

**PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA  
*TURBULENCE GENERATOR (TURBULATOR) PADA AIRFOIL  
NACA S1046 DENGAN SOFTWARE ANSYS FLUENT***

**Skripsi**



Disusun oleh

**Muhammad Syihab Fachry**

**3331180077**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN**

**2022**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA *TURBULENCE*  
GENERATOR (*TURBULATOR*) PADA *AIRFOIL* NACA S1046 DENGAN  
*SOFTWARE ANSYS FLUENT***

**Skripsi**

**Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

**Muhammad Syihab Fachry**

**3331180077**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN**

**2022**

## TUGAS AKHIR

### PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA TURBULENCE GENERATOR (TURBULATOR) PADA AIRFOIL NACA S1046 DENGAN SOFTWARE ANSYS FLUENT

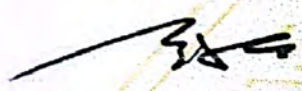
Dipersiapkan dan disusun oleh:  
Muhammad Syihab Fachry  
3331180077

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 19 Juli 2022

Pembimbing Utama

  
Dr. Erwin, ST., MT.

NIP. 197310062009121001

  
Slamet Wivono, ST., MT.

NIP. 197312182005011001

Anggota Dewan Penguji

  
Hadi Wandyat, MT., Ph.D.


NIP. 197101162002121001

  
Dr. Long Hendra, ST., M.T.

NIP. 197301182003121002

  
Dr. Erwin, ST., MT.

NIP. 197110062009121001

  
Slamet Wivono, ST., MT.

NIP. 197312182005011001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 02 Agustus 2022

  
Dhimas Satria, ST., M.Eng

NIP. 198305102012121006



**PERSETUJUAN**

*Skripsi*

**PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA *TURBULENCE*  
GENERATOR (*TURBULATOR*) PADA *AIRFOIL* NACA S1046 DENGAN  
*SOFTWARE ANSYS FLUENT***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Muhammad Syihab Fachry**

**3331180077**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi  
Pada tanggal Mei 2022

Dosen Pembimbing 1,



**Dr. Erwin, S.T., M.T.**

**NIP. 197310062009121001**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal Mei 2022

**Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,**



**Dhimas Satria, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198305102012121006**

**PERSETUJUAN**

*Skripsi*

**PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA *TURBULENCE*  
GENERATOR (*TURBULATOR*) PADA *AIRFOIL* NACA S1046 DENGAN  
*SOFTWARE ANSYS FLUENT***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Muhammad Syihab Fachry**

3331180077

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi  
Pada tanggal Mei 2022

Dosen Pembimbing 1,



**Dr. Erwin, S.T., M.T.**  
NIP. 197310062009121001

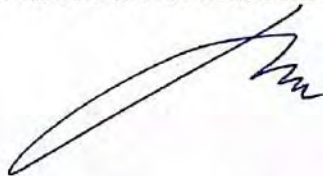
Dosen Pembimbing 2,



**Slamet Wiyono, S.T., M.T.**  
NIP. 197312182005011001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal Mei 2022

**Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,**



**Dhimas Satria, S.T., M.Eng.**

NIP. 198305102012121006

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Syihab Fachry

NPM : 3331180077

Judul : Perancangan dan Simulasi Aerodinamika *Turbulence Generator* pada *Airfoil* NACA S1046 dengan *Software Ansys Fluent*

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Mei 2022



Muhammad Syihab Fachry

NPM. 3331180077

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang dengan berkah, karunia dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Perancangan Dan Simulasi Aerodinamika *Turbulence Generator (Turbulator)* Pada *Airfoil* NACA S1046 Dengan *Software* *Ansys Fluent*”

