

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN PROFIL NACA SEBAGAI MODEL**  
**UNTUK STUDI EKSPERIMEN**

*Digunakan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AJAY FERDIANATA**  
**2107230047**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

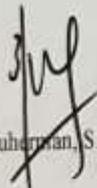
Nama : Ajay Ferdianata  
NPM : 2107230047  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Profil NACA Sebagai Model  
Untuk Studi Eksperimen  
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Agustus 2025

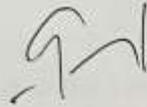
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



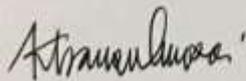
Dr. Suherman, S.T., MT

Dosen Penguji II



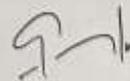
Chandra A Siregar, S.T., MT

Dosen Penguji III



Dr. Khairul Umurani, S.T., MT

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Ajay Ferdianata  
Tempat/Tanggal lahir : Aek Salabat/31 Desember 2002  
NPM : 2107230047  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **"RANCANG BANGUN PROFIL NACA SEBAGAI MODEL UNTUK STUDI EKSPERIMEN"**

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik

Bila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Agustus 2025

Saya yang menyatakan



Ajay Ferdianata

## **ABSTRAK**

Energi listrik merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan modern, dengan permintaan yang terus meningkat. Di Indonesia, penggunaan listrik menunjukkan tren kenaikan signifikan, namun pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi terbarukan masih minim. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun profil NACA yang optimal sebagai model untuk studi eksperimen, serta menganalisis pengaruh variasi bentuk profil NACA terhadap kinerja aerodinamis turbin angin. Metodologi yang digunakan meliputi pemilihan profil NACA tipe 0018, pembuatan model fisik menggunakan software SolidWorks 2014, dan pengujian di terowongan angin untuk mengumpulkan data mengenai gaya angkat, gaya drag, dan efisiensi aerodinamis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi bentuk profil NACA memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja aerodinamis turbin angin, di mana perubahan bentuk profil dapat memengaruhi gaya angkat, gaya drag, dan efisiensi konversi energi. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan pentingnya pemilihan profil NACA yang tepat untuk meningkatkan performa turbin angin, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Energi listrik, Turbin angin, Profil NACA, Aerodinamika, Energi terbarukan.

## **ABSTRACT**

*Electricity is an essential requirement in modern life, with demand continuously on the rise. In Indonesia, electricity consumption has shown a significant upward trend; however, the utilization of wind energy as a renewable energy source remains limited. This study aims to design and construct an optimal NACA profile as a model for experimental studies, as well as to analyze the impact of variations in NACA profile shapes on the aerodynamic performance of wind turbines. The methodology employed includes the selection of NACA profiles, specifically the NACA 0018 and NACA 0012, the creation of a physical model using SolidWorks 2014 software, and testing in a wind tunnel to collect data on lift force, drag force, and aerodynamic efficiency. The results of the study indicate that variations in the NACA profile shape have a significant effect on the aerodynamic performance of wind turbines, where changes in profile shape can influence lift force, drag force, and energy conversion efficiency. The conclusion of this research underscores the importance of selecting the appropriate NACA profile to enhance wind turbine performance, as well as contributing to the development of more efficient and environmentally friendly renewable energy technologies..*

*Keywords: Electricity, Wind turbines, NACA profile, Aerodynamics, Renewable energy.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “Rancang Bangun Profil NACA Sebagai Model Untuk Studi Eksperimen”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr.Khairul Umurani S,T,M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Chandra A Siregar S,T,M.T selaku ketua Prodi Teknik Mesin dan bapak Ahmad Marabdi Siregar S,T,M.T selaku sekretaris Prodi Teknik Mesin.
3. Bapak Dr.Munawar Alfansury Siregar S,T,M.T selaku dekan Prodi Teknik Mesin.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang Tua Penulis, Suldi Harianto dan Linda Juliastini yang selalu memberikan dukungan moral dan material, serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan penulis.
6. Kakak dan Adik penulis Tomy Kurniadi S.P dan Raihan Al Hafizh. sebagai team support dari awal menempuh sampai menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dwi Chairunnisa, yang senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis, memberi dukungan. Semangat dan motivasi untuk tetap menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat penulis: Mhd Abid Azhan, Febri Kurniawan Tanjung, Dermawan Mulia, Mhd. Fahrozi, Mhd Ilham Ramadhan, Risto Ramadhan Saragih, Febri

Ashari, Rama Bayu Pranoto, Rahmad Daffa, , Imam Tigor Sinaga, Wira Atmaja, dan teman-teman lainnya sekaligus teman – teman seperjuangan penulis selama kuliah .

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 25 Januari 2025



Ajay Ferdianata

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	.....
Error! Bookmark not defined.	
<b>SURAT PERNYATAAN TUGAS AKHIR</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Teori Aerodinamika	5
2.2 Karakteristik Profil NACA	6
2.2.1 Jenis-jenis NACA	7
2.3 NACA 0018	10
2.4 NACA 0012	10
2.5 Sudut Serang ( <i>Angle of Attack</i> )	11
2.6 Metode Rancang Bangun	11
2.7 Studi Eksperimen dalam Aerodinamika	12
2.8 Aplikasi Profil NACA Desain Kincir Angin	12
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.1.1 Tempat	13
3.1.2 Waktu	13
3.2. Alat Dan Bahan Penelitian	13
3.2.1 Alat yang di gunakan	13
3.2.2 Bahan yang Digunakan	13
3.3 Diagram Alir	15
3.4 Rancangan Alat Penelitian	16
3.5 Prosedur Penelitian	17
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>18</b>
4.1 Hasil Rancangan Profil NACA	18
4.1.1 NACA 0018	18
4.1.2 NACA 0012	19
4.2 Proses Fabrikasi Model	20
4.3 Hasil Pengujian Eksperimen	28
4.3.1 Perbandingan koefisien <i>lift</i> dan koefisien <i>drag</i> pada NACA 0018	28
4.3.2 Perbandingan koefisien <i>lift</i> dan koefisien <i>drag</i> pada NACA 0012	29

4.4 Pembahasan	30
4.5 Analisis Data Gaya <i>lift</i> Terhadap Sudut Serang antara NACA 0018 dan NACA 0012	31
4.6 Analisis Data Gaya <i>drag</i> Terhadap Sudut Serang antara NACA 0018 dan NACA 0012	31
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN :</b>	
1. Gambar Teknik	
2. Lembar Asistensi	
3. SK. Pembimbing	
4. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
5. Daftar Riwayat Hidup	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1: waktu pelaksanaan penelitian

13

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian dari <i>Airfoil</i> (Surono et al., 2021)	5
Gambar 2.2 NACA seri 4 digit (Hidayat, 2014)	7
Gambar 2.3 NACA seri 5 digit (NACA 23012 12% (Naca23012-il), n.d.)	8
Gambar 2.4 NACA 6 digit (Karkoulias et al., 2022)	8
Gambar 2.5 NACA seri 7 digit (NACA 747A315 (Naca747a315-il), n.d.)	9
Gambar 2.6 NACA seri 8 digit (Donald J. Graham, 1936)	9
Gambar 2.7 NACA 0018 (Guo et al., 2022)	10
Gambar 2.8 NACA 0012 (Göv & Doğru, 2020)	11
Gambar 2.9 <i>Wind tunnel</i>	12
Gambar 3.1 Diagram alir	15
Gambar 3.2 Profil Naca yang telah di insert ke Solidwork	16
Gambar 3.3 Menentukan ukuran yang sesuai untuk eksperimen	16
Gambar 3.4 Rancangan yang sudah selesai	16
Gambar 4.1 Rancangan NACA 0018	17
Gambar 4.2 Rancangan NACA 0012	18
Gambar 4.3 lembaran kayu balsa	19
Gambar 4.4 Lem korea	19
Gambar 4.5 pisau cutter	20
Gambar 4.6 Penggaris	20
Gambar 4.7 Gunting	21
Gambar 4.8 Kertas pasir	21
Gambar 4.9 Pena	22
Gambar 4.10 gambar rancangan	22
Gambar 4.11 Pemasangan rancangan pada media	23
Gambar 4.12 Pemotongan profil sesuai rancangan	23
Gambar 4.13 kayu balsa sesudah di lem	24
Gambar 4.14 penggabungan dengan tulang tengah	24
Gambar 4.15 Pelapisan profil dengan kayu balsa	25
Gambar 4.16 Hasil fabrikasi model NACA 0012 dan NACA 0018	25
Gambar 4.17 perbandingan koefisien <i>drag</i> terhadap sudut serang	26
Gambar 4.18 perbandingan koefisien <i>drag</i> terhadap sudut serang	27
Gambar 4.19 Perbandingan koefisien <i>lift</i> terhadap sudut serang	27
Gambar 4.20 perbandingan koefisien <i>drag</i> terhadap sudut serang	28



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan modern saat ini. Seiring berjalannya waktu, permintaan masyarakat terhadap energi listrik terus mengalami peningkatan dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Pada tahun 2021, penggunaan listrik di Indonesia menunjukkan tren kenaikan yang signifikan sejak tahun 2015. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), pada kuartal III 2021, konsumsi listrik per kapita mencapai 1.109 kWh (Pratama et al., 2023).

Salah satu sumber energi terbarukan yang semakin banyak dimanfaatkan adalah energi angin. Namun, penggunaan sistem konversi energi angin di Indonesia, khususnya sebagai alternatif penghasil energi listrik, hingga saat ini masih tergolong sangat minim.

