

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN  
*RECTANGULAR VORTEX GENERATOR*  
SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *TAIL BOOM* BO 105**

**TUGAS AKHIR**



Oleh :

**IRCHAM MANTHOFANA**

**NIT. 30418013**

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

**2021**

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *RECTANGULAR*  
*VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER ROTATING*  
PADA *TAIL BOOM* BO 105**

**TUGAS AKHIR**

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



Oleh :

**IRCHAM MANTHOFANA**

**NIT. 30418013**

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

**2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN  
*RECTANGULAR VORTEX GENERATOR*  
SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *TAIL BOOM* BO 105

Oleh:

IRCHAM MANTHOFANA  
NIT. 30418013

Disetujui untuk diujikan pada :  
Surabaya, 16 Agustus 2021

Pembimbing I : DR. SETYO HARIYADI S.P., ST, MT  
NIP. 19790824 200912 1 001

Pembimbing II : SUKAHIR, ST, MT  
NIP. 19740714 199803 1 001



PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA  
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA  
2020

**LEMBAR PENGESAHAN**

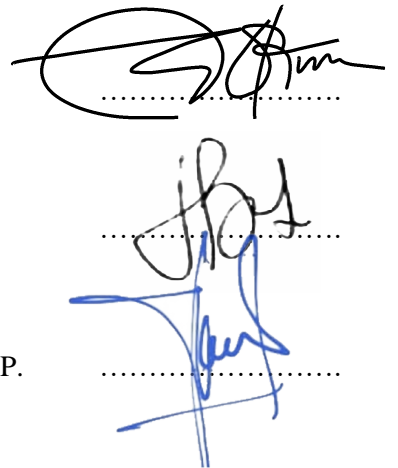
ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN  
*RECTANGULAR VORTEX GENERATOR*  
SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *TAIL BOOM* BO 105  
Oleh :

IRCHAM MANTHOFANA  
NIT. 30418013

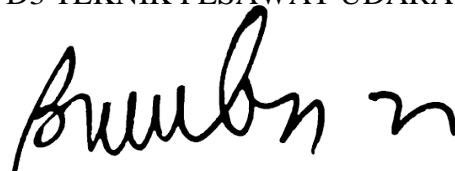
Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Tugas Akhir  
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara  
Politeknik Penerbangan Surabaya  
Pada tanggal : 31 Agustus 2021

Panitia Penguji:

1. Ketua : GUNAWAN S., ST, MT  
NIP. 19881001 200912 1 003
2. Sekretaris : BAMBANG BAGUS H., SSIT, MM, MT  
NIP. 19810915 200502 1 001
3. Anggota : DR. SETYO HARIYADI S.P., ST, MT NIP.  
19790824 200912 1 001



Ketua Program Studi  
D3 TEKNIK PESAWAT UDARA



BAMBANG JUNIPITOYO, ST, MT  
NIP. 19780626 200912 1 001

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa terpanjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan, pengetahuan, keterampilan, pengalaman yang senantiasa diberikan, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan judul “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *TAIL BOOM* BO 105” dengan baik dan lancar, penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Ucapan terima kasih tak lupa disampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak M. Andra Adityawarman, ST, MT, selaku Direktur.
2. Bapak Bambang Junipitoyo ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Pesawat Udara.
3. Bapak Drs. Sudjud Prajitno, S.SiT, selaku *Quality Control* AMTO 147/1000.
4. Bapak Dr. H. Setyo Hariyadi S.P., ST, MT. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Sukahir, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing penulisan tugas akhir.
6. Segenap dosen, instruktur, dan pegawai Politeknik Penerbangan Surabaya.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga dapat menjadi motivasi untuk dapat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka dari itu saran dan kritik sangat diperlukan sehingga dapat membangun dan mengembangkan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik lagi. Semoga penulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya.

Surabaya, 20 Januari 2021

Penyusun



Ircham Manthofana

NIT. 30418013

## PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ircham Manthofana  
NIT : 30418013  
Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara  
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan *Rectangular Vortex Generator* Susunan *Counter-Rotating* Pada *Tail Boom BO 105*

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 memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada. 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 saya buat 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, Agustus 2021  
Yang membuat pernyataan



Ircham Manthofana  
NIT : 30418013

## ABSTRAK

### ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *RECTANGULAR VORTEX GENERATOR* SUSUNAN *COUNTER ROTATING* PADA *TAIL BOOM* BO 105

Oleh :

