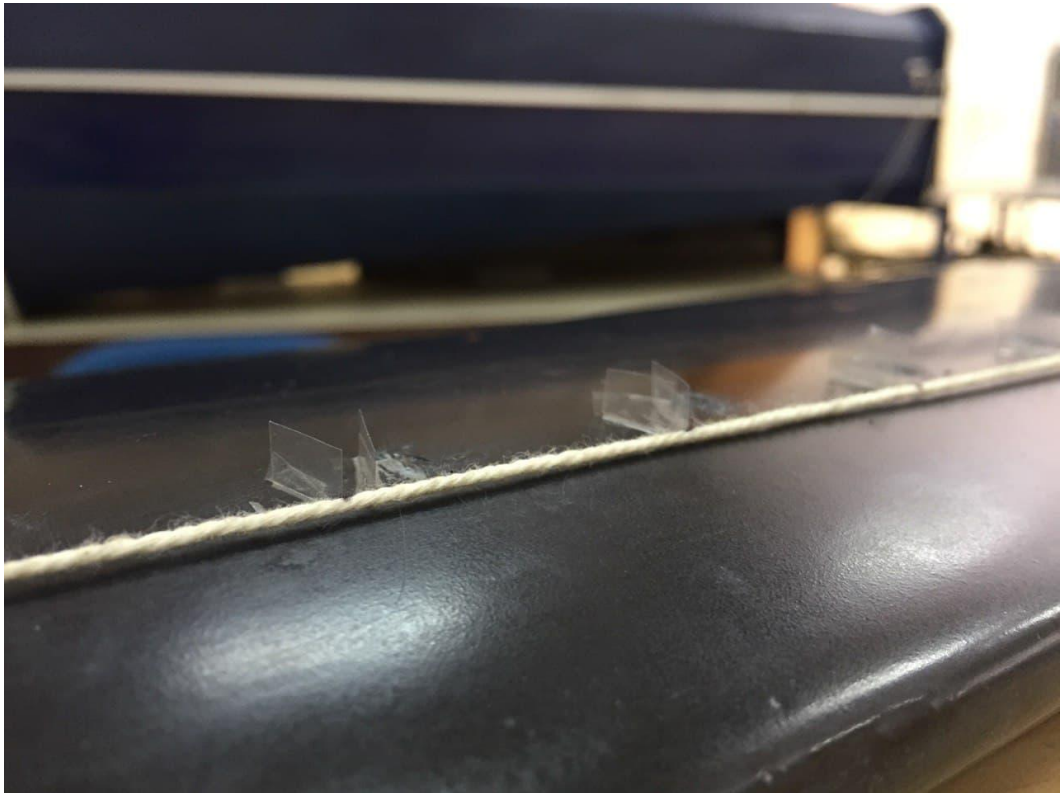
B2. *Smoke Generator*



B3. Minyak mesin jahit



B4. *Airfoil NACA 0012*



B5. *Vortex Generator*



B6. VG susunan *Counter Rotating* $x/c = 20\%$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Diyon Pratama lahir di Batam pada tanggal 18 Agustus 1999 anak pertama dari dua bersaudara, mempunyai seorang adik yang bernama Dina Meinisna (9) dari pasangan bapak Agus Widiharto (50) dan ibu Yona Meiyanti (40) tinggal di Komplek Rajawali Blok i No.8, Batam. Pada tahun 2007 memulai pendidikan sekolah dasar di SDN 006 Batam Kota hingga lulus pada tahun 2012 kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 42 Batam hingga lulus pada tahun 2015 setelah itu melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Batam hingga lulus tahun 2018 dan akhirnya melanjutkan pendidikan sebagai taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya dengan mengambil program studi D3 Teknik Pesawat Udara sampai dengan sekarang

Harapan dari saya setelah melaksanakan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya semoga semua ilmu yang sudah didapatkan selama saya belajar di sini bisa bermanfaat dan juga berguna kedepannya dan juga semoga saya sukses di dunia kerja nanti, saya juga berterima kasih kepada kedua orang tua saya yang telah mendukung saya hingga sejauh ini.