Turbin angin adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan energi dari angin. Karakteristik angin dapat berdampak pada kinerja turbin, terutama pada komponen bilahnya. Bilah merupakan salah satu elemen paling krusial dalam perancangan turbin angin. Fungsinya adalah untuk menangkap energi angin dan mengubahnya menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros, yang kemudian diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik (Pratama et al., 2023).

Desain dan efisiensi turbin angin sangat dipengaruhi oleh bentuk serta profil bilah yang diterapkan. Salah satu metode yang sering digunakan dalam perancangan profil sayap adalah dengan memanfaatkan profil NACA (National Advisory Committee for Aeronautics).

Profil NACA adalah sekumpulan desain profil sayap yang telah dirancang untuk meningkatkan performa aerodinamis. Setiap profil memiliki karakteristik yang berbeda, tergantung pada angka yang terdapat dalam penamaannya. Dalam penelitian ini, rancang bangun profil NACA akan dilakukan untuk dijadikan model dalam studi eksperimen, dengan tujuan untuk menganalisis dampak bentuk profil terhadap kinerja aerodinamis turbin angin.

Proses rancang bangun profil NACA ini akan meliputi beberapa langkah, mulai dari pemilihan profil yang tepat, pembuatan model fisik, hingga pengujian di dalam terowongan angin untuk mengumpulkan data mengenai gaya angkat, gaya drag, dan efisiensi aerodinamis. Melalui eksperimen ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana variasi bentuk profil NACA mempengaruhi kinerja turbin angin.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih dalam pengembangan teknologi turbin angin yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, hasil dari studi ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang aerodinamika dan rekayasa energi terbarukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membangun profil NACA yang sesuai untuk digunakan sebagai model dalam studi eksperimen ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini mencakup beberapa aspek yang berkaitan dengan rancang bangun profil NACA sebagai model untuk studi eksperimen. Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Desain Profil NACA:

- Penelitian ini akan fokus pada pemilihan dan perancangan profil NACA 0018, yang akan digunakan dalam eksperimen.

### 2. Pembuatan Model Fisik:

- Proses pembuatan model fisik dari profil NACA yang telah dirancang, termasuk pemilihan bahan dan teknik pembuatan yang sesuai.
- Penggunaan perangkat lunak Solidwork untuk merancang model dan mempersiapkan data untuk pembuatan.

### 3. Pengujian Aerodinamis:

- Pengujian model profil NACA di dalam terowongan angin untuk mengukur gaya angkat, gaya drag, dan efisiensi aerodinamis.
- Pengumpulan data eksperimen pada berbagai kecepatan aliran angin untuk menganalisis kinerja aerodinamis.

#### 4. Analisis Data:

- Pembahasan mengenai pengaruh bentuk profil terhadap kinerja turbin angin.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian ini sebagai berikut :

- Untuk merancang dan membangun profil NACA yang sesuai untuk digunakan sebagai model dalam studi eksperimen,
- Untuk menganalisis pengaruh variasi bentuk profil NACA terhadap kinerja aerodinamis turbin angin, termasuk gaya angkat, gaya drag, dan efisiensi konversi energi.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

##### 1. Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan:

Penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang aerodinamika, khususnya mengenai desain profil sayap. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya literatur yang ada dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

##### 2. Peningkatan Efisiensi Turbin Angin:

Dengan merancang dan menganalisis profil NACA yang optimal, penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan turbin angin yang lebih efisien. Hal ini berpotensi meningkatkan kinerja konversi energi dari angin menjadi energi listrik, sehingga mendukung penggunaan energi terbarukan.

##### 3. Aplikasi Praktis dalam Rekayasa Energi:

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan oleh para insinyur dan perancang turbin angin dalam merancang sistem yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Pengetahuan mengenai profil NACA yang efektif dapat diterapkan dalam pengembangan teknologi energi angin yang lebih baik.

##### 4. Peningkatan Kesadaran Lingkungan:

Penelitian ini juga berkontribusi pada peningkatan kesadaran akan pentingnya penggunaan sumber energi terbarukan, seperti energi angin,

dalam upaya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil.

5. Dasar untuk Penelitian Lanjutan:

Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam bidang aerodinamika dan rekayasa energi terbarukan. Temuan dan rekomendasi yang dihasilkan dapat menjadi acuan bagi studi-studi berikutnya yang ingin mengeksplorasi lebih dalam mengenai desain dan optimasi turbin angin

## BAB 2

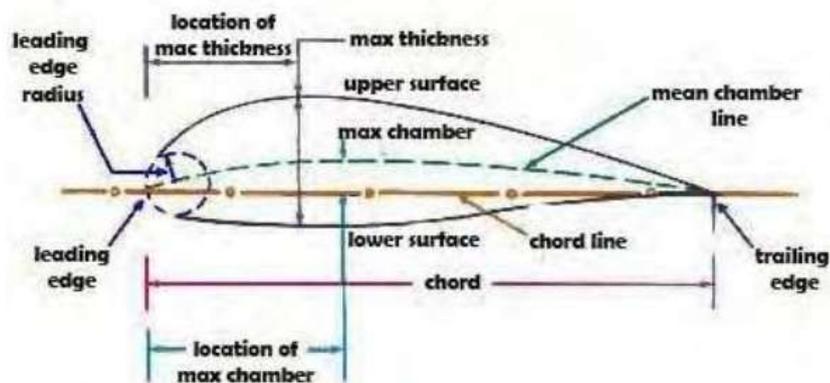
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Teori Aerodinamika

Aerodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari hubungan antara udara dan objek yang bergerak di dalamnya. Disiplin ini memiliki peranan penting di berbagai bidang, terutama dalam rekayasa penerbangan. Dalam dunia penerbangan, pemahaman mengenai aerodinamika sangat penting untuk merancang sayap pesawat yang efisien terutama pada pemilihan *airfoil*. Menurut (Herman Sasongko & Yudiansyah Harahap, 2003) Dengan meningkatnya perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah kontur *airfoil*, *lift* yang dihasilkan juga akan semakin besar. Di sisi lain, grafik koefisien *lift* ( $C_l$ ) terhadap sudut serang menunjukkan hubungan linier. Perbedaan tekanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perubahan sudut serang dan variasi ketebalan maksimum udara.

Gaya angkat adalah gaya yang memungkinkan pesawat untuk terbang, sedangkan *drag* adalah gaya yang berlawanan dengan arah pergerakan pesawat. Oleh karena itu, perancangan profil sayap yang optimal menjadi faktor kunci dalam meningkatkan kinerja pesawat. Desain yang efektif tidak hanya perlu memaksimalkan gaya angkat, tetapi juga harus meminimalkan *drag*, sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan keseluruhan performa pesawat.

*Airfoil* adalah adalah sebuah irisan yang melintang pada sayap pesawat, atau dengan kata lain, *airfoil* ini adalah bentuk dua dimensi dari sayap. Gambar 2.1 yang menunjukkan bagian-bagian dari *airfoil*.



Gambar 2.1 Bagian-bagian dari *Airfoil* (Suroño et al., 2021)

Berikut adalah istilah-istilah yang terkait dengan *Airfoil*:

- a. *Leading edge* adalah tepi depan atau titik paling depan dari garis mean camber line.
- b. *Trailing edge* adalah tepi belakang atau titik paling belakang dari garis mean camber line.
- c. *Mean camber line* adalah garis yang menunjukkan kelengkungan rata-rata airfoil, menghubungkan titik-titik tengah antara permukaan atas dan bawah.
- d. *Chord line* adalah garis yang menghubungkan *leading edge* dan *trailing edge*.
- e. *Camber/maksimal camber* (kelengkungan) adalah jarak maksimum antara *mean camber line* dan *chord line*.
- f. *Thickness* adalah jarak antara permukaan atas dan bawah.
- g. Sudut serang (*AOA/Angle of Attack*) adalah sudut yang terbentuk antara vektor kecepatan aliran bebas dan *chord line*, atau sudut antara aliran bebas dan *chord line*.

## 2.2 Karakteristik Profil NACA

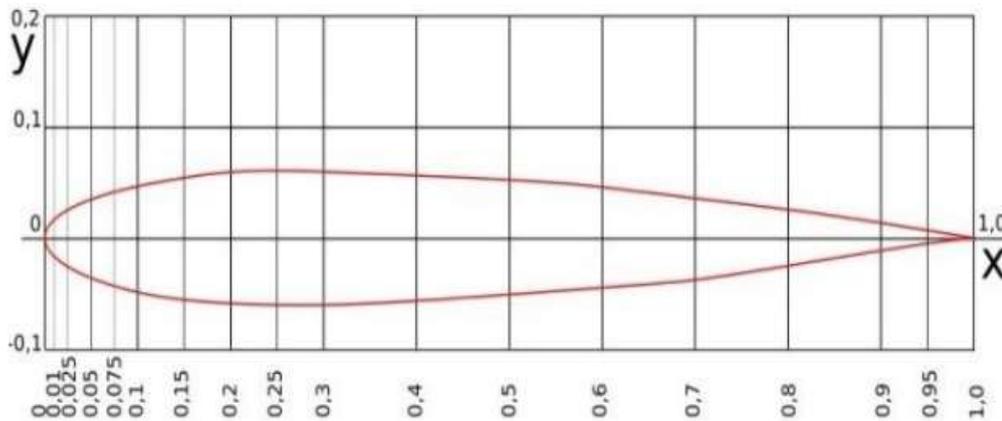
Profil sayap, yang dibuat oleh *National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA), adalah sistem penamaan yang digunakan untuk menjelaskan bentuk dan karakteristik geometris sayap pesawat. Sistem ini terdiri dari serangkaian angka yang memberikan informasi khusus tentang bentuk, ketebalan, dan sifat aerodinamis sayap. Peningkatan camber akan menghasilkan gaya angkat yang lebih besar. Di samping itu, peningkatan laju aliran pada sayap pesawat juga berkontribusi terhadap peningkatan gaya angkat yang dihasilkan. Penelitian ini juga mengindikasikan bahwa terdapat hubungan nonlinier dalam bentuk kuadratik antara gaya angkat dan koefisien angkat (CL)(Guo et al., 2022).

