

# LAPORAN AKHIR PENELITIAN

## JUDUL PENELITIAN PENGARUH PENGGUNAAN ARDUINO UNO TERHADAP KARAKTERISTIK AERODINAMIKA AIRFOIL

MARET 2024



### Ketua Peneliti dan Anggota

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Novi Indah Riani, S.Pd., M.T. | NIDN. 0717119007 |
| 2. Aini Lostari, S.Si., M.T.     | NIDN. 0731108701 |
| 3. Didik Sugiono, S.T., M.Sc.    | NIDN. 0719027802 |
| 4. Miftahul Ulum, S.T., M.T.     | NIDN. 0725027501 |

UNIVERSITAS QOMARUDDIN

2024

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN AKHIR HIBAH INTERNAL PENELITIAN UNIVERSITAS**  
**QOMARUDDIN 2023/2024**

Judul Penelitian : Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil

Ketua Peneliti :  
Nama : Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.  
NIDN : 0717119007  
Jabatan Fungsional : Penata Muda Tingkat 1  
Fakultas/Program Studi : Asisten Ahli  
Nomor Telp/HP : 082187081007  
Alamat surel (e-mail) : noviindahriani@gmail.com

Anggota Peneliti (1)  
Nama : Aini Lostari, S.Si., M.T.  
NIDN : 0731108701  
Prodi/Fakultas : Teknik Mesin / Teknik  
Telp/Hp : 085855960838

Anggota Peneliti (2)  
Nama : Didik Sugiono, S.T., M.Sc.  
NIDN : 0719027802  
Prodi/Fakultas : Teknik Mesin / Teknik  
Telp/Hp : 081338496163

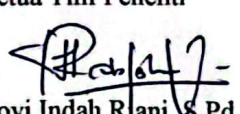
Anggota Peneliti (3)  
Nama : Miftahul Ulum, S.T., M.T.  
NIDN : 0727078902  
Prodi/Fakultas : Teknik Mesin / Teknik  
Telp/Hp : 085731000160

Jangka Waktu Pelaksanaan : 5 bulan  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Mesin Fluida, Universitas Qomaruddin  
Biaya yang Diperlukan : Rp. 3.500.000,-  
Sumber Dana : Hibah Internal Penelitian LPPM UQ 2023/2024

Gresik, 12 November 2024

Menyetujui  
Ketua Program Studi  
  
Didik Sugiono, S.T., M.T.  
NIDN. 0719027802

Mengesahkan  
Dekan Fakultas  
  
Erwin Cholul Anif, S.Pd., M.MT.  
NIDN.

Ketua Tim Peneliti  
  
Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.  
NIDN. 0717119007

Mengetahui  
Ketua LPPM UQ  
  
Dr. Lutfi Hakim, M.Ag.  
NIDN. 2025127301

## RINGKASAN LAPORAN AKHIR

*Airfoil* merupakan bentuk dari sayap pesawat yang bertujuan agar mendapatkan gaya angkat yang besar dan gaya hambat yang kecil. Pada penelitian ini menggunakan *airfoil* tipe NACA 2412 dengan *wind tunnel* tipe *subsonic*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya angkat dan gaya hambat setiap variasi dari *airfoil* yakni *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm, 14 cm dan 16 cm. selanjutnya mengetahui nilai koefisien tekanan dari setiap *airfoil* dan juga mengetahui profil kecepatan dari setiap variasi *airfoil*. Penelitian ini menghasilkan nilai gaya angkat terbesar yang terdapat pada *airfoil* dengan panjang *chord* 16 cm dan sudut serang  $\alpha 20^\circ$ , sedangkan untuk gaya hambat terkecil terdapat pada *airfoil* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ . Nilai koefisien tekanan kontur pada bagian bawah *airfoil* lebih besar dibandingkan dengan koefisien tekanan pada bagian atas *airfoil* disemua variasi dan sudut serang yang dipakai. Penurunan koefisien terbesar terjadi pada variasi *chord* 16 cm dengan sudut serang  $\alpha 20^\circ$ . Kemudian untuk nilai kecepatan aliran terbesar terjadi pada variasi panjang *chord* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  sebesar 15,91 m/s pada  $y/h$  0,9.

Kata Kunci: Airfoil NACA 2412, karakteristik aliran, Arduino UNO

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan limpahan nikmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan akhir penelitian yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil” dengan lancar dan tepat waktu. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan akhir penelitian ini untuk setiap bantuan, bimbingan, semangat dan doa yang diberikan sehingga laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Tim penelitian yang selalu membantu dalam pengerjaan laporan akhir penelitian ini.
2. Rekan kerja sejawat yang selalu mendukung dan memberikan semangat guna menyelesaikan laporan akhir penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas semua kebaikan dari semua pihak yang sudah membantu.

Gresik, 12 November 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	v
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II TARGET DAN LUARAN.....	2
2.1 Target Luaran.....	2
2.2 Luaran Penelitian.....	2
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	3
BAB IV HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	5
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
DAFTAR PUSTAKA .....	24
LAMPIRAN	
3.1 Publikasi Artikel Penelitian	
3.2 Pembagian <i>Job desk</i>	
3.3 Dokumentasi Kegiatan	

## BAB 1 PENDAHULUAN

Airfoil merupakan sebuah bentuk aerodinamika yang bertujuan untuk menghasilkan gaya angkat sebesar mungkin dan juga gaya hambat sekecil mungkin. Salah satu pengaplikasian dari airfoil adalah pada sayap pesawat terbang. Selain digunakan pada sayap pesawat terbang airfoil juga sangat banyak digunakan dalam dunia industri antara lain adalah penggunaan airfoil pada mesin-mesin fluida seperti kompresor dan turbin. Airfoil sangat penting bagi sebuah sayap pesawat karena bentuk dari airfoil mempengaruhi performa aerodinamis dari sebuah pesawat terbang. Penelitian mengenai airfoil dapat diketahui dengan mengaplikasikannya pada *wind tunnel*.

*Wind tunnel* merupakan alat yang digunakan untuk penelitian aerodinamika yang mempelajari efek dari udara yang bergerak melewati benda padat [1]. Pengukuran gaya aerodinamis dilakukan dengan dua cara yang berbeda, yaitu berdasarkan perbedaan tekanan menggunakan *pressure tap* dan yang kedua menggunakan keseimbangan aerodinamis berupa gaya-gaya yang diujikan langsung melalui *prototype* [2,3]. Beberapa penelitian mengenai airfoil pada *wind tunnel* dengan menggunakan berbagai *software* untuk mengetahui nilai distribusi tekanan, *velocity profile* hingga gaya angkat dan gaya hambat pun telah dilakukan [4-10]. Namun berbagai penelitian tersebut belum membahas tentang penggunaan sensor Arduino Uno untuk diaplikasikan pada airfoil di *wind tunnel*. Sehingga pada penelitian ini akan dicari karakteristik aliran fluida yang melewati airfoil di dalam *wind tunnel* menggunakan sensor Arduino Uno dengan memasukkan nilai-nilai tekanan dan kecepatan aliran untuk mendapatkan nilai gaya angkat maksimal dan gaya hambat minimal dari airfoil yang digunakan.