Ircham Manthofana

NIT: 30418013

*Tail boom* merupakan salah satu komponen utama helikopter yang berbentuk tabung berada antara *fuselage* dengan *anti torque*. Karena letak *tail boom* tepat dibawah *main rotor blade* yang berputar untuk menghasilkan *lift* maupun *thrust*, maka hembusan udara kebawah (*downwash*) dari *main rotor blade* diterima secara langsung oleh *tail boom*. Dalam penelitian ini, analisa karakteristik aerodinamika dilakukan dengan mengkaji pendistribusian aliran udara di sepanjang bagian *tail boom* helikopter untuk mengetahui distribusi aliran dan gaya yang terjadi di sekitar *tail boom* helikopter. Analisis dilakukan dengan cara simulasi aliran udara yang mengalir pada *tail boom* BO 105 menggunakan *software* ANSYS. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik penggunaan *vortex generator* dengan membandingkan beberapa variasi bentuk *vortex generator* pada *tail boom* BO 105

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis simulasi pada benda uji *tail boom* BO 105 yang diberi variasi bentuk *vortex generator* yang berbeda yaitu *rectangular vortex generator* dan *rectangular geometri* NACA 0012 *vortex generator* dengan panjang 10 mm, tinggi 5 mm, pemasangan *counter-rotating* sudut 20°, jarak antar sepasang *vortex generator* 40 mm dan dipasang pada sisi *tail boom* pada sudut 30° dari garis tegak silinder *tail boom*. Instrumen penelitian berupa data visual yang diambil dari visualisasi aliran udara pada penampang *tail boom*.

Hasil penelitian berdasarkan simulasi CFD yang dilakukan. Ketiga variasi menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil visualisasi aliran pada ketiga konfigurasi benda uji *tail boom* tidak menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan. Hasil visualisasi kontur sebaran tekanan *vortex generator* NACA 0012 memiliki sebaran tekanan yang merata dibandingkan *plain tail boom* dan *tail boom* dengan *rectangular vortex generator*.

Kata kunci : *Tail Boom*, BO 105, *Vortex Generator*, ANSYS, NACA 0012

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS THE EFFECT OF ADDITIONAL RECTANGULAR VORTEX GENERATOR COUNTER ROTATING ARRANGEMENT ON TAIL BOOM BO 105**

By :

Ircham Manthofana

NIT: 30418013

*The tail boom, one of the main components of the helicopter, is tubular between the fuselage and the anti-torque. Because the tail boom is located just below the rotating main rotor blade to produce lift and thrust, the downwash of the main rotator blade is received directly by the tail boom. In this study, the analysis of aerodynamic characteristics was carried out by examining the distribution of air flow along the tail boom of the helicopter to determine the distribution of flow and force around the helicopter's tail boom. The analysis was carried out by simulating the airflow flowing on the tail boom BO 105 using ANSYS software. This analysis aims to determine the differences in the characteristics of the use of the vortex generator by comparing several variations of the vortex generator on the tail boom of BO 105*

*The research method used is a simulation analysis method on the BO 105 tail boom test object which is given a variety of different vortex generator shapes, namely rectangular vortex generator and rectangular geometry NACA 0012 vortex generator with a length of 10 mm, height 5 mm, installation of a counter-rotating angle of 20°, the distance between a pair of vortex generators is 40 mm and is mounted on the tail boom side at an angle of 30° from the tail boom cylinder vertical line. The research instrument is in the form of visual data taken from the visualization of air flow on the tail boom section.*

*The results of the study are based on the CFD simulation carried out. The three variations show different results. The results of flow visualization on the three configurations of the tail boom specimens did not show significantly different results. The results of the visualization of the pressure distribution contour of the NACA 0012 vortex generator have an even pressure distribution compared to plain tail booms and tail booms with rectangular vortex generators.*

**Keywords :** Tail Boom, BO 105, Vortex Generator, NACA 0012, ANSYS



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Hipotesis.....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penelitian .....	6
BAB 2 LANDASAN TEORI .....	8
2.1 Helikopter.....	8
2.1.1 Bagian Helikopter .....	9
2.2 Aerodinamika.....	10
2.2.1 Gaya Pada Helikopter.....	10
2.2.2 <i>Angle of Attack</i> .....	12
2.3 <i>Airfoil</i> .....	12
2.3.1 <i>Airfoil</i> NACA.....	14
2.3.2 Macam-macam <i>airfoil</i> .....	14
2.4 <i>Vortex Generator</i> .....	16
2.5 <i>Reynold Number</i> .....	17
2.6 Aliran Steady dan <i>Unsteady</i> .....	18
2.7 Aliran Eksternal .....	18
2.8 <i>Sifat Aliran</i> .....	20
2.8.1 Kerapatan .....	21
2.8.3 Kekentalan.....	21
2.9 <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	22
2.10 Teori Relevan.....	24