1. Koefisien daya angkat (Cl): Menunjukkan kemampuan profil menghasilkan gaya angkat pada kecepatan tertentu, yang dipengaruhi bentuk profil, sudut serang, dan aliran udara.
2. Koefisien hambatan (Cd): Mengukur resistansi profil saat bergerak melalui udara, mempengaruhi efisiensi bahan bakar dan kestabilan pesawat.

## 2.2.1 Jenis-jenis NACA

### 1. NACA seri 4 digit

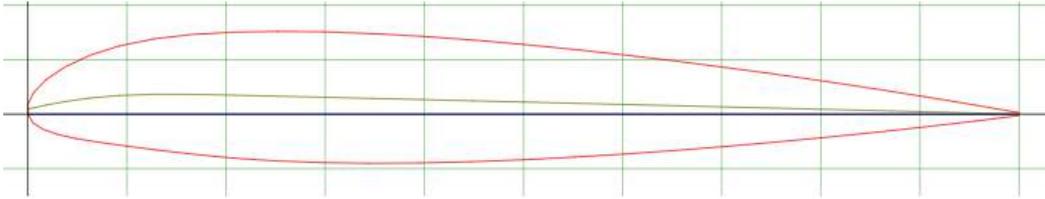
Pada airfoil NACA seri empat, angka pertama menunjukkan persentase maksimum camber terhadap chord. Angka kedua menunjukkan posisi maksimum camber dalam persepuluh dari chord, diukur dari leading edge. Sementara itu, dua angka terakhir menunjukkan persentase ketebalan airfoil terhadap chord. Sebagai contoh, airfoil NACA 2412 memiliki maksimum camber sebesar 0,02 yang terletak pada 0,4c dari leading edge dan memiliki ketebalan maksimum sebesar 12% dari chord atau 0,12c (Hidayat, 2014).



Gambar 2.2 NACA seri 4 digit (Hidayat, 2014)

### 2. NACA seri 5 digit

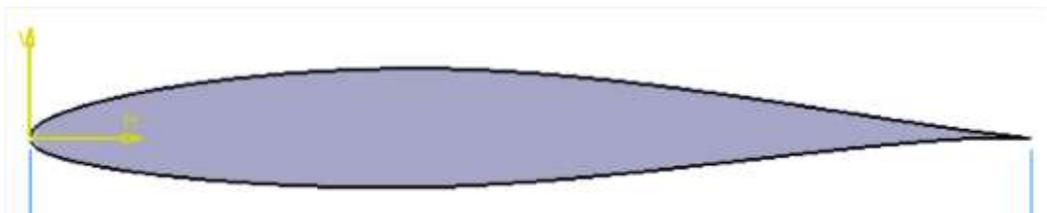
NACA Seri Lima Digit memiliki bentuk ketebalan yang serupa dengan Seri Empat Digit, namun garis camber rata-rata didefinisikan dengan cara yang berbeda dan konvensi penamaannya sedikit lebih kompleks. Angka pertama, jika dikalikan dengan  $3/2$ , akan menghasilkan koefisien gaya angkat desain ( $c_l$ ) dalam persepuluhan. Dua angka berikutnya, jika dibagi 2, menunjukkan posisi camber maksimum ( $p$ ) dalam persepuluhan chord. Dua angka terakhir kembali menunjukkan ketebalan maksimum ( $t$ ) dalam persentase chord (Jacobs et al., 1933).



Gambar 2.3 NACA seri 5 digit (NACA 23012 12% (Naca23012-il), n.d.)

### 3. NACA seri 6 digit

Aturan penamaan untuk seri 6 ini cukup membingungkan jika dibandingkan dengan seri lainnya, terutama karena adanya berbagai variasi yang tersedia. Contoh yang sering digunakan adalah NACA 641-212, di mana  $a = 0,6$ . Angka 6 pada digit pertama menunjukkan bahwa ini adalah seri 6, yang dirancang untuk aliran laminar yang lebih besar dibandingkan dengan seri 4 dan 5 digit. Angka 4 menunjukkan lokasi tekanan minimum dalam persepuluhan chord ( $0,4c$ ). Subskrip 1 menunjukkan bahwa rentang drag minimum dicapai pada  $0,1$  di atas dan di bawah CL desain, yang terlihat dari angka 2 setelah tanda hubung. Dua angka terakhir menunjukkan persentase ketebalan terhadap chord, yaitu 12% atau  $0,12$ . Sementara itu,  $a = 0,6$  menunjukkan persentase chord airfoil di mana distribusi tekanannya seragam, dalam hal ini adalah 60% dari chord (Hidayat, 2014).

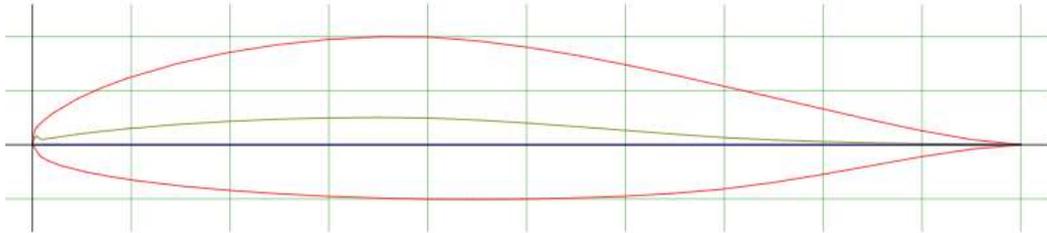


Gambar 2.4 NACA 6 digit (Karkoulas et al., 2022)

### 4. NACA seri 7 digit

Sebagai contoh, NACA 747A315 memiliki penamaan yang spesifik. Angka 7 menunjukkan seri airfoil tersebut. Angka 4 menunjukkan lokasi tekanan minimum di permukaan atas dalam persepuluhan (yaitu  $0,4c$ ), sedangkan angka 7 pada digit ketiga menunjukkan lokasi tekanan minimum di permukaan bawah airfoil dalam persepuluhan ( $0,7c$ ). Huruf A pada digit keempat menunjukkan format distribusi ketebalan dan garis rata-rata yang distandarisasi dari seri awal NACA. Angka 3 pada digit

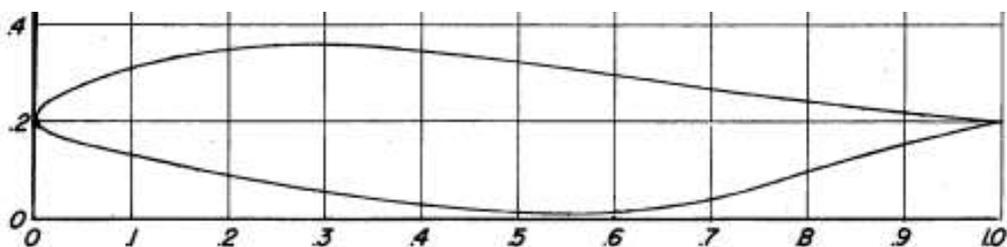
kelima menunjukkan koefisien gaya angkat desain (CL) dalam persepuluhan (yaitu 0,3), dan dua angka terakhir menunjukkan persentase ketebalan maksimum terhadap chord, yaitu 15% atau 0,15 (Hidayat, 2014).



Gambar 2.5 NACA seri 7 digit (NACA 747A315 (Naca747a315-il), n.d.)

#### 5. NACA seri 8 digit

Airfoil NACA seri 8 dirancang untuk penerbangan pada kecepatan supercritical. Sistem penamaannya mirip dengan seri 7, tetapi digit pertama adalah 8 yang menunjukkan serinya. Sebagai contoh, NACA 835A216 adalah airfoil dari seri 8 yang memiliki lokasi tekanan minimum di permukaan atas pada  $0,3c$ , lokasi tekanan minimum di permukaan bawah pada  $0,5c$ , dengan koefisien gaya angkat desain (CL) sebesar 2 dan ketebalan maksimum  $0,16c$ . 2.5 Sudut Serang (Angle of Attack) Sudut serang adalah sudut yang terbentuk antara tali busur airfoil dan arah aliran udara yang melintasinya (relative wind), biasanya dilambangkan dengan  $\alpha$  (alpha). Untuk airfoil simetris, gaya angkat yang dihasilkan akan nol ketika sudut serang adalah nol. Namun, pada airfoil yang tidak simetris, meskipun sudut serang nol, gaya angkat tetap dapat muncul. Gaya angkat akan menjadi nol jika airfoil yang tidak simetris membentuk sudut negatif terhadap aliran udara. Sudut serang di mana gaya angkat sama dengan nol ini dikenal sebagai zero angle lift (Hidayat, 2014).