## **BAB II TARGET DAN LUARAN**

### **2.1 Target Luaran**

Target dari penelitian ini adalah menemukan nilai *drag force* dan *lift force* yang melintasi kontur airfoil 2412 menggunakan *pressure tap* yang terbaca di manometer digital, serta mendapatkan profil kecepatan aliran yang berada di belakang airfoil.

### **2.2 Luaran Penelitian**

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, maka luaran yang didapatkan antara lain:

1. Pemahaman tentang distribusi tekanan, *drag force* dan *lift force*, profil kecepatan aliran yang melintasi bodi airfoil NACA 2412. Hal ini nantinya menjadi media pembelajaran bagi para mahasiswa dalam memahami karakteristik aliran fluida eksternal khususnya pada mata kuliah Mekanika Fluida.
2. Laporan akhir penelitian yang dibuat oleh peneliti berdasarkan format yang telah ditentukan.
3. Jurnal ilmiah yang terpublikasi dan terindeks Sinta 4 pada jurnal Cranshaft Universitas Muria Kudus yang terbit pada bulan Desember 2024.

### BAB III METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan beberapa langkah penelitian yang meliputi studi literatur, persiapan bahan, pengujian alat uji *wind tunnel* dan kalibrasi alat ukur, pengambilan data, pengolahan dan analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Adapun lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Mesin Fluida, Universitas Qomaruddin dengan rentang waktu 5 bulan. Berikut merupakan tahapan dari penelitian ini:

#### 1. Studi literatur

Mencari bahan referensi dan data terkait masalah yang akan digunakan. Data dan referensi digunakan untuk menyelesaikan masalah dan literatur yang digunakan adalah tentang studi sensor Arduino Uno yang diterapkan pada *wind tunnel* untuk mendapatkan nilai kecepatan aliran serta distribusi tekanan sepanjang kontur airfoil. Literatur dapat bersumber dari buku, artikel jurnal, dan penelitian sebelumnya.

#### 2. Persiapan alat dan bahan

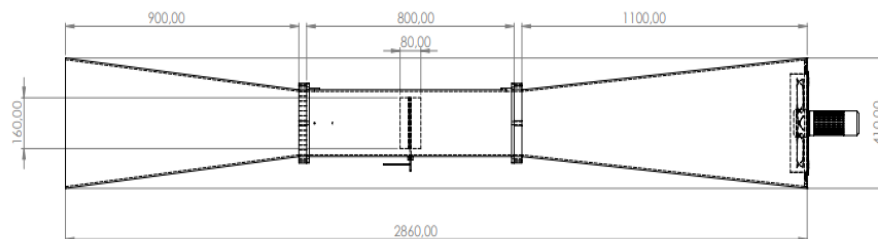
Pada tahapan ini dilakukan proses mempersiapkan bahan yang diperlukan dalam penelitian. Adapun bahan-bahannya antara lain:

##### a. Airfoil

Pembuatan airfoil dilakukan dengan menggunakan bahan PLA yang selanjutnya dicetak menggunakan 3D printer sesuai spesifikasi ukuran yang diinginkan. Setelah tercetak, airfoil digosok menggunakan amplas lalu disemprot *cleaner* agar permukaan airfoil menjadi halus.

##### b. *Wind tunnel*

Terowongan angin dicek baik dari segi *contraction*, *test section* hingga *diffuser* apakah ada kebocoran atau tidak. Memastikan *blower* juga berputar dengan baik.



Gambar 3. Spesifikasi *wind tunnel*

##### c. Laptop dan sensor Arduino Uno

Memasukkan program pembacaan kecepatan aliran dan tekanan statis maupun

tekanan stagnasi pada Arduino, serta memastikan kapasitas memori laptop mencukupi untuk proses *running* saat pengambilan data.

d. *Force balance*

Memasang *force balance* padaudukan airfoil di *test section* dan membaca gaya angkat maupun gaya hambat dari airfoil saat terkena angin.

3. Pengujian alat uji *wind tunnel*

Pada langkah ini dilakukan *pre test* sebelum benda uji berupa airfoil dimasukkan ke dalam *test section*. Hal ini bertujuan untuk memastikan agar *wind tunnel* yang digunakan sudah terkalibrasi dan proses pengambilan data benar. Adapun tahapan dari *pre test* adalah sebagai berikut:

- a. Dilakukan pemasangan instalasi dengan keadaan free stream atau tanpa benda uji.
- b. Pitot tube diletakkan pada bagian tengah test section kemudian ke arduino uno.
- c. Melakukan pengaturan inventer pada 45 Hz.
- d. Melakukan pengambilan data dari kecepatan yang diperoleh dari pitot tube.

4. Pengambilan data

Berikut ini adalah teknik dari pengambilan data yang akan dilakukan pada penelitian ini.

- 1) Melakukan *pre test* dan memastikan semua berfungsi dengan baik.
- 2) Mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pengujian antara lain, airfoil NACA 2412 dengan tiga variasi chord yang berbeda, pengaris, busur derajat, jarum pengatur sudut, pitot tube dan Arduino.
- 3) Memasang benda uji airfoil pada *test section* di *wind tunnel*.
- 4) Airfoil ditaruh pada bagian tengah test section yang ada di wind tunnel dan *force balance* dikunci dibagian samping *test section*.
- 5) *Test section* dapat ditutup dan memastikan tertutup dengan sempurna.
- 6) Menyalakan *wind tunnel* dan mengatur kecepatan angin yang ada pada wind tunnel pada 45 Hz.
- 7) Melakukan pengambilan data berupa tekanan yang diperoleh dari pressure tab yang dihubungkan ke sensor Arduino dan kecepatan aliran fluida yang dihubungkan juga ke Arduino.
- 8) Mengulang proses pengambilan data sebanyak 3 kali.

5. Analisis data

Merupakan proses mengolah data dan penjabaran dari data yang diperoleh dari hasil penelitian. Pembahasan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang terkait.

## BAB IV HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 4.1 Tahap Pengambilan Data

Sebelum melakukan pengambilan data, dilakukan perhitungan untuk bilangan Reynolds yang akan digunakan. Pada pengujian yang dilakukan tiap variasi dari panjang *chord* 12, 14 dan 16 pada *airfoil* menghasilkan data bilangan Reynolds yang berbeda-beda. Adapun perhitungannya dengan mendapatkan data-data propertis saat proses kalibrasi alat uji penelitian. Berikut ini merupakan perhitungan bilangan Reynoldsnya:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Maka hasil dari bilangan Reynolds untuk *airfoil* 12 cm adalah sebagai berikut:

$$Re = \frac{1,19 \frac{kg}{m^3} \cdot 14,38 \frac{m}{s} \cdot 0,12 m}{1,84 \cdot 10^{-5} \frac{kg}{m \cdot s}}$$
$$= 111.601$$

Tabel dibawah ini menjelaskan nilai dari bilangan Reynolds setiap variasi *airfoil*, dimana nilai bilangan Reynolds tertinggi terjadi pada *airfoil* dengan variasi panjang *chord* 16 cm dengan nilai bilangan Reynolds 149.526.