BAB 3	METODE PENELITIAN .....	28
3.1	Desain Penelitian.....	28
3.2	Variabel Penelitian .....	29
3.2.1	Variabel Terikat.....	30
3.2.2	Variabel Bebas .....	30
3.3	Objek Penelitian .....	30
3.4	Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian.....	32
3.4.1	Teknik Pengumpulan Data .....	32
3.4.2	Instrumen Penelitian.....	42
3.5	Teknik Analisis Data.....	42
3.6	Tempat dan Waktu Penelitian .....	44
3.6.1	Tempat Penelitian.....	44
3.6.2	Waktu Penelitian .....	44
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	46
4.2	Hasil Penelitian .....	46
4.1.1	<i>Velocity Streamline</i> .....	46
4.1.2	<i>Pressure Contour</i> .....	60
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	72
5.1	Kesimpulan .....	72
5.2	Saran.....	72
	DAFTAR PUSTAKA .....	73
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	75
	LAMPIRAN .....	76

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Komponen Utama Penyusun Helikopter .....	1
Gambar 1.2	Perbandingan Energi pada boundary layer sayap tanpa VG dan sayap dengan VG .....	2
Gambar 2.1	Helikopter XR-4 buatan Igor Sikorsky.....	8
Gambar 2.2	Gaya yang bekera pada helikopter .....	10
Gambar 2.3	<i>Angle of attack</i> .....	12
Gambar 2.4	Bagian <i>airfoil</i> .....	13
Gambar 2.5	<i>Airfoil</i> NACA 0012 .....	15
Gambar 2.6	Konfigurasi <i>vortex generator</i> .....	17
Gambar 2.7	Bentuk <i>vortex generator</i> .....	17
Gambar 2.8	Aliran laminar dan aliran turbulen .....	18
Gambar 2.9	Turbulen yang terjadi setelah aliran udara melewati <i>bluff body</i> .....	20
Gambar 2.10	Visualisasi 3D Perbandingan Pada Kecepatan 8 m/s Dengan <i>Angle of attack</i> 15°.....	25
Gambar 2.11	Perbandingan sayap tanpa VG dan sayap dengan <i>Rectangular VG</i> pada <i>Angle of attack</i> 0° .....	26
Gambar 2.12	Visualisasi <i>streamline</i> pada kontur kecepatan hasil pemodelan <i>airfoil</i> NASA LS-0417 pada $\alpha = 16^\circ$ dengan variasi h pada $x/c = 0.3$ .....	27
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	28
Gambar 3.2	Skema Penelitian Simulasi .....	29
Gambar 3.3	<i>Tail Boom</i> BO105.....	31
Gambar 3.4	<i>Rectangular Vortex generator</i> .....	31
Gambar 3.5	<i>Rectangular Vortex generator</i> Geometri NACA 0012 .....	31
Gambar 3.6	<i>Plain Tail Boom</i> .....	32
Gambar 3.7	<i>Tail Boom Rectangular Vortex generator</i> .....	33
Gambar 3.8	<i>Tail Boom Rectangular Vortex generator</i> NACA 0012.....	33
Gambar 3.9	Domain Penelitian pada <i>Tail Boom</i> .....	33
Gambar 3.10	Penampang Bagian <i>Inlet</i> .....	34
Gambar 3.11	Penampang Bagian <i>Outlet</i> .....	34
Gambar 3.12	Penampang Bagian <i>Side wall</i> .....	35
Gambar 3.13	Penampang Bagian <i>Tail Boom</i> .....	35
Gambar 3.14	Hasil <i>Meshing</i> secara <i>global</i> .....	36
Gambar 3.15	Hasil <i>Meshing</i> sekitar <i>Tail Boom</i> .....	36
Gambar 3.16	<i>General setup</i> .....	37
Gambar 3.17	<i>Turbulent model setup</i> .....	38
Gambar 3.18	<i>Material setup</i> .....	38
Gambar 3.19	<i>Velocity inlet setup</i> .....	39
Gambar 3.20	<i>Solutions methods</i> .....	39
Gambar 3.21	<i>Solutions initialization</i> .....	40
Gambar 3.22	<i>Run calculation</i> .....	40
Gambar 3.23	Grafik hasil <i>Grid Independency</i> .....	43