Gambar 2.6 NACA seri 8 digit (Donald J. Graham, 1936)

### 2.3 NACA 0018

Gambar 2.7 menunjukkan profil sayap NACA 0018 dirancang untuk memberikan performa yang baik dalam berbagai kondisi penerbangan, terutama pada sudut serang rendah hingga sedang. Ini memiliki bentuk simetris dan ketebalan maksimum sebesar 18% dari panjang chord. Profil NACA 0018 memiliki fitur berikut:

- **Ketebalan:** Profil ini memiliki ketebalan maksimum 18 persen dari panjang chord, yang menyeimbangkan kekuatan struktural dan performa aerodinamis. Karena ketebalan ini, mereka dapat menghasilkan gaya angkat yang cukup besar tanpa menambah drag yang signifikan.
- **Simetris:** NACA 0018 memiliki profil simetris yang memiliki bentuk yang sama di atas dan di bawah chord. Ini menawarkan keuntungan dalam hal stabilitas dan kontrol, terutama pada sudut serang nol, di mana gaya drag dan angkat dapat dioptimalkan.
- **Kinerja:** Profil NACA 0018 dikenal memiliki koefisien angkat yang baik dan drag yang sedikit pada beberapa sudut serang. Hal ini membuatnya populer untuk aplikasi yang membutuhkan efisiensi aerodinamis, seperti pada model bilah turbin angin dan pesawat terbang ringan.



Gambar 2.7 NACA 0018 (Guo et al., 2022)

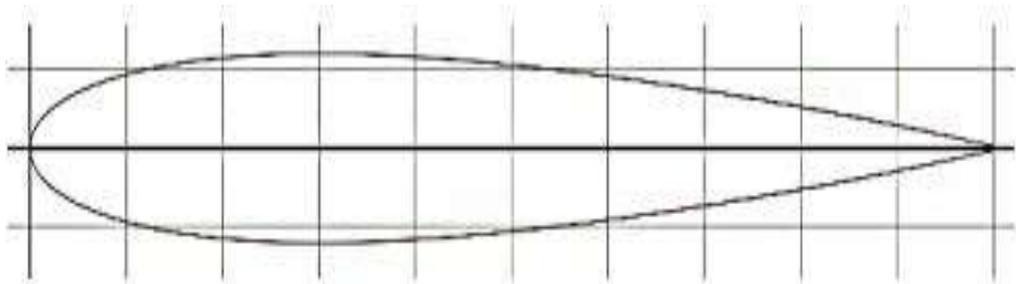
### 2.4 NACA 0012

Profil NACA 0012 adalah jenis profil sayap simetris yang memiliki ketebalan maksimum 12% dari panjang chord. Profil ini sering diterapkan dalam situasi yang memerlukan efisiensi aerodinamis yang lebih baik, terutama pada kecepatan tinggi. Beberapa karakteristik utama dari profil NACA 0012 adalah sebagai berikut:

- **Ketebalan:** Ketebalan maksimum profil ini adalah 12% dari panjang chord, yang lebih ramping dibandingkan dengan NACA 0018. Ketebalan yang

lebih kecil ini berkontribusi pada pengurangan drag, sehingga meningkatkan efisiensi aerodinamis pada kecepatan tinggi.

- Simetri: Sama seperti NACA 0018, profil NACA 0012 juga memiliki bentuk simetris. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal performa aerodinamis yang stabil pada berbagai sudut serang, serta meningkatkan stabilitas dan kontrol pesawat.
- Kinerja: Profil NACA 0012 umumnya menunjukkan koefisien angkat yang lebih tinggi pada sudut serang yang lebih besar jika dibandingkan dengan NACA 0018. Namun, penting untuk dicatat bahwa drag yang dihasilkan pada sudut serang rendah cenderung lebih tinggi, sehingga pemilihan profil ini harus mempertimbangkan kondisi penerbangan yang akan dihadapi.



Gambar 2.8 NACA 0012 (Göv & Doğru, 2020)

## 2.5 Sudut Serang (*Angle of Attack*)

Sudut serang merupakan sudut yang terbentuk antara tali busur sebuah airfoil dan arah aliran udara yang melintasinya (angin relatif). Sudut ini biasanya dilambangkan dengan  $\alpha$  (alpha). Pada airfoil simetris, lift yang dihasilkan akan bernilai nol ketika sudut serang adalah nol. Namun, pada airfoil yang tidak simetris, meskipun sudut serang nol, gaya angkat tetap dapat muncul. Gaya angkat akan menjadi nol jika airfoil yang tidak simetris membentuk sudut negatif terhadap aliran udara. Sudut serang di mana gaya angkat mencapai nol ini dikenal sebagai zero angle lift (Lubis, 2012).

## 2.6 Metode Rancang Bangun

Rancang bangun merujuk pada proses yang melibatkan perancangan dan pengembangan suatu model atau sistem. Dalam penelitian ini, rancang bangun profil NACA dilakukan untuk menghasilkan model yang dapat digunakan dalam eksperimen. (Pahl dan Beitz, 2013) menjelaskan bahwa proses rancang bangun

terdiri dari beberapa tahap, yaitu analisis kebutuhan, perancangan konseptual, dan pengujian prototipe. Metode ini menggunakan bantuan perangkat lunak seperti *Solidwork* yang memberikan kesempatan bagi peneliti untuk merancang profil sayap yang sesuai untuk model eksperimen.

### 2.7 Studi Eksperimen dalam Aerodinamika

Studi eksperimen adalah metode yang krusial dalam penelitian aerodinamika untuk menguji teori dan model yang telah dirancang. (Houghton dan Carruthers,2004) menyatakan bahwa eksperimen dapat dilakukan di *wind tunnel* untuk mengamati perilaku aliran udara di sekitar model sayap seperti pada gambar 2.9. Data yang diperoleh dari eksperimen ini dapat dimanfaatkan untuk memvalidasi model matematis dari variasi bentuk NACA yang berbeda untuk mengetahui nilai *drag* dan *lift* yang terjadi pada profil.



Gambar 2.9 *Wind tunnel*

### 2.8 Aplikasi Profil NACA Desain Kincir Angin

Profil NACA telah banyak diterapkan dalam desain kincir angin kontemporer. Penelitian yang dilakukan oleh (Raymer, 2012) mengindikasikan bahwa penggunaan profil NACA yang tepat dapat meningkatkan efisiensi energi serta kinerja kincir angin. Di samping itu, pemilihan profil yang tepat juga dapat memengaruhi stabilitas dan respons kincir angin terhadap aliran angin, sehingga meningkatkan efektivitasnya dalam menghasilkan energi terbarukan.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya perancangan dan pembuatan profil NACA ini di lakukan di gedung D di lab komputer lantai 2 dan lab teknik di fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

##### 3.1.2 Waktu

Pengerjaan rancang bangun ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, dan terlihat pada table 3.1.

Tabel 3.1: waktu pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	waktu (bulan) ke					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur		■				
3	Penyediaan alat dan bahan		■				
4	Perancangan gambar NACA 0018 dan NACA 0012 menggunakan <i>software solidwork</i> 2014.			■			
	Pembuatan profil NACA 0018 dan NACA 0012 dengan kayu Balsa dengan ukuran sesuai Perancangan.				■		
5	Sidang tugas Akhir						■

#### 3.2. Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam rancang bangun ini adalah :

##### 3.2.1 Alat yang di gunakan

1. Pisau cutter
2. Penggaris
3. Gunting
4. Amplas
5. Pena

##### 3.2.2 Bahan yang Digunakan

###### 1. Kayu Balsa

Kayu balsa merupakan tipe kayu yang diambil dari pohon balsa (*Ochroma*

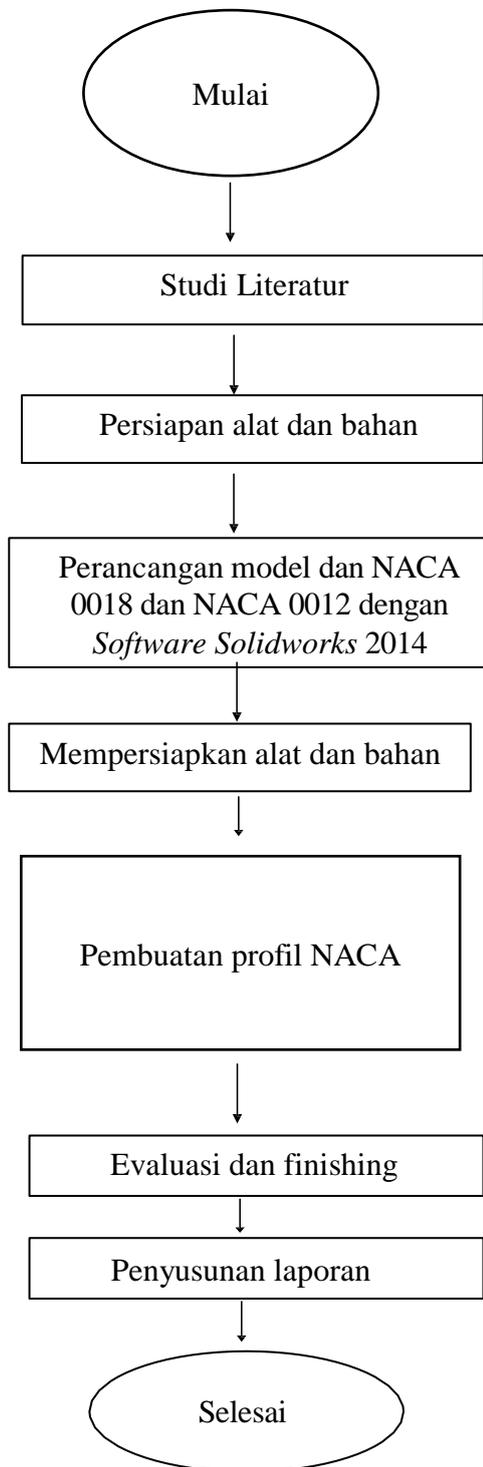
*pyramidale*) dan terkenal karena karakteristiknya yang ringan dan lembut. Kayu ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, dengan Panjang 50 cm, lebar 10 cm, tebal 1 mm dan 3 mm.