**Tabel 4.1** Nilai bilangan Reynolds tiap variasi

<i>Chord</i>	Kecepatan	Bilangan Reynolds
12 cm	14,38 m/s	111.601
14 cm	14,59 m/s	132.103
16 cm	14,45 m/s	149.526

### 4.2 Data Koefisien Tekanan Pada Tiap Variasi Panjang *Chord Airfoil*

Dalam pengujian *airfoil* yang dilakukan pada wind tunnel dengan tipe subsonic terdapat pressure tap dimana pressure tap digunakan untuk mengalirkan tekanan yang terdapat pada kontur *airfoil* selanjutnya dialirkan pada manometer digital untuk membaca tekanan kontur pada *airfoil*, pengambilan data ini digunakan untuk memperoleh koefisien tekanan tiap variasi panjang *chord* *airfoil*. Setiap *chord* *airfoil* memiliki jumlah pressure tap yang berbeda, pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm memiliki jumlah pressure tap 13 lubang dimana 6 lubang terletak pada bagian atas dan 6 lubang pada bagian bawah serta terdapat 1 lubang yang terletak dibagian depan. Selanjutnya untuk *airfoil* dengan panjang *chord* 14 cm, memiliki jumlah pressure tap sebanyak 15 dimana 7 lubang terletak pada bagian atas selanjutnya 7 lubang pada bagian bawah dan juga 1 lubang terletak pada bagian depan

airfoil.

Untuk airfoil dengan panjang chord 16 cm, memiliki 17 lubang pressure tap dimana 8 lubang terletak pada bagian atas, selanjutnya 8 lubang pada bagian bawah dan 1 lubang terletak pada bagian depan airfoil. Selanjutnya dilakukan proses pengambilan data dengan memasukkan selang disetiap lubang pressere tap dan dilanjutkan dengan memasukkan selang di manometer digital secara bergantian.

#### 4.2.1 Data Koefisien Tekanan pada *Airfoil* dengan Panjang *Chord* 12 cm

Dalam pengujian yang dilakukan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$ , dan  $\alpha 20^\circ$  dilakukan untuk mencari nilai dari koefisien tekanan. Rumus dari koefisien tekanan adalah sebagai berikut.

$$Cp = \frac{p_c - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho \cdot U_\infty^2}$$

(Fox, Robert W., Mc Donald, p. 451)

Keterangan

$p_c$  adalah tekanan statis di kontur *airfoil* (kPa)

$p_\infty$  adalah tekanan statis dengan aliran bebas (kPa)

$\frac{1}{2} \rho \cdot U_\infty^2$  adalah tekanan dinamis dengan aliran bebas (kPa)

Berikut ini hasil perhitungan dari koefisien tekanan yang terdapat pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$  dan  $\alpha 20^\circ$ . Perhitungan koefisien tekanan pada *airfoil chord* 12 cm pada kontur atas titik 2 sudut serang  $\alpha 16^\circ$ .

$$\begin{aligned} &= \frac{(-0,37 \text{ kPa}) - (-0.179 \text{ kPa})}{0,124 \text{ kPa}} \\ &= -1,540 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.2 menjelaskan tentang pengambilan data yang dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 1 dan 12 dengan nilai koefisien tekanan -0,089 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 2 dengan nilai -1,540.

**Tabel 4.2** Nilai koefisien tekanan kontur atas *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 16^\circ$

<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang $\alpha 16^\circ$				
<i>pressure tap</i> atas	contur	Free Stream		<i>Pressure Coefficient</i> [Cp]
	P kontur	P statis	P dinamis	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,19	-0,179	0,124	-0,089
2	-0,37	-0,179	0,124	-1,540
4	-0,30	-0,179	0,124	-0,976
6	-0,27	-0,179	0,124	-0,734
8	-0,25	-0,179	0,124	-0,573
10	-0,22	-0,179	0,124	-0,331
12	-0,19	-0,179	0,124	-0,089

Sedangkan tabel 4.3 menjelaskan tentang pengambilan data yang dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 18^\circ$  di bagian atas *airfoil* dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 12 dengan nilai koefisien tekanan -0,089 dan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 2 dengan nilai -1,702.

**Tabel 4.3** Nilai koefisien tekanan kontur atas *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 18^\circ$

<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang 18				
<i>pressure tap</i> atas	contur	Free Stream		<i>Pressure Coefficient</i> [Cp]
	P kontur	P statis	P dinamis	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,22	-0,179	0,124	-0,331
2	-0,39	-0,179	0,124	-1,702
4	-0,30	-0,179	0,124	-0,976
6	-0,28	-0,179	0,124	-0,815

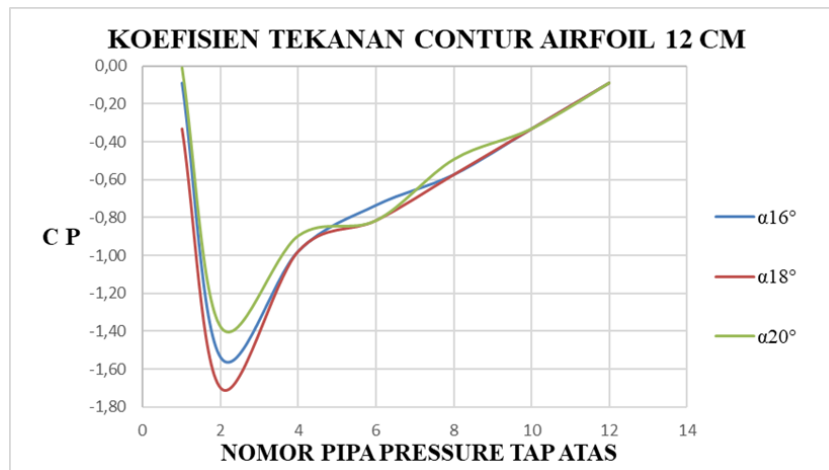
8	-0,25	-0,179	0,124	-0,573
10	-0,22	-0,179	0,124	-0,331
12	-0,19	-0,179	0,124	-0,089

Kemudian pengambilan data selanjutnya dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  di bagian atas *airfoil* dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 1 dengan nilai koefisien tekanan -0,008 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 2 dengan nilai -1,379. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Nilai koefisien tekanan kontur atas *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 20^\circ$

<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang $\alpha 20^\circ$				
<i>pressure tap</i> atas	kontur	Free Stream		<i>Pressure Coefficient</i> [Cp]
	P kontur	P statis	P dinamis	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,18	-0,179	0,124	-0,008
2	-0,35	-0,179	0,124	-1,379
4	-0,29	-0,179	0,124	-0,895
6	-0,28	-0,179	0,124	-0,815
8	-0,24	-0,179	0,124	-0,492
10	-0,22	-0,179	0,124	-0,331
12	-0,19	-0,179	0,124	-0,089

Adapun grafik keseluruhan dari distribusi tekanan pada *airfoil* dengan *chord* 12 pada kontur atas dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Tekanan kontur atas *airfoil* 12 cm

Perhitungan koefisien tekanan pada *airfoil* chord 12 cm pada kontur bawah titik 3 sudut serang  $\alpha 16^\circ$

$$= \frac{(-0,12 \text{ kPa}) - (-0,179 \text{ kPa})}{0,124 \text{ kPa}}$$

$$= 0,476$$

Tabel 4.5 memberikan penjelasan tentang pengambilan data nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  di bagian bawah *airfoil* dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 3 dengan nilai koefisien tekanan 0,476 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 1 dengan nilai -0,089.