Gambar 4.1	<i>Velocity Streamline di Plain Tail Boom Pada Sudut Datang 0°</i>	46
Gambar 4.2	<i>Velocity Streamline di Plain Tail Boom Pada Sudut Datang 5°</i>	47
Gambar 4.3	<i>Velocity Streamline di Plain Tail Boom Pada Sudut Datang -5°</i>	48
Gambar 4.4	<i>Velocity Streamline di Plain Tail Boom Pada Sudut Datang 10°</i>	48
Gambar 4.5	<i>Velocity Streamline di Plain Tail Boom Pada Sudut Datang -10°</i>	49
Gambar 4.6	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan rectangular vortex generator Pada Sudut Datang 0°</i>	50
Gambar 4.7	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan rectangular vortex generator Pada Sudut Datang 5°</i>	51
Gambar 4.8	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan rectangular vortex generator Pada Sudut Datang -5°</i>	52
Gambar 4.9	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan rectangular vortex generator Pada Sudut Datang 10°</i>	53
Gambar 4.10	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan rectangular vortex generator Pada Sudut Datang -10°</i>	53
Gambar 4.11	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang 0°</i>	55
Gambar 4.12	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang 5°</i>	56
Gambar 4.13	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang -5°</i>	57
Gambar 4.14	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang 10°</i>	58
Gambar 4.15	<i>Velocity Streamline di Tailboom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang -10°</i>	59
Gambar 4.16	<i>Pressure Contour di Plain Tail Boom pada Sudut Datang 0°</i>	60
Gambar 4.17	<i>Pressure Contour di Plain Tail Boom pada Sudut Datang 5°</i>	61
Gambar 4.18	<i>Pressure Contour di Plain Tail Boom pada Sudut Datang -5°</i>	61
Gambar 4.19	<i>Pressure Contour di Plain Tail Boom pada Sudut Datang 10°</i>	62
Gambar 4.20	<i>Pressure Contour di Plain Tail Boom pada Sudut Datang -10°</i>	63
Gambar 4.21	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan rectangular vortex generator pada Sudut Datang 0°</i>	64
Gambar 4.22	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan rectangular vortex generator pada Sudut Datang 5°</i>	64
Gambar 4.23	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan rectangular vortex generator pada Sudut Datang -5°</i>	65
Gambar 4.24	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan rectangular vortex generator pada Sudut Datang 10°</i>	66
Gambar 4.25	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan rectangular vortex generator pada Sudut Datang -10°</i>	66
Gambar 4.26	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang 0°</i>	67
Gambar 4.27	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang 5°</i>	68
Gambar 4.28	<i>Pressure Contour Plain di Tail Boom dengan vortex generator airfoil NACA 0012 pada Sudut Datang -5°</i>	69

Gambar 4.29 <i>Pressure Contour</i> Plain di <i>Tail Boom</i> dengan <i>vortex generator</i> <i>airfoil</i> NACA 0012 pada Sudut Datang $10^\circ$ .....	69
Gambar 4.30 <i>Pressure Contour</i> Plain di <i>Tail Boom</i> dengan <i>vortex generator</i> <i>airfoil</i> NACA 0012 pada Sudut Datang $-10^\circ$ .....	70

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter <i>boundary condition</i> pada proses penelitian .....	30
Tabel 3.2 Spesifikasi perangkat .....	42
Tabel 3.3 Hasil <i>Grid Independence Test</i> .....	43
Tabel 3.4 Rincian Waktu dan Jenis Kegiatan Penelitian .....	45

## DAFTAR NOTASI

Lambang	Satuan	Keterangan
$\rho$	$\text{kg/m}^3$	Kerapatan
$\gamma$	$\text{N/m}^3$	Berat Jenis
$\mu$	$\text{N} \cdot \text{s/m}^2$	Viskositas dinamik
$\nu$	$\text{m}^2/\text{s}$	Viskositas kinematik
$g$	$\text{m}^2/\text{s}$	gravitasi
$F$	N	Gaya
$S$	$\text{m}^2$	Luas
$C$	m	Panjang
$v$	$\text{m/s}$	Kecepatan
$T$	K	Suhu
$P$	Pa	Tekanan

Singkatan	Arti
VG	<i>Vortex Generator</i>
NACA	<i>National Advisory Comitte for Aeronatics</i>
CL	<i>Coeficient Lift</i>
CD	<i>Coeficient Drag</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>
C	<i>Chord</i>
AOA	<i>Angle Of Attack</i>
AOI	<i>Angle of Incidence</i>