Laporan akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi sarjana S1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Tuhan semesta alam
2. Orang tua yang selalu mendoakan, memotivasi dan mendukung saya untuk selalu memberikan yang terbaik sehingga saya dapat melalui semua ini dengan baik.
3. Bapak Dhimas Satria, M.,Eng, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Ibu Miftahul Jannah, M.,T. selaku ketua dan koordinator seminar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Bapak Dr. Erwin S.T., M.T. selaku dosen pembimbing satu atas ilmu, bimbingan dan saran yang telah diberikan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
6. Bapak Slamet Wiyono S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua atas ilmu, bimbingan dan saran yang telah diberikan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
7. Bapak Dr. Hamdan Akbar N. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dalam urusan akademik.
8. Semua teman-teman dari jurusan Teknik Mesin, terutama angkatan 2018 yang telah membantu dan mendukung saya dalam penyusunan proposal tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis berharap akan adanya kritik, saran dan masukan yang membangun dan dapat membantu penyempurnaan dimasa yang akan datang. Semoga laporan ini

dapat bermanfaat dan dapat menambah ilmu bagi penulis serta pembacanya.

Cilegon, Mei 2022

Penulis



## ABSTRAK

### PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA *TURBULENCE* *GENERATOR (TURBULATOR)* PADA *AIRFOIL* NACA S1046 DENGAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT*

Disusun oleh :

**MUHAMMAD SYIHAB FACHRY**

**NIM.3331180077**

Salah satu tantangan yang terjadi pada *turbomachinery* adalah separasi aliran. Pada kompresor aksial, kualitatif kerugian energi yang diakibatkan aliran sekunder (separasi aliran) sebanyak 50% dan kerugian lainnya dibagi ke dalam dua kelompok yaitu kerugian karena gesekan dan kerugian karena dimensi atau bentuk. Pengurangan aliran sekunder dapat dilakukan dengan meningkatkan turbulensi aliran. Upaya peningkatan Turbulensi aliran, salah satunya adalah dengan disediakannya penambahan generator turbulensi (Turbulator) Pada penelitian kali ini, akan dilakukan perancangan *turbulator* pada *airfoil* NACA S1046. Dalam pengujiannya, akan dilakukan simulasi untuk menguji *airfoil* beserta *turbulator* untuk melihat seperti pengaruhnya terhadap separasi aliran melalui aplikasi Ansys *Fluent*. Profil *turbulator* yang digunakan berbentuk trapesium diletakkan pada permukaan atas dengan posisi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari panjang *chord*. Panjang *chord airfoil* adalah 1000 mm dan panjang *span* (panjang *turbulator* ke samping) adalah 1000 mm. Model turbulen yang digunakan adalah Steady dengan *k-w Shear Stress Transport (k-w SST)*. Hasil yang didapat adalah dapat dilihat bahwa terjadi penundaan separasi aliran pada *airfoil* yang ditambahkan *turbulator* pada aplikasi sudut  $6^\circ$ ,  $7^\circ$ , dan  $8^\circ$  serta pada kecepatan 1, 2, 3, 4, dan 5 m/s dan terdapat perubahan pada  $C_l$  dan  $C_d$ . Nilai kuantitatif yang ada diiringi dengan nilai kuantitatif berupa visualisasi kontur distribusi tekanan dan *streamline*. Efek paling baik dari *turbulator* terjadi pada peletakan 40% dan 50% dari *chord* dimana peningkatan  $C_l$  dan rasio  $C_l/C_d$  paling baik pada variasi ini.

**Kata kunci:** *Airfoil, Ansys, Boundary Layer, Fluida, Separasi Aliran, Turbulator.*

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND SIMULATION OF AERODYNAMIC TURBULENCE GENERATOR (TURBULATOR) ON AIRFOIL NACA S1046 WITH ANSYS FLUENT SOFTWARE**