**Tabel 4.5** Nilai koefisien tekanan kontur bawah *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 16^\circ$

<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang $\alpha 16^\circ$				
pressure tap bawah	contur	Free Stream		Pressure Coefficient Cp
	P Contur	P Statis	P Dynamic	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,19	-0,179	0,124	-0,089
3	-0,12	-0,179	0,124	0,476
5	-0,13	-0,179	0,124	0,395
7	-0,13	-0,179	0,124	0,395

9	-0,14	-0,179	0,124	0,315
11	-0,14	-0,179	0,124	0,315
13	-0,15	-0,179	0,124	0,234

Untuk mengetahui nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 18^\circ$  di bagian bawah *airfoil* dapat dilihat pada Tabel 4.6 dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 3 dengan nilai koefisien tekanan 0,556 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 1 dengan nilai -0,331.

**Tabel 4.6** Nilai koefisien tekanan kontur bawah *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 18^\circ$

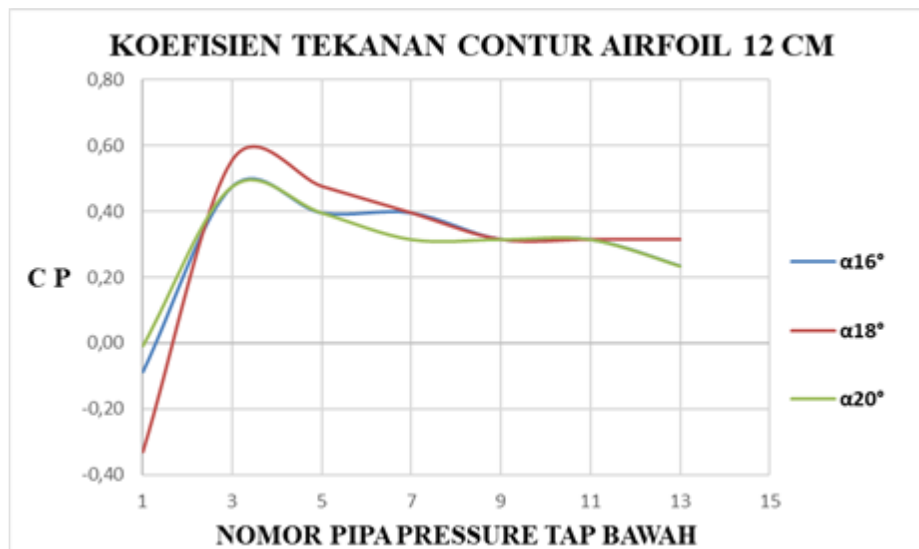
<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang $\alpha 18^\circ$				
nomer pipa bawah	contur	Free Stream		Pressure Coefficient Cp
	P Contur	P Statis	P Dynamic	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,22	-0,179	0,124	-0,331
3	-0,11	-0,179	0,124	0,556
5	-0,12	-0,179	0,124	0,476
7	-0,13	-0,179	0,124	0,395
9	-0,14	-0,17	124	0,315
11	-0,14	-0,17	124	0,315
13	-0,14	-0,179	0,124	0,315

Tabel 4.7 menjelaskan tentang pengambilan data yang dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien tekanan pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12 cm pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  di bagian atas *airfoil* dimana diketahui nilai koefisien tekanan tertinggi terjadi pada titik kontur 3 dengan nilai koefisien tekanan 0,476 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada titik kontur 1 dengan nilai -0,008.

**Tabel 4.7** Nilai koefisien tekanan kontur bawah *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 20^\circ$

<i>airfoil</i> 12 cm				
sudut serang $\alpha 20^\circ$				
nomer pipa bawah	contur	Free Stream		Pressure Coefficient $C_p$
	P Contur	P Statis	P Dynamic	
	kPa	kPa	kPa	
1	-0,18	-0,179	0,124	-0,008
3	-0,12	-0,179	0,124	0,476
5	-0,13	-0,179	0,124	0,395
7	-0,14	-0,179	0,124	0,315
9	-0,14	-0,179	0,124	0,315
11	-0,14	-0,179	0,124	0,315
13	-0,15	-0,179	0,124	0,234

Selanjutnya pada gambar grafik 4.2 diketahui nilai koefisien tekanan pada kontur bawah *airfoil*, dimana nilai koefisien tekanan terbesar terjadi pada sudut serang  $\alpha 18^\circ$  dengan nilai 0,650 pada titik 3, dan nilai koefisien tekanan terkecil terjadi pada sudut serang  $\alpha 18^\circ$  dengan nilai -0,291 pada titik kontur 1 diketahui juga nilai koefisien tekanan semakin menurun setelah kenaikan tajam dari kontur pertama disemua sudut serang.



Gambar 4.2 Tekanan kontur bawah *airfoil* 12 cm

Setelah dilakukan pengujian pada tiap titik pressure tap airfoil maka langkah selanjutnya dilakukan penjumlahan koefisien tekanan sehingga didapatkan koefisien tekanan total pada

bagian atas dan bawah airfoil.

Perhitungan koefisien tekanan total pada airfoil bagian permukaan atas sudut serang  $\alpha 16^\circ$ .

**Tabel 4.8** Nilai koefisien tekanan bagian atas *airfoil* 12 cm sudut serang  $\alpha 16^\circ$

Titik kontur	Koefisien tekanan
1	-0,034
2	-1,573
4	-0,974
6	-0,718
8	-0,547
10	-0,291
12	-0,034

Dari tabel 4.8 Kemudian ditambahkan semua nilai koefisien tekanan pada semua titik, dan hasil dari nilai koefisien tekanan total pada bagian atas *airfoil* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  adalah -4,171. Pada tabel 4.9 dijelaskan bahwa nilai koefisien tekanan tertinggi terdapat pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$  dan  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai 2,581 sedangkan untuk nilai koefisien tekanan total terendah terdapat pada sudut serang 18 dengan nilai -3,829.