## DAFTAR PUSTAKA

- Airfooltools.com* . (2019). Diambil dari Airfoil NACA: [airfooltools.com](http://airfooltools.com)
- Aji, R. P. (2018). *Analisis Vortex Generator terhadap Performa Sayap UAV Mohinder*. Skripsi. Teknik Mesin UNNES: Semarang.
- 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).
- FAA, H. F. (2019). *Aerodynamics of Flight, Chapter 2*. U.S: Department of Transportation.
- FAA, H. F. (2019). *Helicopter Components, Section, and Systems, Chapter 4*. U.S: Department of Transportation.
- FAA, H. F. (2019). *Introduction to the Helicopter, Chapter 1*. U.S: Department of Transportation.
- Geometric Engineering*. (2018). Retrieved from Airfoil Terminology. Diakses 25 Desember 2020: <https://medium.com/@geometriccae/airfoil-terminology-423c79d5ed8>
- 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.
- Hafard Lomax, D. W. (1999). *Fundamental Of Computational Fluid Dynamics*. Amerika: University Of Toronto.
- Hariyadi, Setyo (2015). *Studi Numerik Efek Penggunaan Vortex Generator Terhadap Boundary Layer Airfoil NACA 23018*. Surabaya : Program Studi Teknik Pesawat Udara, Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya.
- Herdiana, D., & Hartono, F. (2020). *Analisa Pemilihan Bentuk Vortex Generator untuk Sayap Pesawat LSU-05 Menggunakan Metode Numerik* . Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Hidayat, M. F. (2010). *Analisa Aerodinamika Airfol NACA 0012 dengan Ansys Fluent*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia: Jakarta.
- Houghton, E. (2013). *Aerodynamics for Engineering Students (Sixth Edition)*. Amsterdam: Elsevier.



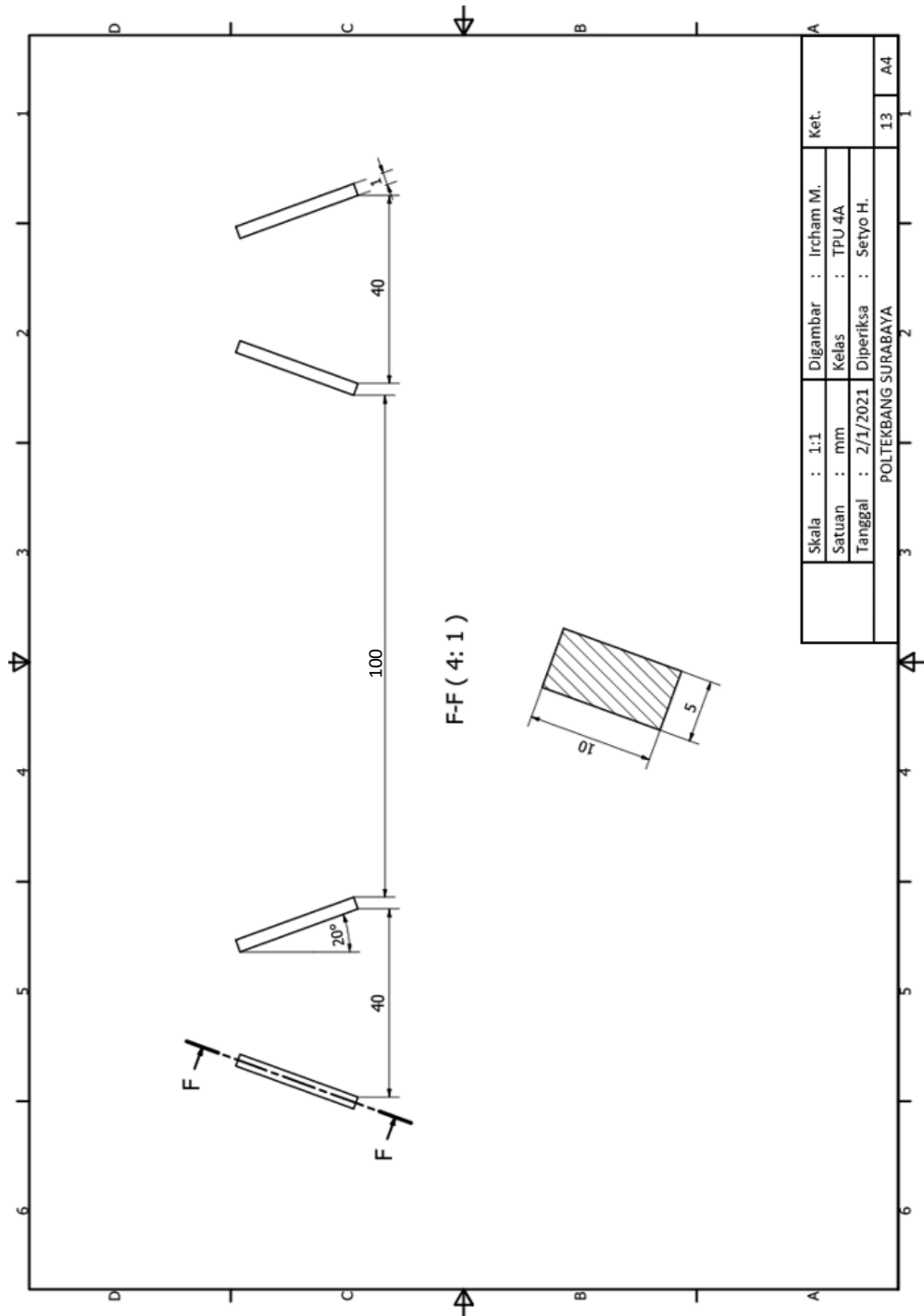
- Lengani, D. S. (2011). Turbulent Boundary Layer Separation Control and Loss Evaluation of Low Profile Vortex Generators. Università di Genova, Via Montallegro, Italy. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 35 : 1505-1513.
- Lubis, M. M. (2012). Analisis Aerodinamika Airfoil Naca 2412 Pada Sayap Pesawat Model Tipe Glider dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamic untuk Memperoleh Gaya Angkat.
- Kartika, R. S. (2015). *Studi Numerik Tentang Pengendalian Aliran Sekunder Pada Airfoil Nasa Ls0417 Dengan Vortex Generator Di Dekat Endwall* . Master Tesis Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Munson, B. (2009). *Solution Manual for Fundamentals of Fluid Mechanics (6 ed.)*. Wiley: Great Britain.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1115/GTINDIA2015-1313>
- Raharjo, P. (2010, 01 30). *Wordpress*. Retrieved from Wordpress. Diakses 25 Desember 2020: <https://pangguh15.wordpress.com/2010/01/30/teori-airfoil/>
- Rotorex. (2015, 03 12). *Flitetest*. Retrieved from Flitetest: <https://www.flitetest.com/article/s/vortex-generator-design-tips-and-experimentation> (diakses Desember 10, 2020).
- 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.
- Skopiński, J. (2010). *Aero Service*. Retrieved from <http://www.vortexgenerators.com/contact.html> (diakses Desember 23, 2020).
- Sukoco. (2015). *Upaya Peningkatan Gaya Angkat pada Model Airfol dengan Menggunakan Vortex Generator*. *Teknik*: 5(2): pp. 140-141.
- White, F. (1998). *Fluid Mechanics Fourth Edition*. United States: McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