*Arranged by :*

Muhammad Syihab Fachry

NIM. 3331180077

*One of the challenges that occur in turbomachinery is flow separation. In axial compressors, qualitative energy losses due to secondary flow (flow separation) are 50% and other losses are divided into two groups, namely losses due to friction and losses due to dimensions or shape. Secondary flow reduction can be done by increasing the flow turbulence. Efforts to increase flow turbulence, one of which is by providing the addition of a turbulence generator (Turbulator). In the test, a simulation will be carried out to test the airfoil along with the turbulator to see how it affects flow separation through the Ansys Fluent application. The turbulator profile used in the form of a trapezoid is placed on the top surface at a position of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% of the chord length. The chord length of the airfoil is 1000 mm and the span length (turbulator length to the side) is 1000 mm. The turbulent model used is Steady with k-w Shear Stress Transport (k-w SST). The results obtained are that it can be seen that there is a delay in flow separation in the airfoil added by a turbulator at the application of angles of 6°, 7°, and 8° as well as at speeds of 1, 2, 3, 4, and 5 m/s and there are changes in  $C_l$  and  $C_D$ . Existing quantitative values are accompanied by quantitative values in the form of visualization of pressure distribution contours and streamlines. The best effect of the turbulator occurs at the placement of 40% and 50% of the chord where the increase in  $C_l$  and  $C_l/C_d$  ratio is best in this variation.*

**Keywords:** *Airfoil, Ansys, BoundaryLayer, Fluida, Separasi Aliran, Turbulator*

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Airfoil</i> .....	5
2.2 Naca S1046 .....	7
2.3 Fluida .....	8
2.4 <i>Boundary Layer</i> .....	9
2.5 Gaya yang Bekerja Pada <i>Airfoil</i> .....	11
2.5.1 Gaya Angkat ( <i>lift</i> ) .....	12
2.5.2 Gaya Hambat ( <i>drag</i> ) .....	13
2.5.3 Koefisien Tekanan .....	13
2.6 Sudut Serang .....	14
2.7 Separasi Aliran .....	15
2.7.1 Separasi Aliran 2D .....	17

2.7.2 Separasi Aliran 3D .....	20
2.8 <i>Turbulator (turbulence generator)</i> .....	22
2.9 <i>Computer Fluid Dynamic (CFD)</i> .....	24
2.9.1 <i>Solver</i> .....	25
2.9.2 Penentuan Model Turbulen.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2 Perancangan.....	32
3.3 Metode Numerik (Simulasi) .....	32
3.3.1 <i>Preprocessing</i> .....	32
3.3.1.1 Model Benda Uji .....	32
3.3.1.2 Domain Simulasi .....	35
3.3.1.3 <i>Meshing</i> .....	36
3.3.1.4 <i>Boundary Condition (Kondisi Batas)</i> .....	37
3.3.2 <i>Processing</i> atau <i>Solving</i> .....	38
3.3.3 <i>Postprocessing</i> .....	39
3.4 Waktu penelitian .....	40
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Perbandingan Data <i>Streamlines</i> Hasil Eksperimen Dengan Studi Numerik .....	41
4.2 Koefisien Tekanan ( $C_p$ ) .....	44
4.3 Koefisien <i>Lift</i> ( $C_l$ ) dan Koefisien <i>Drag</i> ( $C_d$ ) .....	46
4.4 Rasio $C_l$ dan $C_d$ ( $C_l/C_d$ ) .....	53
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	58
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Bagian-Bagian Sudu/ <i>Blade airfoil</i> .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Penerapan Teori Bernoulli Pada <i>Airfoil</i> .....	6
<b>Gambar 2.3</b> NACA S 1046.....	8
<b>Gambar 2.4</b> <i>Boundary Layer</i> .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Profil kecepatan boundary layer laminar dan turbulen di dekaT permukaan .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Gaya Pada <i>Airfoil</i> .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Sudut Serang Kritis .....	15
<b>Gambar 2.8</b> Grafik Relasi Antara Koefisien Gaya Angkat Terhadap Sudut Serang .....	15
<b>Gambar 2.9</b> <i>Boundary layer flow</i> dengan <i>pressure gradient</i> .....	16
<b>Gambar 2.10</b> Fenomena <i>Bubble Separation</i> .....	17
<b>Gambar 2.11</b> (a.) Aliran <i>incompressible</i> melewati bola ( <i>sphere</i> ) (b.) Separasi aliran melewati benda <i>streamline</i> .....	19
<b>Gambar 2.12</b> Perbedaan <i>Separation Line</i> dan <i>Attachment Line</i> .....	21
<b>Gambar 2.13</b> Separasi Aliran Dengan Bentuk <i>Horseshoe</i> .....	21
<b>Gambar 2.14</b> Pengaruh $\alpha$ terhadap aliran sekunder .....	22
<b>Gambar 2.15</b> <i>Streamwise vortices</i> pada daerah setelah melewati <i>vortex generator</i> .....	23
<b>Gambar 2.16</b> Tahapan prosedur CFD .....	24
<b>Gambar 2.17</b> Tampilan <i>Fluent Launcher</i> .....	25
<b>Gambar 2.18</b> Model Turbulensi Pada Aplikasi <i>Fluent</i> .....	27
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	30
<b>Gambar 3.2</b> <i>Trapezium Flat Plate Counter Rotating Vortex Generator</i> .....	34
<b>Gambar 3.3</b> <i>Airfoil</i> dengan Penambahan <i>Turbulator</i> .....	35
<b>Gambar 3.4</b> Domain Simulasi. ....	36
<b>Gambar 3.5</b> <i>Meshing</i> Pada Domain Simulasi.....	37
<b>Gambar 3.6</b> <i>Boundary Condition</i> Pada Domain Benda Uji.. ....	38