**Tabel 4.9** Nilai koefisien tekanan total *airfoil* 12 cm

Sudut serang	Permukaan <i>airfoil</i>	Koefisien tekanan total
$\alpha 16^\circ$	Atas	-4,171
$\alpha 16^\circ$	Bawah	2,581
$\alpha 18^\circ$	Atas	-4,684
$\alpha 18^\circ$	Bawah	2,581
$\alpha 20^\circ$	Atas	-3,829
$\alpha 20^\circ$	Bawah	2,581

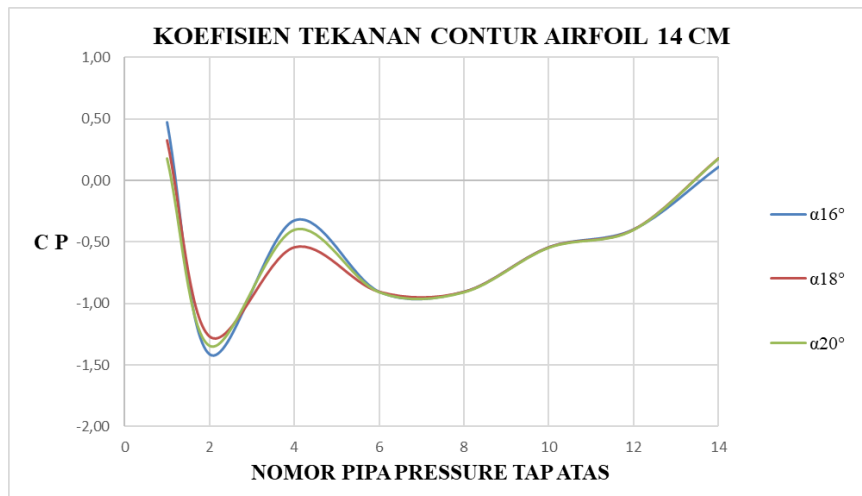
#### 4.2.2 Data Koefisien Tekanan pada *Airfoil* dengan Panjang *Chord* 14 cm

Nilai koefisien tekanan total pada *airfoil* 14 cm dapat dilihat pada tabel 4.10 dan disimpulkan bahwa nilai koefisien tekanan total tertinggi terjadi pada bagian bawah permukaan *airfoil* dengan nilai 2,101 pada sudut serang  $\alpha 18^\circ$  sedangkan untuk nilai koefisien tekanan total terendah terjadi pada bagian permukaan atas airfoil pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai -4,130.

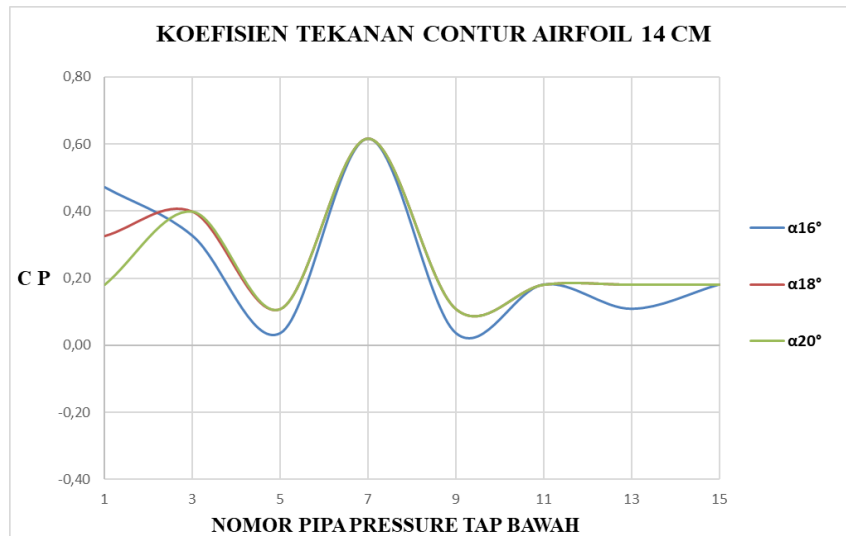
**Tabel 4.10** Nilai koefisien tekanan total *airfoil* 14 cm

Sudut serang	Permukaan <i>airfoil</i>	Koefisien tekanan total
$\alpha 16^\circ$	Atas	-3,913
$\alpha 16^\circ$	Bawah	1,957
$\alpha 18^\circ$	Atas	-4,058
$\alpha 18^\circ$	Bawah	2,101
$\alpha 20^\circ$	Atas	-4,130
$\alpha 20^\circ$	Bawah	1,957

Gambar 4.3 (a) dan (b) menunjukkan nilai distribusi tekanan pada panjang chord 14 cm untuk variasi sudut serang. Pada gambar 4.3 (a) tersebut menjelaskan nilai koefisien tekanan yang terdapat pada kontur bawah *airfoil* 14 cm, nilai koefisien tekanan tertinggi terdapat pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$ , dan  $\alpha 20^\circ$  pada nomer pressure tap 7 dengan nilai 0,616 sedangkan nilai koefisien tekanan terkecil terdapat pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  pada nomer pressure tap 9 dengan nilai 0,036.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Distribusi Tekanan pada Airfoil chord 14 cm (a) bagian atas, (b) bagian bawah

Sedangkan pada gambar 4.3 (b) terlihat bahwa terjadi ketidak stabilan pada nilai koefisien tekanan pada bagian kontur bawah *airfoil*. Nilai tertinggi koefisien tekanan didapatkan pada *pressure tap no. 7*.

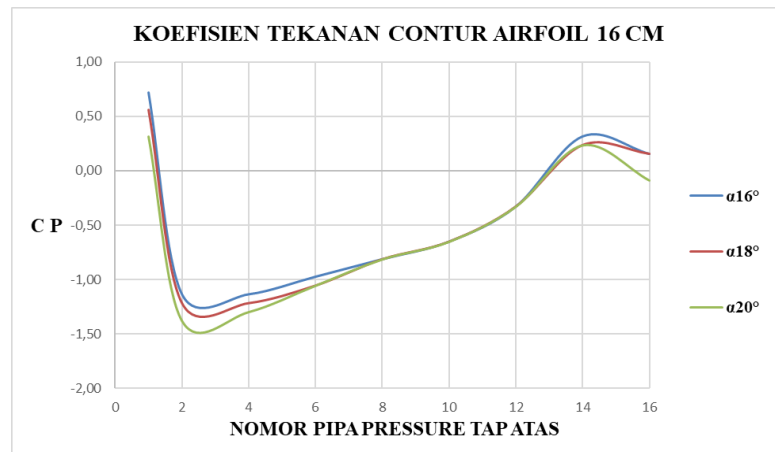
#### 4.2.3 Data Koefisien Tekanan pada *Airfoil* dengan Panjang *Chord* 16 cm

Data nilai koefisien tekanan total pada *airfoil* 16 cm dapat dilihat pada tabel 4.11 dan disimpulkan bahwa nilai koefisien tekanan total tertinggi terjadi pada bagian bawah permukaan *airfoil* dengan nilai 3,315 terjadi pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  sedangkan untuk nilai koefisien tekanan total terendah terjadi pada bagian permukaan atas *airfoil* pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai -5,073.