## 2. Lem korea

Lem Korea, sering juga disebut lem G digunakan untuk merekatkan material seperti kayu dengan cepat dan kuat.

.

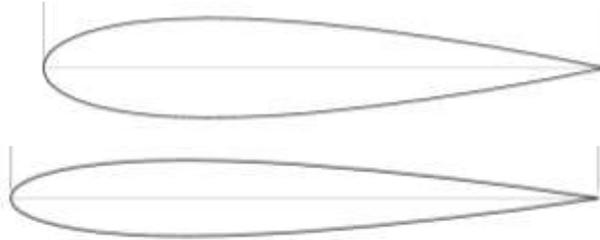
### 3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian

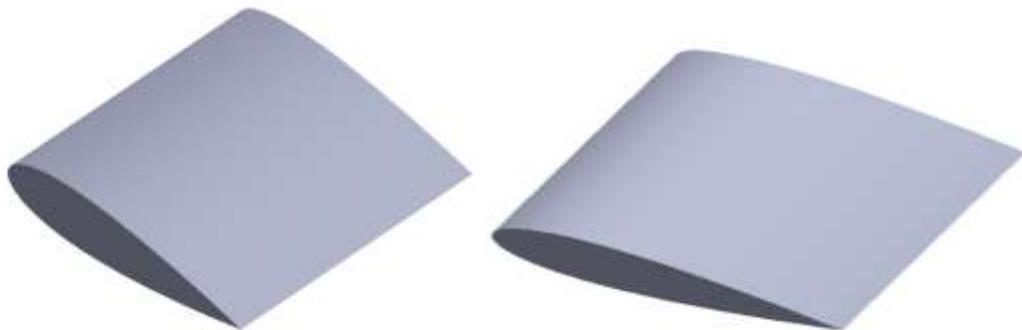
Model *Airfoil* yang akan di rancang menggunakan Solidwork 2014 yaitu model dari NACA 0018 dan NACA 0012 dengan ratio 2:1.



Gambar 3.2 Profil Naca yang telah di insert ke Solidwork



Gambar 3.3 Menentukan ukuran yang sesuai untuk eksperimen.



Gambar 3.4 Rancangan yang sudah selesai

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 1. Persiapan Material

- Kayu balsa
- Lem korea
- Pisau cutter
- penggaris
- Gunting
- Kertas Pasir
- Pena

#### 2. Perancangan:

- Siapkan desain profil NACA yang akan dicetak sebagai mal.

#### 3. Pemasangan Rancangan pada Media:

- Gunting mal yang sudah dicetak dan tempelkan pada kayu balsa yang telah dipotong.

#### 4. Proses Pemotongan:

- Potong kayu balsa sesuai bentuk mal menggunakan pisau cutter dan haluskan pinggiran dengan amplas.

#### 5. Penggabungan Profil:

- Gabungkan dua potongan kayu balsa yang sudah dibentuk menjadi satu dengan menggunakan lem.

#### 6. Pelapisan Profil:

- Lapsi profil menggunakan kayu balsa yang dipotong dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan ketebalan 1 mm, lalu lem secara merata.

#### 7. Pengukuran Dimensi:

- Setelah pelapisan selesai, lakukan pengukuran kembali untuk memastikan sesuai dengan rancangan awal.

## BAB 4

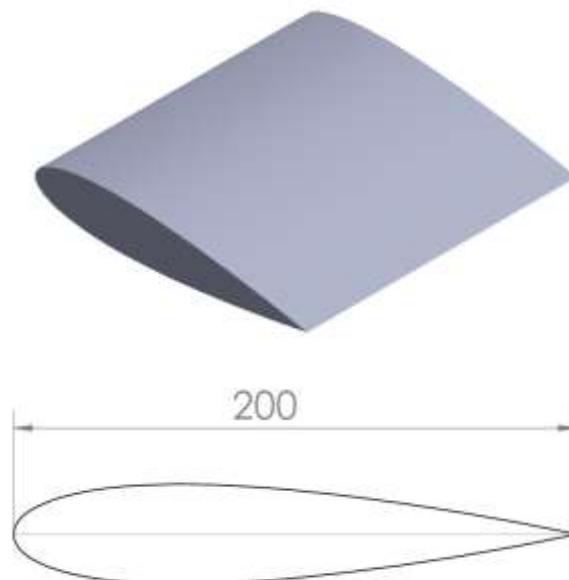
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Rancangan Profil NACA

Pada penelitian ini membahas proses rancang bangun profil NACA sebagai model untuk studi eksperimen aerodinamika. Profil NACA dipilih karena kemampuannya menghasilkan karakteristik gaya angkat (*lift*) dan hambatan (*drag*) yang dapat diprediksi secara matematis.

##### 4.1.1 NACA 0018

Profil NACA yang dirancang adalah tipe NACA 0018 yang dirancang menggunakan software Solidwork 2014 dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 200 mm dan ratio 2:1 seperti pada gambar 4.1 dibawah ini.

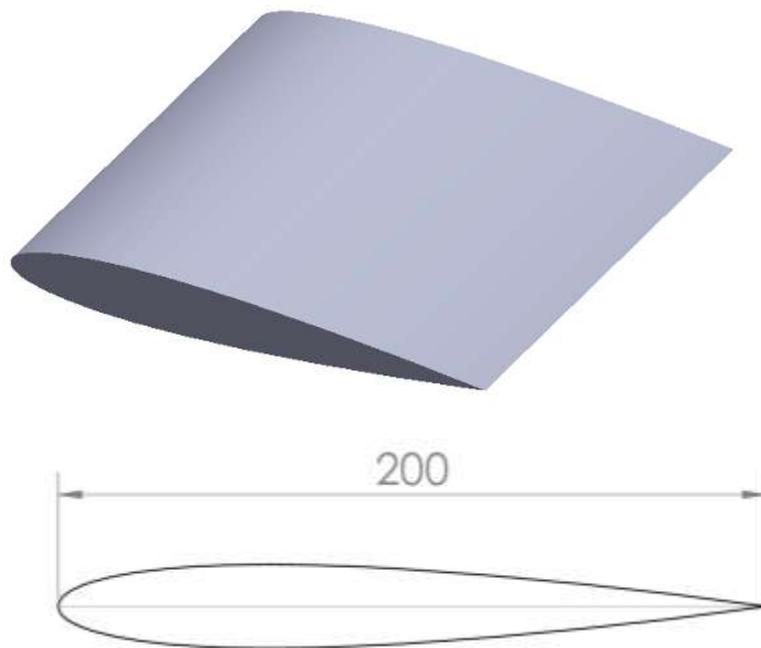


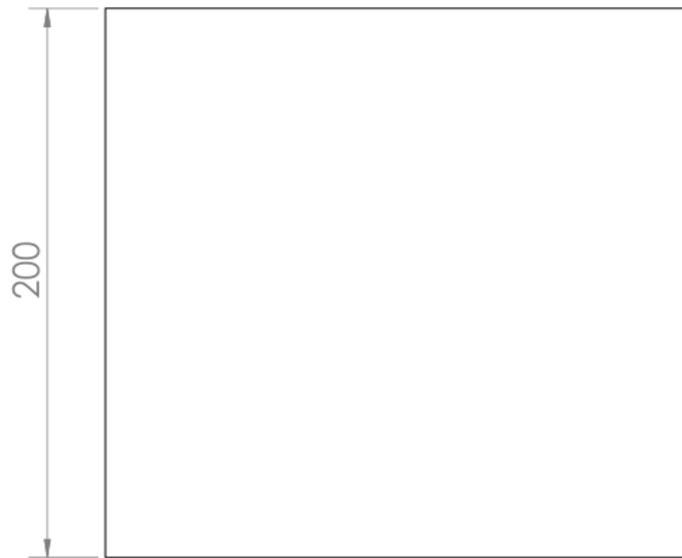


Gambar 4.1 Rancangan NACA 0018

#### 4.1.2 NACA 0012

Profil NACA yang dirancang adalah tipe NACA 0012 yang dirancang menggunakan software Solidwork 2014 dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 200 mm dan ratio 2:1 seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.





Gambar 4.2 Rancangan NACA 0012

#### 4.2 Proses Fabrikasi Model

Model fisik dari profil NACA 0018 dan NACA 0012 difabrikasi dengan material dan prosedur yang sama yaitu dengan kayu balsa. Proses fabrikasi meliputi langkah-langkah berikut:

##### 1. Persiapan Material:

- Kayu Balsa

Dengan Panjang 50 cm, lebar 10 cm, tebal 1 mm dan 3 mm.



Gambar 4.3 lembaran kayu balsa

- Lem Korea

Lem Korea, sering juga disebut lem G digunakan untuk merekatkan material seperti kayu dengan cepat dan kuat.



Gambar 4.4 Lem korea

## 2. Persiapan Alat:

- Pisau cutter

Digunakan untuk memotong kayu balsa yang sudah di mal.



Gambar 4.5 pisau cutter

- Penggaris

Digunakan untuk mengukur sekaligus alat bantu untuk memotong kayu agar lurus dan presisi



Gambar 4.6 Penggaris

- Gunting

Digunakan untuk memotong bentuk mal NACA.