<b>Gambar 4.1</b> <i>Streamlines</i> Aliran Pada Kecepatan 1 m/s Tanpa <i>Turbulator</i> (a) Sudut Serang 6° (b) Sudut Serang 7° (c) Sudut Serang 8° .....	40
<b>Gambar 4.2</b> <i>Streamlines</i> Aliran Pada Kecepatan 2 m/s Tanpa <i>Turbulator</i> (a) Sudut Serang 6° (b) Sudut Serang 7° (c) Sudut Serang 8° .....	41
<b>Gambar 4.3</b> <i>Streamlines</i> Aliran Pada Kecepatan 3 m/s Tanpa <i>Turbulator</i> (a) Sudut Serang 6° (b) Sudut Serang 7° (c) Sudut Serang 8° .....	42
<b>Gambar 4.4</b> <i>Streamlines Vector</i> Aliran Pada Kecepatan 2 m/s Dengan Sudut Serang 7° (a) Tanpa VG, (b) Dengan VG 10%C (c) Dengan VG 50%° .....	43
<b>Gambar 4.5</b> Distribusi Koefisien Tekanan Pada Sudut Serang 6° dan Kecepatan 3 m/s (a) Tanpa VG, (b) Dengan VG 10%C (c) Dengan VG 50% .....	45
<b>Gambar 4.6</b> Perbandingan Nilai Koefisien Angkat / <i>Coefficient Lift (Cl)</i> Pada Sudut Serang 6° .....	47
<b>Gambar 4.7</b> Perbandingan Nilai Koefisien Angkat / <i>Coefficient Lift (Cl)</i> Pada Sudut Serang 7° .....	54
<b>Gambar 4.8</b> Perbandingan Nilai Koefisien Angkat / <i>Coefficient Lift (Cl)</i> Pada Sudut Serang 8° .....	49
<b>Gambar 4.9</b> Perbandingan Nilai Koefisien Hambat / <i>Coefficient Drag (Cd)</i> Pada Sudut Serang 6° .....	50
<b>Gambar 4.10</b> Perbandingan Nilai Koefisien Hambat / <i>Coefficient Drag (Cd)</i> Pada Sudut Serang 7° .....	51
<b>Gambar 4.11</b> Perbandingan Nilai Koefisien Hambat / <i>Coefficient Drag (Cd)</i> Pada Sudut Serang 8 .....	52

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Dimensi <i>airfoil</i> NACA S1046 dan <i>vortex generator</i> .....	33
<b>Tabel 3.2</b> <i>Timeline</i> Penelitian .....	39
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Koefisien Angkat Pada Sudut Serang 6° .....	46
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Koefisien Angkat Pada Sudut Serang 7° .....	47
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Koefisien Angkat Pada Sudut Serang 8° .....	48
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Koefisien Hambat Pada Sudut Serang 6° .....	50
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Koefisien Hambat Pada Sudut Serang 7° .....	51
<b>Tabel 4.6</b> Nilai Koefisien Hambat Pada Sudut Serang 8° .....	48
<b>Tabel 4.7</b> Rasio Cl/Cd Pada Sudut Serang 6° .....	53
<b>Tabel 4.8</b> Rasio Cl/Cd Pada Sudut Serang 7° .....	54
<b>Tabel 4.9</b> Rasio Cl/Cd Pada Sudut Serang 8° .....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu energi yang termasuk energi alternatif dan memiliki potensi untuk banyak dikembangkan di masa depan adalah energi angin. Energi angin termasuk energi yang bersih dan terbarukan. Angin sendiri adalah udara yang bergerak karena rotasi bumi dan perbedaan tekanan atmosfer di sekitarnya (Mukhlisin, A. 2022).