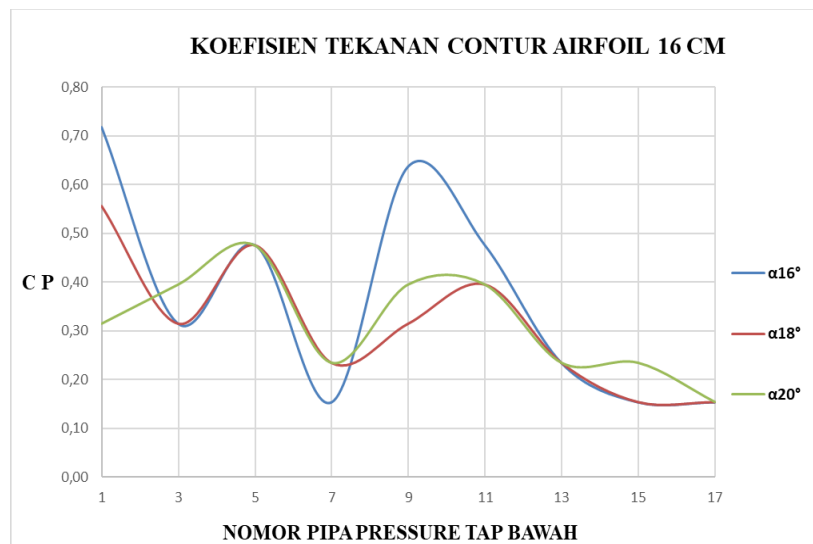
**Tabel 4.11** Nilai koefisien tekanan total *airfoil* 16 cm

Sudut serang	Permukaan <i>airfoil</i>	Koefisien tekanan total
$\alpha 16^\circ$	Atas	-3,863
$\alpha 16^\circ$	Bawah	3,315
$\alpha 18^\circ$	Atas	-4,347
$\alpha 18^\circ$	Bawah	2,831
$\alpha 20^\circ$	Atas	-5,073
$\alpha 20^\circ$	Bawah	2,831

Kemudian nilai koefisien tekanan pada airfoil 16 dapat dilihat pada gambar 4.4 (a) dan (b).



(a)



(b)

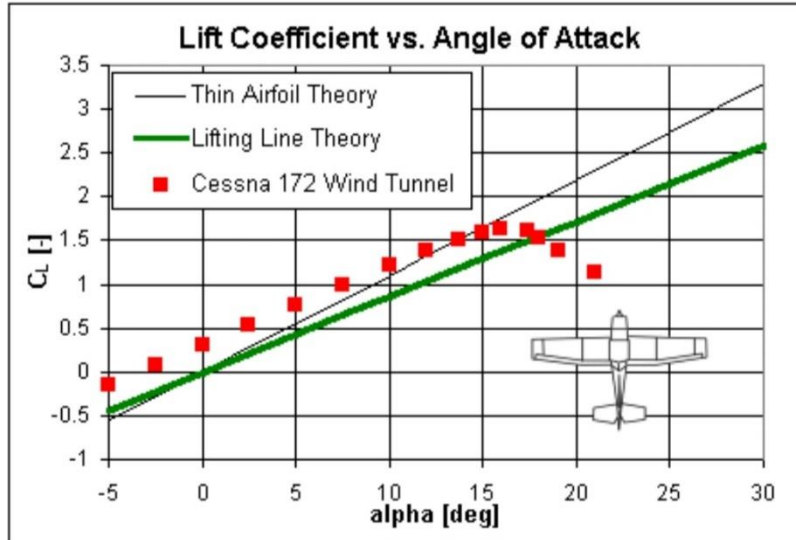
Gambar 4.4 Gambar 4.2 Distribusi Tekanan pada Airfoil chord 16 cm (a) bagian atas, (b) bagian bawah

Data koefisien tekanan yang terdapat pada *airfoil* dengan panjang *chord* 16 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$  dan  $\alpha 20^\circ$  didapatkan nilai koefisien tekanan pada kontur bawah *airfoil* sesuai dengan gambar, dimana dalam gambar tersebut menjelaskan bahwa nilai koefisien tekanan tertinggi berada pada titik kontur 1 di sudut serang  $\alpha 16$  dengan nilai koefisien tekanan 0,718 dan nilai koefisien tekanan terendah terdapat pada titik kontur 7 di sudut serang  $\alpha 16^\circ$ , kemudian titik kontur 15 pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  dan  $\alpha 18^\circ$  dan titik kontur 17 pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$  dan  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai koefisien tekanan terendah

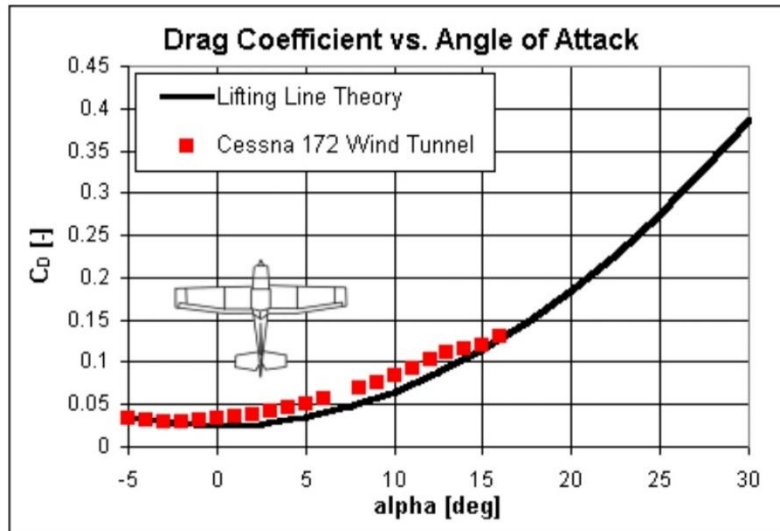
0,153 dalam gambar 4.4 juga diketahui bahwa nilai koefisien tekanan yang didapat tidak konsisten disemua sudut serang pada kontur bawah *airfoil* 16 cm.

### 4.3 Gaya Angkat dan Gaya Hambat Tiap Variasi *Airfoil*

Untuk mencari nilai dari gaya angkat dan gaya hambat diperlukan nilai dari koefisien angkat dan nilai koefisien hambat dimana nilai tersebut diperoleh sesuai dengan grafik yang ada pada jenis *airfoil*, dimana jenis *airfoil* yang digunakan adalah *airfoil* tipe NACA 2412. Grafik koefisien angkat dan koefisien hambat dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ ,  $\alpha 18^\circ$  dan  $\alpha 20^\circ$  diambil dari gambar grafik 4.5 dan gambar grafik 4.6, selanjutnya dilakukan interpolasi sehingga akan diperoleh nilai dari koefisien angkat dan hambat sesuai dengan teori yang terdapat pada (aerospaceweb.org).