Gambar 4.7 Gunting

- Kertas Pasir

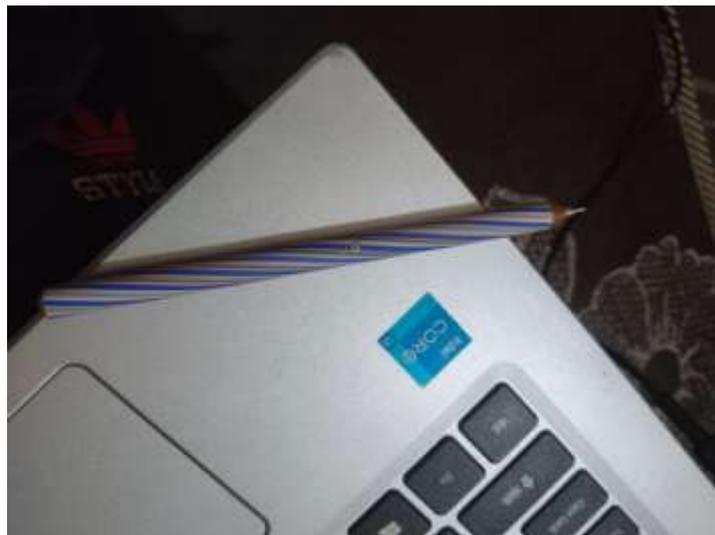
Menggunakan amplas dengan ukuran kekasaran 250 untuk menghaluskan pinggiran NACA sudah di bentuk.



Gambar 4.8 Kertas pasir

- Pena

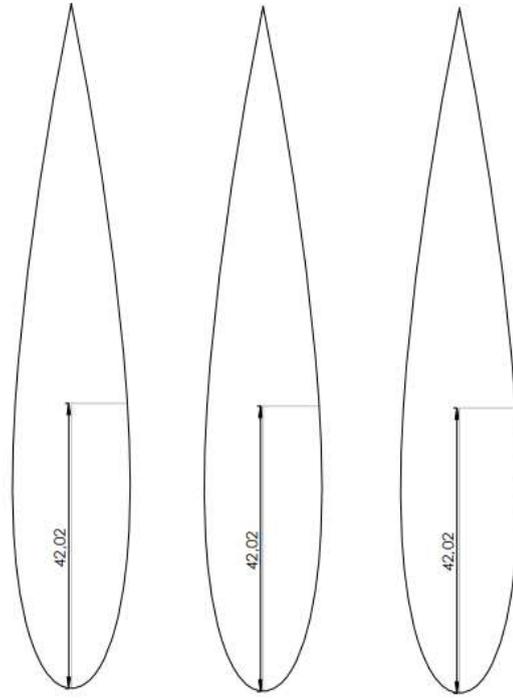
Digunakan untuk menandai ukuran yang akan di potong.



Gambar 4.9 Pena

### 3. Perancangan

Siapkan desain NACA yang akan di print dalam bentuk drawing,yang nantinya akan digunakan sebagai mal bentuk NACA,seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 gambar rancangan

4. Pemasangan rancangan pada media

Gunting mal yang sudah di print lalu tempelkan pada kayu balsa yang sudah dipotong,seperti pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 Pemasangan rancangan pada media

#### 5. Proses Pemotongan

Seperti pada gambar 4.12 Potong kayu balsa sesuai dengan bentuk mal dengan menggunakan pisau cutter dan menghaluskan pinggirannya yang sudah di potong dengan amplas.



Gambar 4.12 Pemotongan profil sesuai rancangan

#### 6. Penggabungan profil

Menggabungkan dua potongan kayu balsa yang sudah di bentuk menjadi 1 bentuk dengan menggunakan lem, Hal ini bertujuan agar proses pelapisan luar bisa merekat dan lebih presisi seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 kayu balsa sesudah di lem

7. Pembuatan untuk titik tengah massa

Membuat lubang berdasarkan titik pusat massa yang sebelumnya sudah di tandai di mal, memasang tulang tengah yang terbuat dari kayu balsa dengan Panjang 20 cm, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 penggabungan dengan tulang tengah

8. Pelapisan profil dengan kayu balsa

Selanjutnya seperti pada gambar 4.15 yaitu melakukan proses melapisi profil menggunakan kayu balsa yang dipotong dengan Panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 1 mm. Lalu di lem secara merata dan teliti agar sesuai dengan ukuran yang di inginkan.



Gambar 4.15 Pelapisan profil dengan kayu balsa

#### 9. Pengukuran Dimensi

Terakhir seperti gambar 4.16 dibawah Setelah tahap pelapisan selesai, dilakukan pengukuran kembali sesuai rancangan awal.



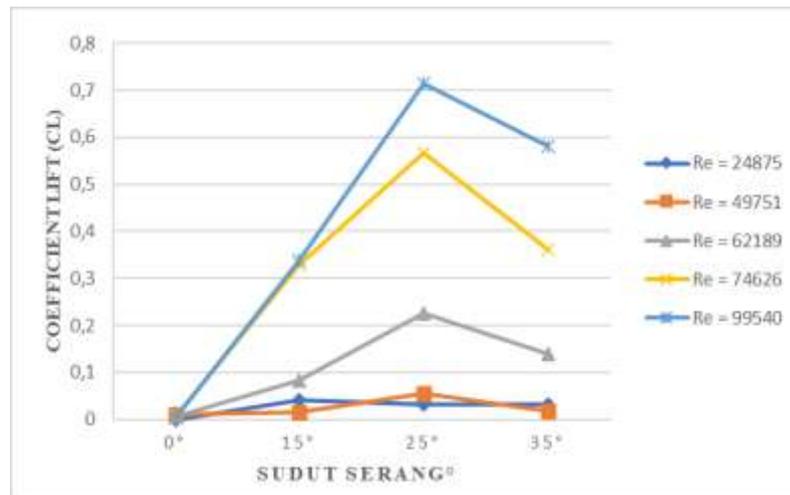
Gambar 4.16 Hasil fabrikasi model NACA 0012 dan NACA 0018

### 4.3 Hasil Pengujian Eksperimen

Indonesia mengalami pergerakan angin yang dipengaruhi oleh kondisi di benua Australia dan Asia. Pergerakan angin ini berkontribusi terhadap perubahan musim kemarau dan musim hujan di Indonesia. Rata-rata kecepatan angin di Indonesia berada dalam rentang 1,3 m/s hingga 6,3 m/s (Rhasyid & Pramudita, 2023). Untuk memahami lebih lanjut tentang pengaruh kecepatan angin terhadap performa aerodinamis, pengujian dilakukan di terowongan angin dengan kecepatan aliran 2 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, dan 8 m/s. Dalam penelitian ini, variasi sudut serang (*angle of attack*) dari 0°, 15°, 25°, hingga 35° diuji untuk mengukur koefisien lift dan drag.

#### 4.3.1 Perbandingan koefisien *lift* dan koefisien *drag* pada NACA 0018

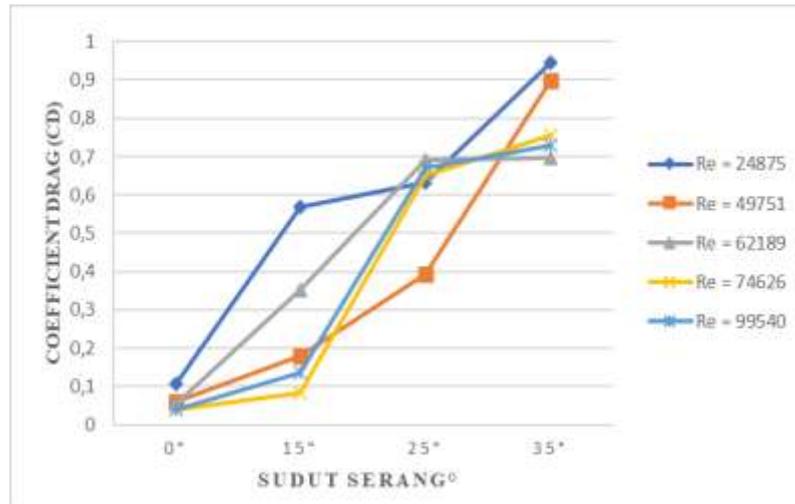
##### 1. Perbandingan perbandingan koefisien *lift* terhadap sudut serang



Gambar 4.17 perbandingan koefisien angkat terhadap sudut serang

Pada gambar 4.17 terdapat grafik perbandingan koefisien angkat terhadap sudut serang. Semakin besar kecepatan angin atau bilangan Reynold maka nilai dari koefisien angkat dari *airfoil* akan meningkat. Begitu juga dengan sudut serang, semakin besar sudut serang maka nilai koefisien angkat dari *airfoil* juga semakin besar. Tetapi seiring meningkatnya sudut serang pada sudut serang 35° *airfoil* hampir mengalami *stall*.