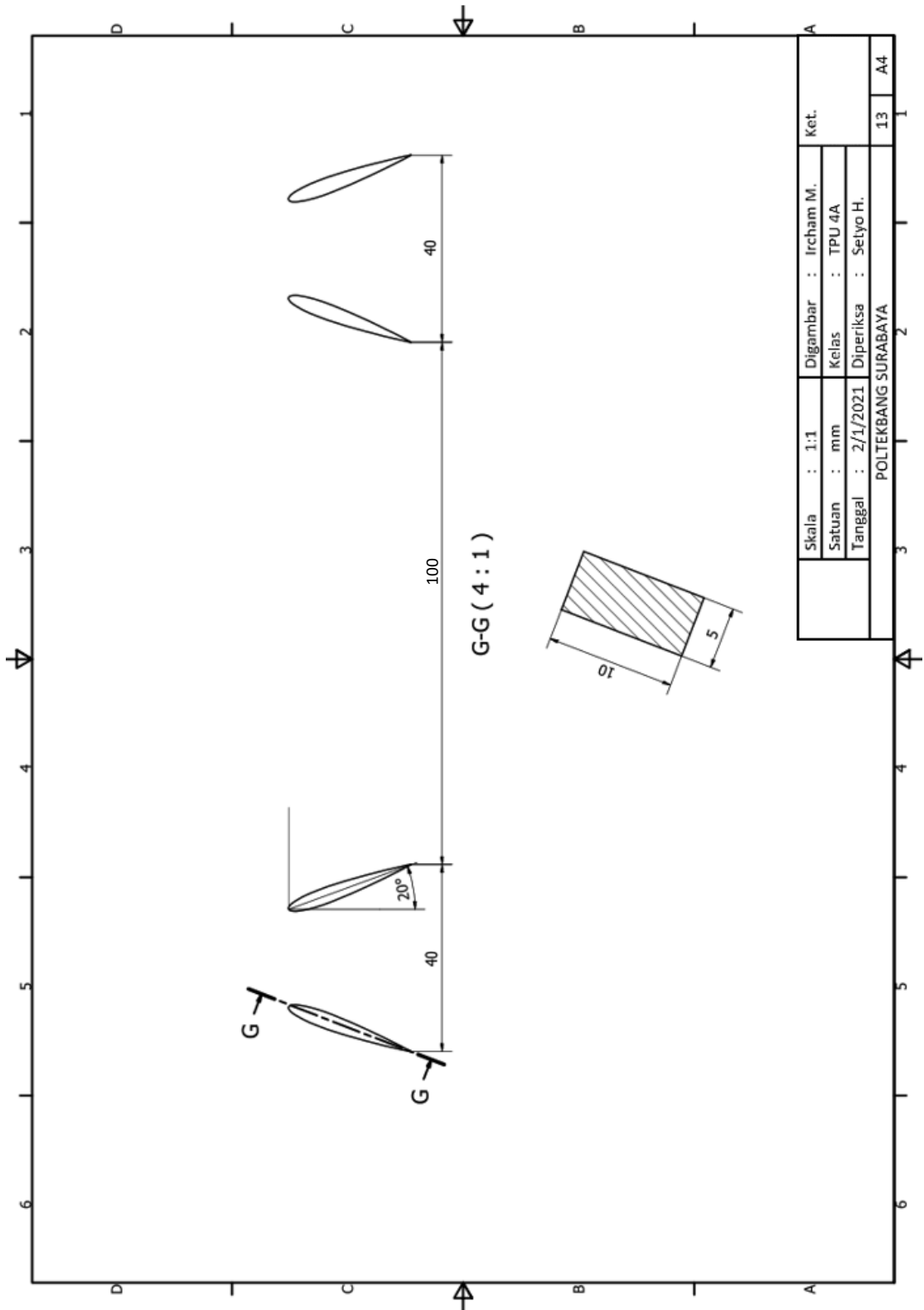


Ircham Manthofana, dilahirkan di Kabupaten Kulon Progo tepatnya di Kecamatan Wates pada tanggal 24 Agustus 1999. Anak pertama dari dua bersaudara pasangan dari Samsudin S.Pd dan Kuni Mas'adah S.E. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD N 4 Wates pada tahun 2012 dan melanjutkan pendidikan di SMP Ali Maksum Yogyakarta lulus