Gambar 4.5 Nilai koefisien angkat sesuai teori  
sumber: aerospaceweb.org



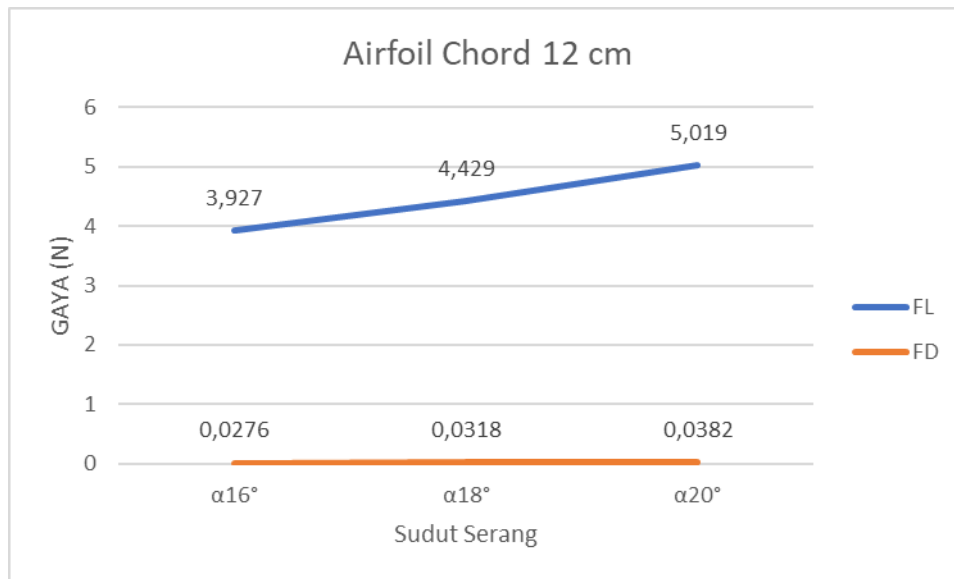
Gambar 4.6 Nilai koefisien hambat sesuai teori  
sumber: aerospaceweb.org

Berikut ini merupakan tabel spesifikasi dari airfoil NACA 2412 yang digunakan.

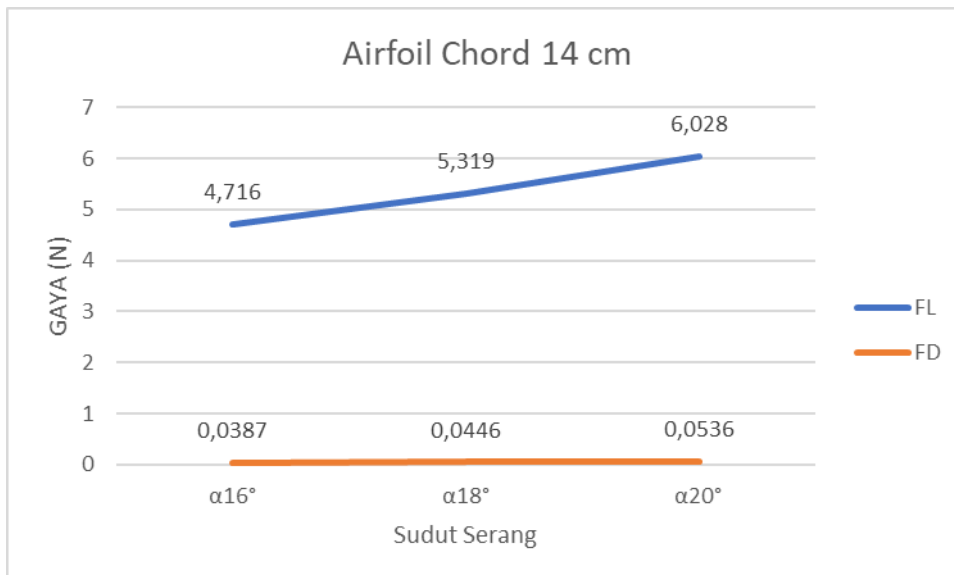
**Tabel 4.12** Spesifikasi dari setiap *airfoil*

Hz	Sudut serang	$\rho$ udara	$U_\infty$	t	c	span	Adrag	Alift	$C_L$	$C_D$
45	$16^\circ$	1,19	14,38	0,0144	0,12	0,2	0,001728	0,024	1,33	0,13
45	$18^\circ$	1,19	14,59	0,0168	0,14	0,2	0,002352	0,028	1,50	0,15
45	$20^\circ$	1,19	14,45	0,0192	0,16	0,2	0,003072	0,032	1,70	0,18

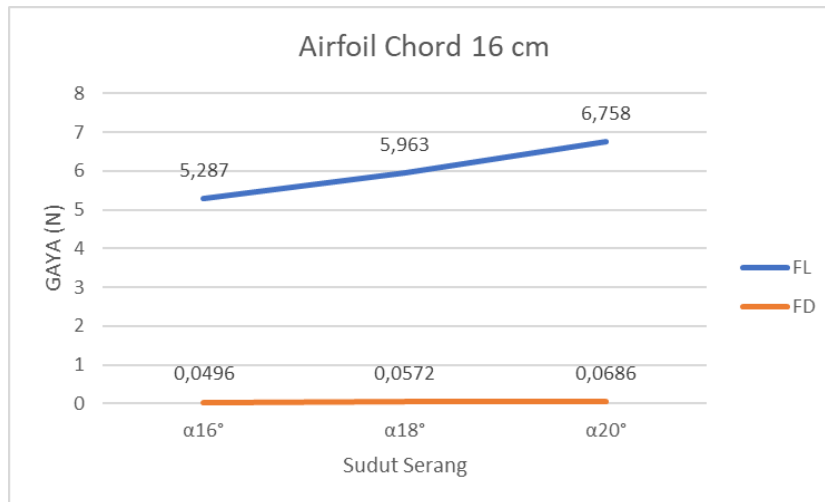
Setelah dilakukan perhitungan  $F_L$  dan  $F_D$ , maka nilai setiap variasi sudut serang pada *airfoil* dengan panjang *chord* 12, 16, dan 18 cm. diketahui. Dimana semakin tinggi sudut serangnya maka semakin besar pula gaya angkat dan gaya hambatnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.7.



(a)



(b)



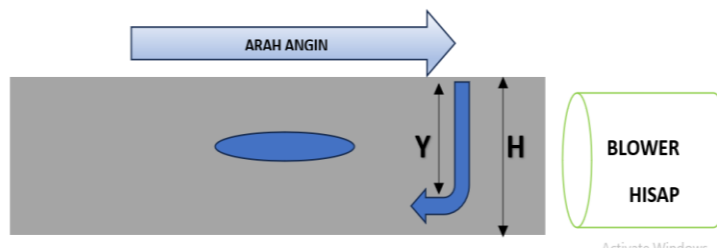
(c)

Gambar 4.7 gaya angkat dan gaya hambat *airfoil* (a) 12 cm, (b) 14 cm, (c) 16 cm

Diketahui bahwa nilai gaya angkat dan gaya hambat pada *airfoil* terjadi kenaikan di setiap sudut serang. Gaya angkat terbesar terjadi pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  chord 16 cm dengan nilai gaya angkat 6,758 N sedangkan gaya angkat terendah terjadi pada sudut serang  $\alpha 12^\circ$  chord 12 cm dengan nilai 3,927 N, dan untuk gaya hambat terkecil terdapat pada sudut serang  $\alpha 16^\circ$  chord 12 cm dengan nilai 0,0276 N sedangkan gaya hambat terbesar terdapat pada sudut serang  $\alpha 20^\circ$  chord 16 cm dengan nilai 0,0686 N.