## 2. Perbandingan koefisien *drag* terhadap sudut serang

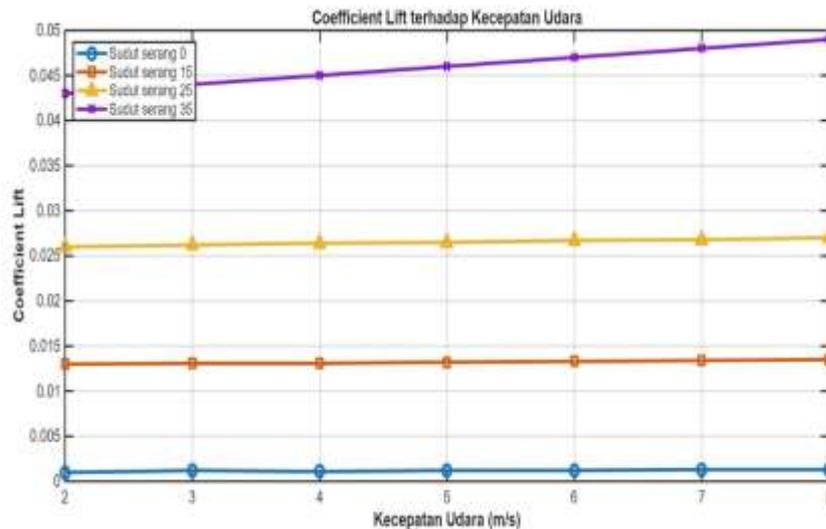


Gambar 4.18 perbandingan koefisien *drag* terhadap sudut serang

Pada gambar 4.18 menunjukkan grafik perbandingan dari koefisien *drag* terhadap sudut serang. Sama halnya dengan analisis di atas, semakin besar bilangan Reynold dan sudut serang dari *airfoil* maka nilai dari koefisien hambat semakin besar. Dapat dilihat dari gambar 4.18 nilai koefisien *drag* tertinggi rata-rata pada sudut serang 35°.

### 4.3.2 Perbandingan koefisien *lift* dan koefisien *drag* pada NACA 0012

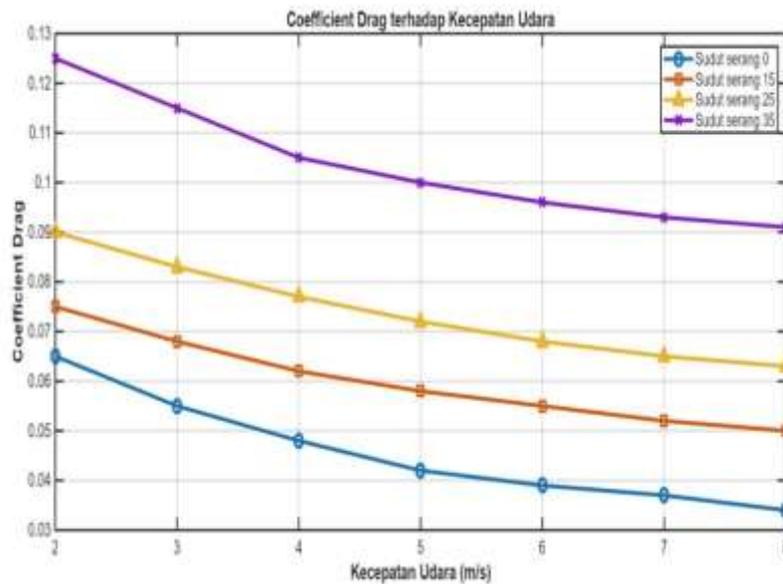
#### 1. Perbandingan perbandingan koefisien *lift* terhadap sudut serang



Gambar 4.19 Perbandingan perbandingan koefisien *lift* terhadap sudut serang

Pada gambar 4.19, terlihat bahwa nilai koefisien lift cenderung tetap atau hanya mengalami perubahan sangat kecil terhadap variasi kecepatan udara dari 2 m/s hingga 8 m/s. Setiap kurva mewakili nilai koefisien lift pada sudut serang tertentu, dan nilainya tetap konstan atau hampir konstan meskipun kecepatan udara meningkat. Koefisien lift tertinggi terjadi pada sudut serang 35°, diikuti oleh sudut 25°, 15°, dan yang paling rendah adalah sudut 0°, yang bahkan mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa sudut serang memiliki pengaruh terhadap nilai koefisien lift, sedangkan perubahan kecepatan udara dalam rentang yang diteliti tidak memberikan pengaruh signifikan.

2. Perbandingan perbandingan koefisien *drag* terhadap sudut serang



Gambar 4.20 Perbandingan perbandingan koefisien *drag* terhadap sudut serang

Pada gambar 4.20 tersebut, terlihat bahwa nilai koefisien *drag* cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan udara dari 2 m/s hingga 8 m/s untuk semua sudut serang. Sudut serang 35° menunjukkan koefisien drag tertinggi di seluruh rentang kecepatan, diikuti oleh sudut 25°, 15°, dan yang paling rendah adalah sudut 0°.

4.4 Pembahasan

Setelah didapatkan data-data di atas, berikut merupakan pembahasan dari hasil percobaan.

#### 4.5 Analisis Data Gaya *lift* Terhadap Sudut Serang antara NACA 0018 dan NACA 0012

Pada gambar 4.17, grafik menunjukkan bahwa NACA 0018 memiliki koefisien angkat yang meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan angin dan sudut serang. Hal ini menunjukkan bahwa baik kecepatan angin maupun sudut serang berkontribusi positif terhadap peningkatan koefisien angkat airfoil. Namun, pada sudut serang  $35^\circ$ , airfoil hampir mengalami stall, yang menandakan batas maksimum di mana peningkatan sudut serang dapat menyebabkan penurunan performa. Sebaliknya, pada NACA 0012 yang terdapat pada gambar 4.19, meskipun koefisien lift tertinggi terjadi pada sudut serang  $35^\circ$ , nilai koefisien lift cenderung tetap atau hanya mengalami perubahan kecil dengan variasi kecepatan udara dari 2 m/s hingga 8 m/s. Ini menunjukkan bahwa, dalam rentang kecepatan yang diteliti, perubahan kecepatan udara tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap koefisien lift, meskipun sudut serang tetap berperan penting dalam menentukan nilai koefisien lift. Secara keseluruhan, kedua grafik menunjukkan bahwa sudut serang memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap koefisien angkat dibandingkan dengan variasi kecepatan udara, meskipun peningkatan sudut serang juga membawa risiko stall pada nilai tertentu.

#### 4.6 Analisis Data Gaya *drag* Terhadap Sudut Serang antara NACA 0018 dan NACA 0012

Dari analisis yang ditunjukkan pada gambar 4.18, dapat disimpulkan bahwa NACA 0018 memiliki koefisien drag yang meningkat seiring dengan bertambahnya bilangan Reynold dan sudut serang airfoil, dengan nilai tertinggi tercatat pada sudut serang  $35^\circ$ . Hal ini sejalan dengan temuan pada NACA 0012 gambar 4.20, di mana koefisien drag juga menunjukkan tren menurun seiring dengan peningkatan kecepatan udara dari 2 m/s hingga 8 m/s untuk semua sudut serang. Meskipun demikian, sudut serang  $35^\circ$  tetap menunjukkan koefisien drag tertinggi di seluruh rentang kecepatan yang diuji, diikuti oleh sudut  $25^\circ$ ,  $15^\circ$ , dan yang terendah adalah sudut  $0^\circ$ . Kesimpulan ini menegaskan bahwa sudut serang memiliki pengaruh signifikan terhadap koefisien drag, meskipun kecepatan udara dapat mempengaruhi nilai drag secara keseluruhan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Profil NACA telah dirancang dan dibangun sesuai untuk digunakan sebagai model dalam studi eksperimen, dengan fokus pada karakteristik aerodinamis yang optimal.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan bentuk profil dapat memengaruhi gaya *lift*, gaya *drag*, dan efisiensi konversi energi. Dengan demikian, pemilihan profil NACA yang tepat sangat penting untuk meningkatkan performa turbin angin dalam aplikasi praktis.