pada tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan di SMK Penerbangan Angkasa Ardhya Garini Lanud Adisutjipto Yogyakarta lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi tepatnya di Politeknik Penerbangan Surabaya Prodi Teknik Pesawat Udara.

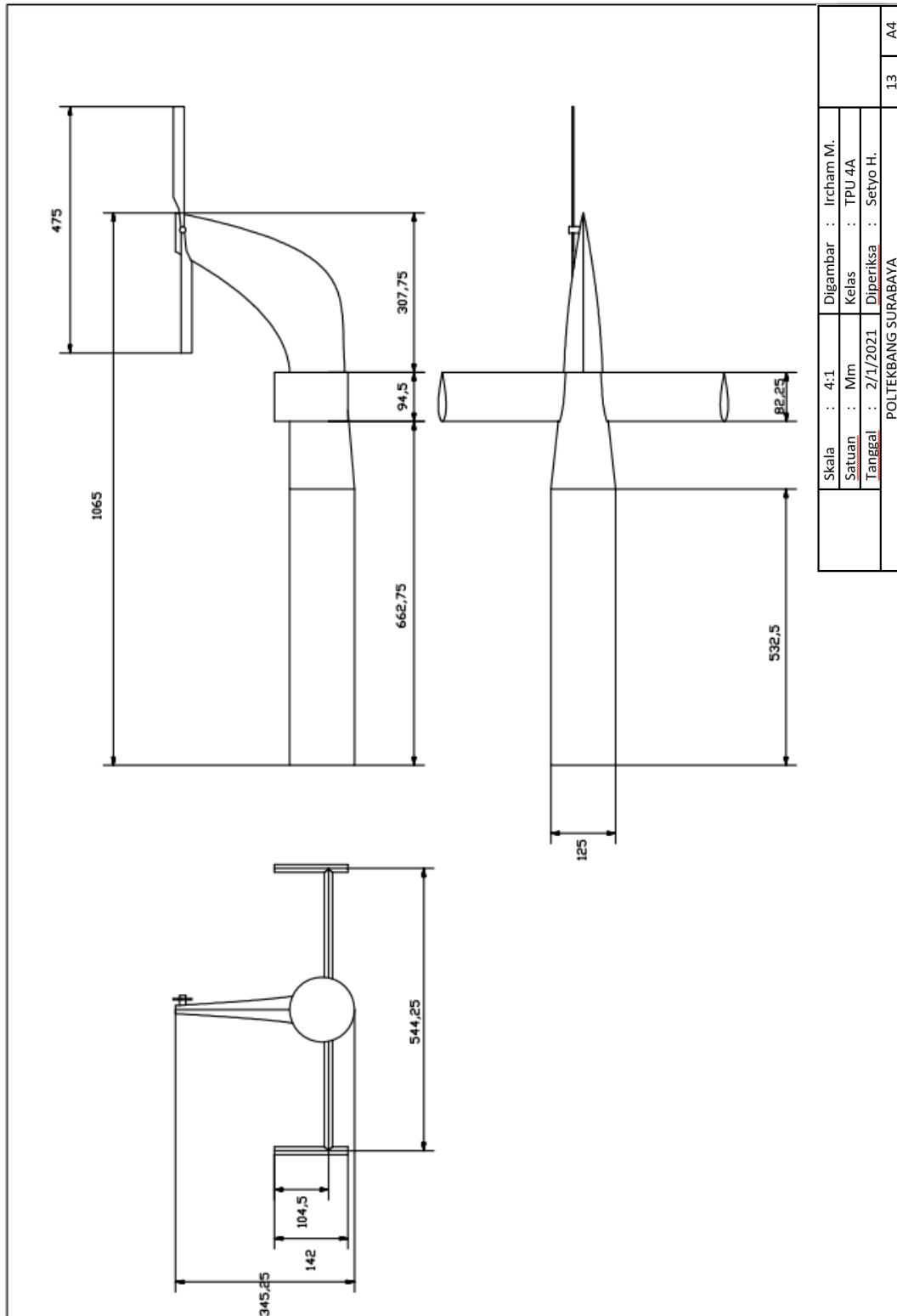
**LAMPIRAN**  
**DESAIN BENDA UJI TAIL BOOM DAN**  
**VARIASI VORTEX GENERATOR**