Dalam memanfaatkan energi angin, digunakan *turbomachinery* (seperti pompa, kompresor, dan turbin) yang biasanya digunakan oleh industri pembangkit maupun proses. Pada aplikasi turbin, dapat dikonfirmasi bahwa jenis *turbomachinery* didukung oleh sistem energi terbarukan dan memiliki peluang untuk dikembangkan untuk teknologi masa depan. Oleh karena itu, penelitian untuk meningkatkan kinerja mesin turbo akan berperan penting dalam upaya penghematan bahan bakar fosil dan pengembangan energi terbarukan (Sutrisno, 2017)

Pada penelitian oleh Sutrisno (2017) salah satu tantangan yang terjadi pada *turbomachinery* adalah separasi aliran. Dalam literasi sutrisno dijelaskan bahwa pada kompresor aksial, kualitatif kerugian energi yang diakibatkan aliran sekunder (separasi aliran) sebanyak 50% dan kerugian lainnya dibagi ke dalam dua kelompok yaitu kerugian karena gesekan dan kerugian karena dimensi atau bentuk.

Akibat terburuk dari fenomena separasi aliran ini, khususnya pada baling-baling turbin atau sayap pesawat, adalah dapat menimbulkan *adverse pressure gradien* sehingga akan menyebabkan fenomena *wake* yang merupakan area di belakang yang memiliki kecepatan yang berbeda dari kecepatan aliran bebas (*free stream*). Fenomena *wake* tersebut dapat meningkatkan *drag* dan menyebabkan *stall*, keadaan dimana *airfoil* kehilangan gaya angkat dan terjadi peningkatan gaya hambat yang sangat besar.



Berdasarkan fakta tersebut, untuk meningkatkan kinerja dari *turbomachinery* dapat dimulai dari mengatasi separasi aliran ini. Diketahui bahwa pada lapisan batas (*boundary layer*) yang lebih banyak turbulensinya (intensitas turbulen yang lebih tinggi), selalu menghasilkan profil momentum yang lebih tinggi, lebih lengkap sehingga aliran energi lebih kuat. Oleh karena itu, pengurangan aliran sekunder dapat dilakukan dengan meningkatkan turbulensi aliran sehingga aliran dapat lebih baik dalam menghadapi *adverse pressure* (tekanan balik) (Sutrisno, 2017)

Dalam penelitiannya, seorang peneliti bernama Lin mencari berbagai cara untuk mengontrol aliran untuk menunda separasi aliran sehingga pada akhirnya, ditemukan bahwa *turbulator/vortex generator* merupakan peranti paling efektif untuk menunda separasi aliran dibandingkan bentuk lainnya. Lin menyatakan bahwa *turbulator* ditemukan pertama kali oleh peneliti bernama Taylor dalam penelitiannya untuk menunda separasi aliran pada *diffuser*. Dalam bidang aeronautik, diketahui bahwa turbulator digunakan pada kondisi terbang tertentu, sebagai peranti kontrol aliran pasif yang menjadikan aliran pada *boundary layer* turbulen. Kondisi turbulen ini akan memperlambat titik pemisahan aliran (kondisi *airfoil stall*) dan peningkatan *stall angle of attack* (Delnero, J.,2007). Separasi aliran, secara umum yang mana juga berlaku pada kasus *blade* sebuah turbin, sangat merugikan karena dapat menurunkan nilai gaya angkat dan meningkatkan gaya hambat.