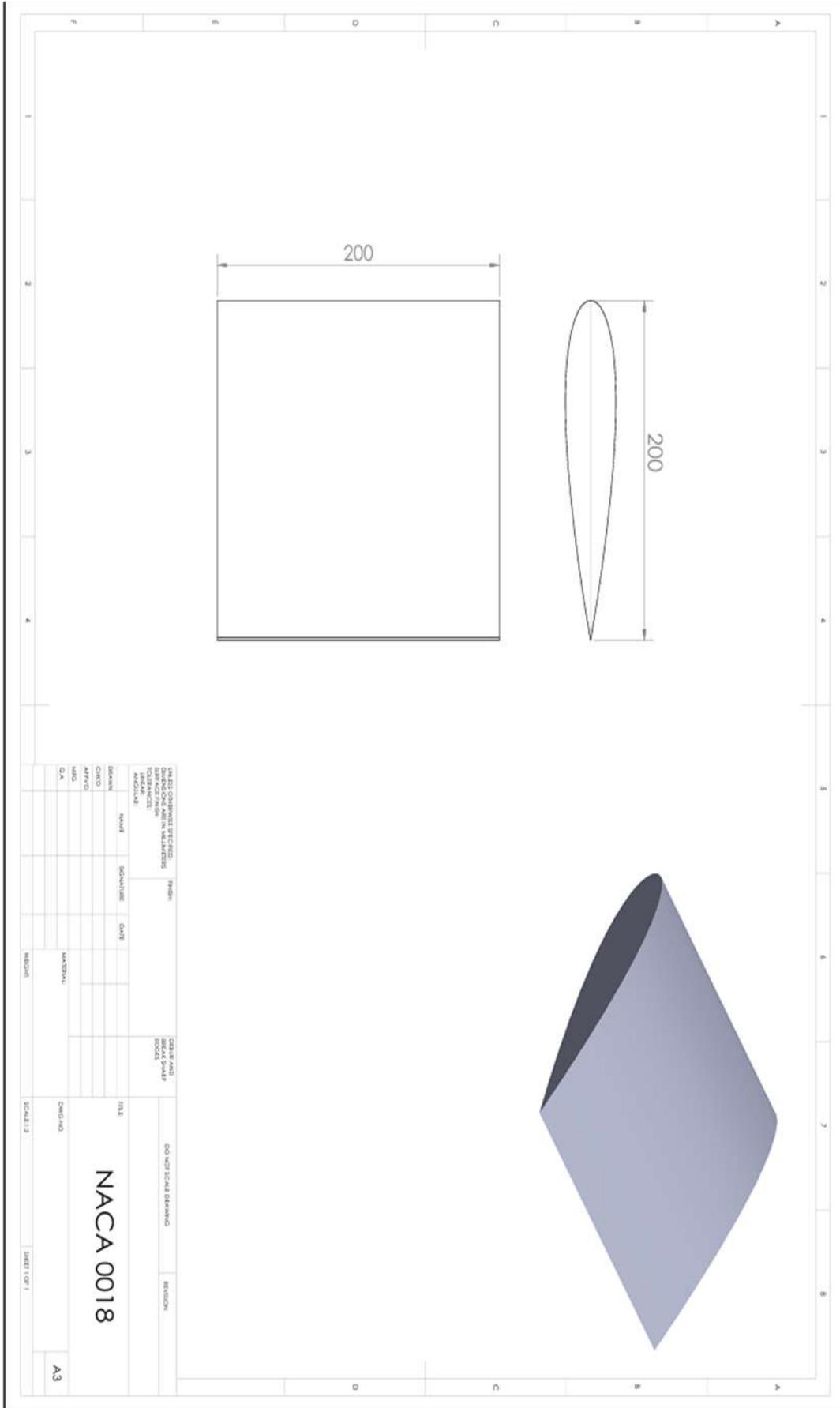
#### 5.2 Saran

1. Pengembangan Model: Disarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap model profil NACA yang telah dirancang. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi variasi bentuk profil NACA lainnya untuk melihat pengaruhnya terhadap performa aerodinamis.
2. Uji Eksperimen Lanjutan: Melakukan uji eksperimen lebih lanjut dengan menggunakan berbagai kondisi aliran, seperti kecepatan aliran yang berbeda dan sudut serang yang bervariasi, untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif mengenai karakteristik aerodinamis dari profil NACA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Donald J. Graham. (1936). National advisory committee for aeronautics. *Journal of the Franklin Institute*, 222(5), 640. [https://doi.org/10.1016/s0016-0032\(36\)91008-6](https://doi.org/10.1016/s0016-0032(36)91008-6)
- Göv, İ., & Dođru, M. H. (2020). Aerodynamic Optimization of Naca 0012 Airfoil. *The International Journal of Energy & Engineering Sciences*, 2020(2), 146–155.
- Guo, H., Li, G., & Zou, Z. (2022). Numerical Simulation of the Flow around NACA0018 Airfoil at High Incidences by Using RANS and DES Methods. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/jmse10070847>
- Herman Sasongko, & Yudiansyah Harahap. (2003). Analisa Karakteristik Distribusi Tekanan dan Kecepatan Pada Bodi Aerodinamika Airfoil Dengan Metoda Panel Dalam Fenomena . *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 22–35. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15968>
- Hidayat, M. F. (2014). (2014). *Analisa Aerodinamika Airfoil Naca 0012 Dengan Ansys Fluent*. 10(2), 83.
- Houghton, E. L., & Carruthers, N. B. (2004). *Aerodynamics for engineering students*. Butterworth-Heinemann.
- Jacobs, E., Ward, K., & Pinkerton, R. (1933). The characteristics of 78 related airfoil sections from tests in the variable-density wind tunnel. *National Advisory Committee for Aeronautics*, 299–354. <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA801175>
- Karkoulias, D. G., Panagiotopoulos, A. G., Giannaros, A. I., & Margaris, D. P. (2022). A Comparison of Computational and Experimental Fluid Dynamics Studies between Scaled and Original Wing Sections, in Single-Phase and Two-Phase Flows, and Evaluation of the Suggested Method. *Computation*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/computation10030033>
- 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 Maksimum. *Jurnal E-Dinamis*, II(2), 23–33.
- NACA 23012 12% (naca23012-il). (n.d.). <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca23012-il>
- NACA 747A315 (naca747a315-il). (n.d.). <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca747a315-il>
- Pahl, G., & Beitz, W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media
- Pratama, R. E., Marno, & Aripin. (2023). Analisis pengaruh tinggi bilah terhadap performa dengan airfoil NACA 0012 pada turbin angin sumbu vertikal tipe darrieus-H di Jawa Barat. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 18(2), 90–99. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v18i2.456>
- Raymer, D. P. (2012). *Aircraft Design-A Conceptual Approach.pdf*.
- Rhasyid, D., & Pramudita, B. A. (2023). Sistem Pemantauan Cuaca Berdasarkan Kecepatan Angin, kelembaban dan suhu berbasis IoT Univ Telkom. *E-*

*Proceeding of Engineering, 10(4), 3664–3672.*  
Surono, A., Ashar, I., & Huda, uhamat M. (2021). *Rancang bangun pesawat Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dengan metode autonomus. 24(Okt), 1–9.*



DESIGNER		DATE		SCALE	
CHECKED		DATE		SCALE	
APPROVED		DATE		SCALE	
DRAWN		DATE		SCALE	
NAME		DATE		SCALE	
SPECIFICATIONS		DATE		SCALE	
MATERIALS		DATE		SCALE	
FINISH		DATE		SCALE	
TITLE		DATE		SCALE	
NACA 0018		DATE		SCALE	
A3		DATE		SCALE	



### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Profil NACA Sebagai Model  
 Untuk Studi Eksperimen  
 Nama : Ajay Ferdianata  
 NPM : 2107230047  
 Dosen Pembimbing : Dr. Khairul Ummurani S.T.M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Perbaiki gambar tugas akhir	u
		- Perbaiki latar belakang	u
		- Perbaiki rumusan & tujuan penelitian	u
		- Perbaiki Analisis Pustaka	u
		- Perbaiki Metode	u
		- Perbaiki Prosedur Penelitian	u
		- ACC Seminar Proposal	u
		- Perbaiki gambar Penelitian	u
		- Perbaiki Rumusan	u
		- Acc, seminar hasil	u
		- Acc, sidang Tugas akhir	u



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PESAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/TK/2023  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 6622407 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<http://fatek.umsu.ac.id> [fatak@umsu.ac.id](mailto:fatak@umsu.ac.id) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 2143/IL3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 20 November 2024 dengan ini Menetapkan :

- Nama : AJAY FERDINATA
- Npm : 2107230047
- Program Studi : TEKNIK MESIN
- Semester : 7 (Tujuh)
- Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN PROFIL NACA SEBAGAI MODEL  
UNTUK STUDI EKSPERIMEN
  
- Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT

- Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :
3. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin .
  4. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 18 Jumadil Awal 1446 H  
20 November 2024 M

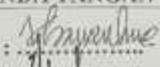
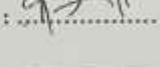


Mudawir Afansury Siregar, ST.MT  
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin  
FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2024 - 2025**

Peserta seminar  
 Nama : Ajay Ferdianta  
 NPM : 2107230047  
 Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Profil Nacu Sebagai Modul Untuk Studi Eksperimen

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: Dr. Khairul Umurani ST.MT	: 
Pemanding - I	: Dr. Suherman ST.MT	: 
Pemanding - II	: Chandra A Siregar ST.MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	210723006	Muhammad Firdaus Limwigojan	
2	2107230070	Azi Ryan Syahputra	
3	2107230014	HARIA BAGAS SWARA	
4	2107230012	Judi Firmansyah	
5	2107230025	Fahri Kurniawan Tanjung	
6	2107230049	NIKMAI	
7	2107230113	MHO ZULHUMI ALFI	
8	2107230046	ADI PERMANA SIRIBAR	
9	2107230023	FATHURRAHMAN RAMU KUSUMA	
10	2107230160	Anji Priwardani	

Medan 19 Safar 1447 H  
 13 Agustus 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Ajay Ferdianta  
NPM : 2107230047  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Profil Naca Sebagai Modul Untuk Studi Eksperimen

Dosen Pembanding - I : Dr Suherman ST.MT  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar ST.MT  
Dosen Pembimbing - I : Dr Khairul Umurani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....  
*Revisi Skripsi*  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 19 Safar 1447 H  
13 Agustus 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I

*Chandra A Siregar*  
Chandra A Siregar ST.MT

*Dr Suherman*  
Dr Suherman ST.MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Ajay Ferdianta  
NPM : 2107230047  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Profil Naca Sebagai Modul Untuk Studi Eksperimen

Dosen Pembanding - I : Dr Suherman ST,MT  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar ST,MT  
Dosen Pembimbing - I : Dr Khairul Umurani ST,MT

KEPUTUSAN

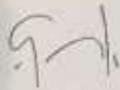
2. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan  
antara lain :

*lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 19 Safar 1447 H  
13 Agustus 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST,MT

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar ST,MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : Ajay Ferdianata  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Aek Salabat, 31 Desember 2002  
Alamat : Sukadamai Dusun iii  
Agama : Islam  
Email : ajayferdianata@gmail.com  
No HP : 083164120100

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Peserta Mahasiswa: 2107230047

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mochtar Basri BA. No.3 Medan

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
1	SD	Mis Al-Hidayah Sukadamai	2009 – 2015
2	SMP	SMP N 4 KISARAN	2015 – 2018
3	SMA	SMA N 4 KISARAN	2018 - 2021
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2021 - 2025