1. Desain Benda Uji Rectangular Vortex Generator



2. Benda Uji Rectangular NACA 012 Vortex Generator



3. Desain Benda Uji Tail Boom BO105

\* EFFECTIVITY Models BO 105 A, C und D  
 \* EFFECTIVITY Models BO 105 A, C und D  
 \*

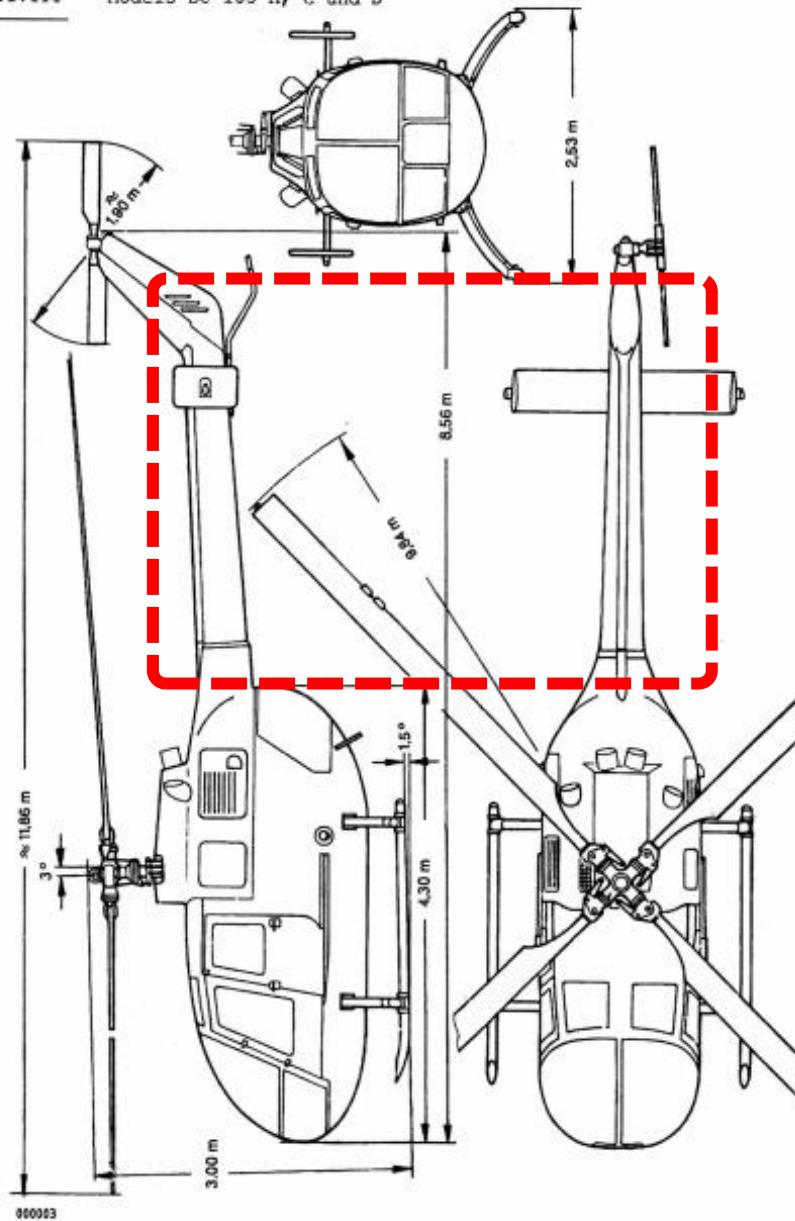


Figure 01-1 Three-view drawing (1 of 3)

\*  
 \*  
 \*  
 BO 105  
 CHAPTER 01  
 Page 4

Revision 10

4. Desain Tail Boom BO105 di Maintenance Manual