Nafiatun Nisa (2012) telah melakukan penelitian terkait penambahan *turbulator/vortex generator* pada sebuah *airfoil* dengan jenis NASA LS-0417 dan didapatkan hasil dimana terjadi peningkatan pada koefisien angkat pada tiap sudut serang dan penurunan serta peningkatan pada koefisien hambat di sudut serang yang berbeda serta terjadi juga fluktuasi nilai pada rasio  $C_l/C_d$ . Berdasarkan hasil visualisasi aliran terjadi penundaan separasi aliran dengan adanya penambahan *turbulator*.

Pada penelitian sebelumnya, oleh Arief Mukhsin, yang membangun sistem simulasi aliran fluida menggunakan *smoke* untuk didapat visualisasi aliran pada *wind tunnel* dalam menguji *blade* jenis NACA S1046, terlihat separasi aliran

pada sudut ke  $7^\circ$  sehingga diperlukan tindakan lebih lanjut yang dapat mengurangi fenomena separasi aliran tersebut.

Untuk mengatasi fenomena separasi aliran tersebut penulis ingin merancang sebuah *turbulator* yang digunakan pada sultan's *wind turbine* jenis darrieus, dengan varian *blade* NACA S1046 dan melakukan pengujian menggunakan metode numerik/simulasi CFD (*computer fluid dynamic*) beserta analisis terhadap koefisien *drag* dan koefisien *lift*. Dalam pengujiannya, akan dilakukan simulasi untuk menguji *airfoil* beserta *turbulator* untuk melihat seperti pengaruhnya terhadap separasi aliran menggunakan *software* Ansys *Fluent*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipilih dan disusun sebelumnya, maka dirumuskanlah masalah pada penelitian ini, yaitu

1. Bagaimana melakukan simulasi CFD (*Computer Fluid Dynamic*) menggunakan *software* Ansys *Fluent* untuk menguji *airfoil*.
2. Bagaimana cara untuk mengatasi fenomena separasi aliran?
3. Bagaimana karakteristik aerodinamik pada *airfoil* NACA S1046 setelah diberi *turbulator* pada kecepatan angin 1, 2, 3 m/s dengan sudut serang  $6^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $8^\circ$  ?
4. Bagaimana perubahan rasio koefisien angkat dan koefisien hambat sebelum dan sesudah penambahan *turbulator*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Melakukan perbandingan hasil eksperimen dan simulasi pada *airfoil* NACA S1046
2. Mengatasi fenomena separasi aliran yang terjadi pada *airfoil* NACA S1046
3. Menganalisis koefisien *drag* dan *lift* pada bodi *airfoil* dengan dan tanpa *turbulator*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa hal yang telah ditentukan agar ruang lingkup penelitian tetap pada jalurnya, yaitu :

1. Penelitian ini memilih rancangan *turbulator* berdasarkan penelitian terdahulu tentang reduksi separasi aliran menggunakan *turbulator*.
2. Pengujian *turbulator* dan *airfoil* dilakukan dengan simulasi melalui aplikasi Ansys *Fluent*.
3. Aliran yang digunakan bersifat *incompressible* dan dalam kondisi *steady state*.
4. Sudut serang yang digunakan adalah  $6^\circ$ ,  $7^\circ$ , dan  $8^\circ$ .
5. Kecepatan angin yang diatur pada *boundary inlet* sebesar 1, 2, 3, 4, dan 5 m/s

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut beberapa manfaat yang dapat diambil pada penelitian ini :

1. Dapat memahami lebih dalam terkait pengembangan *blade* turbin angin.
2. Mendapatkan desain *turbulator* untuk mengatasi separasi aliran.
3. Desain *turbulator* yang telah dirancang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya untuk diuji melalui eksperimen secara empiris.

#### 1.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan dua metode penelitian untuk mendapatkan data dan hasil, yaitu sebagai berikut :

Perancangan, pada tahap ini akan dilakukan studi literatur (dilakukan dengan mencari informasi dan dasar-dasar yang dapat menunjang penelitian), penentuan *requirement list* (dibuat untuk menentukan fungsi dan spesifikasi dari *turbulator* yang akan dirancang), dan *drawing* (yang dilakukan dengan menggunakan software Solidworks dan Ansys *Design Modeller*).

Metode pengujian, akan dilakukan pengujian dengan melakukan simulasi melalui aplikasi Ansys *Fluent* yang menggunakan metode volume terbatas (*finite volume*) untuk melihat fenomena yang terjadi pada *airfoil* dan pengaruh *turbulator* pada *airfoil*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afiif, M. N. (2017). *Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Swept Area* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Azmi, U. (2017). Studi Eksperimen dan Numerik Pengaruh Penambahan Vortex Generator pada Airfoil NASA LS-0417 (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Delnero, J., Marafon Di Leo, J., Martinez, M., Bacchi, F., Colman Lerner, 3., Scarabino, A., & Boldes, U. (2007). Effects of turbulators on airfoil at low Reynolds number in turbulent flow. In *45<sup>th</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit* (p. 1273).
- Dewi, D. K. (2016). Studi Eksperimen Dan Numerik Optimasi Posisi Vortex Generator Untuk Mereduksi Aliran Sekunder Dekat Endwall Pada Airfoil NACA 0015 (Studi Kasus Pada  $\alpha = 8^\circ$  dan  $10^\circ$ ) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- DIDA, Hero P.; SUPARMAN, Sudjito; WIDHIYANURIYAWAN, Denny. Pemetaan potensi energi angin di perairan Indonesia berdasarkan data satelit QuikScat dan WindSat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2016, 7.2: 95-101.
- Erlangga, G. P. (2017). *Studi Eksperimental Karakteristik Aerodinamik Airfoil Naca 4412 Dengan Variasi Kecepatan Aliran Udara* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Hasugian, T. D. (2018). *Simulasi Aerodinamika Pada Mobil Listrik Nogogeni Dengan Menggunakan Software Ansys Fluent* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Hidayat, M. F. (2016). Analisa Aerodinamika Airfoil Naca 0021 dengan Ansys Fluent. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 1(1), 43-59.
- Kewas, J. C., & Ali, M. (2020). Analisis Gaya Angkat Akibat Perubahan Kecepatan Aliran Udara Dan Sudut Serang Pada Airfoil Naca 0015 Dalam Wind Tunnel Sub Sonic. *FRONTIERS: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 3(1).

- Nisa, N. Dan Sutardi (2012). Studi Numerik Karakteristik Aliran Fluida Melintasi Airfoil NASA LS-0417 yang Dimodifikasi dengan *Vortex Generator*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 2
- Saputra, A., Priyono, E., Hidayat, I., Iryani, L., & Gunara, D. M. MODIFIKASI AIRFOIL SAYAP PESAWAT CONCEPTUAL TRANSPORT RM-001. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 6(1).
- SHEPTIAN, ANGGI. Studi Potensi Energi Angin di Merak Banten untuk Membangkitkan Energi Listrik. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 2018, 1.1.
- Sivaraj, G., Parammasivam, K. M., & Gokulraj, M. (2013). WAY TO INCREASE THE ROTATION EFFICIENCY OF THE WINDTURBINE USING TURBULATORS.
- Sutrisno, *REDUKSI KERUGIAN ENERGI AKIBAT ALIRAN SEKUNDER MELALUI FORWARD FACING STEP TURBULENCE GENERATOR*, in *Teknik Mesin*. 2017, INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER: Surabaya.
- Syahyuniar, R. (2016). Rancang Bangun Pembuatan Turbin Angin Type Horizontal Berdiameter 2, 8 meter dan Output Daya Listrik 1000 Watt. *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 3(1), 30-33.
- Mukhlisin, A., *RANCANG BANGUN SISTEM SIMULASI ALIRAN FLUIDA DIDALAM TEROWONGAN ANGIN (WIND TUNNEL) DENGAN TEST SECTION 0,5 M X 0,5 M MENGGUNAKAN PERANTARA SMOKE*, in *Teknik Mesin*. 2022, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa: Cilegon – Banten.
- Wijaya, R. K. (2015). *Studi Numerik Tentang Pengendalian Aliran Sekunder Pada Airfoil Nasa LS-0417 Dengan Vortex Generator Di Dekat Endwall* (Doctoral dissertation, Institut Technology Sepuluh Nopember).