#### 4.3 Profil Kecepatan Aliran Tiap Variasi *Airfoil*

Perhitungan profil kecepatan didapatkan dengan meletakkan *pitot tube* pada bagian belakang benda uji, yang ditunjukkan pada gambar 4.8. Selanjutnya nilai  $y$  adalah ketinggian pitot tube per 10 mm, sedangkan nilai  $h$  adalah tinggi test section untuk nilai  $V$  didapatkan dari data yang terbaca pada arduino melalui pitot tube, dan nilai  $V_{max}$  diperoleh dari kecepatan maksimum sepanjang tinggi *test section*.



Gambar 4.8 Posisi Pitot tube

Untuk mengetahui nilai  $V/V_{max}$  dapat diketahui dengan rumus berikut ini:

$$\frac{V}{V_{max}}$$

Keterangan

$V$  = kecepatan yang diambil dari penurunan pitot tube setiap 10 mm

$V_{max}$  = kecepatan maksimum yang diambil sepanjang tinggi test section

Untuk mengetahui nilai  $y/h$  dapat diketahui dengan rumus berikut ini:

$$\frac{y}{h}$$

Keterangan

$y$  = ketinggian pitot tube per 10 mm

$h$  = tinggi test section

Perhitungan  $y/h$  pada *airfoil* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  pada titik bawah pertama.

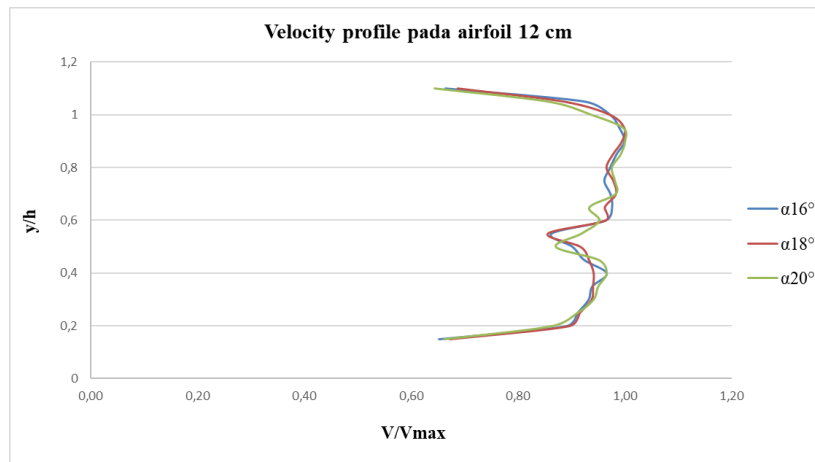
$$\frac{30 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \\ = 0,15$$

Perhitungan  $V/V_{max}$  pada *airfoil* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  pada titik bawah pertama.

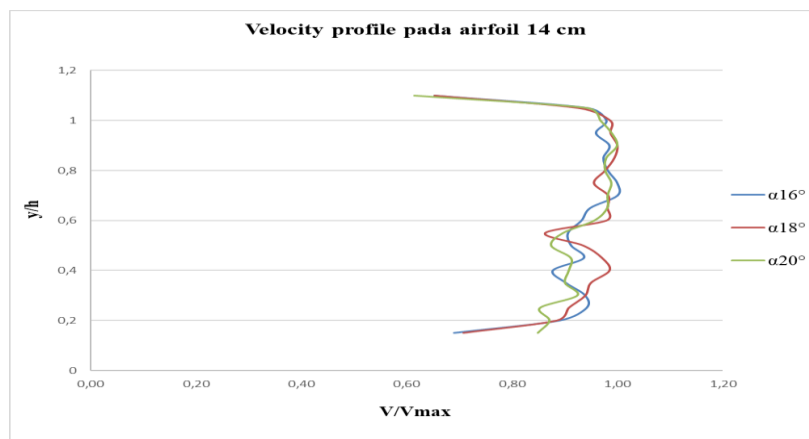
$$\frac{10,37 \text{ m/s}}{15,91 \text{ m/s}} \\ = 0,652$$

Maka didapatkan nilai  $V/V_{max}$  0,652 pada titik  $y/h$  0,15 pada *airfoil* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$ .

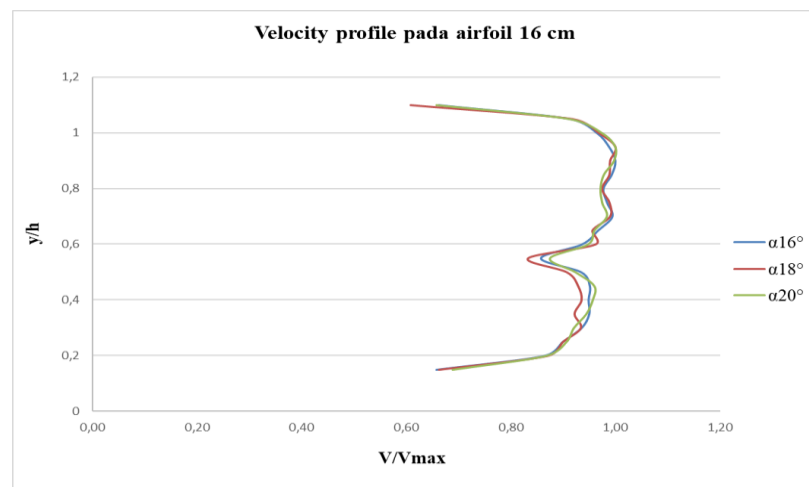
Semua data diolah dan dijadikan grafik. Sehingga profil kecepatan aliran untuk setiap variasi panjang chord dan variasi sudut serang ditunjukkan pada gambar 4.9.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.9 Profil Kecepatan Aliran pada tiap panjang chord: (a) 12 cm, (b) 14 cm, (c) 16 cm

Pada gambar 4.9 (a), nilai  $V/V_{\max}$  tertinggi terjadi pada  $y/h$  0,9 untuk variasi sudut serang  $\alpha 16^\circ$  sebesar 1,000 dengan nilai kecepatan aliran 15,91 m/s. Sedangkan nilai  $V/V_{\max}$  terkecil terdapat pada  $y/h$  1,1 sebesar 0,644 dengan nilai kecepatan aliran 10,13 m/s pada variasi sudut serang  $\alpha 20^\circ$ .

Adapun *airfoil* dengan panjang *chord* 14 cm menunjukkan nilai  $V/V_{\max}$  tertinggi di  $y/h$  0,7 pada variasi sudut serang  $\alpha 16^\circ$  sebesar 1,000 dengan nilai kecepatan aliran 15,67 m/s. Sedangkan pada gambar 4.9 (c), nilai  $V/V_{\max}$  tertinggi pada variasi sudut serang  $\alpha 16^\circ$  dengan posisi  $y/h$  0,9 sebesar 15,79 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa *airfoil* dengan *chord* yang terlalu panjang dan juga sudut serang yang semakin besar justru nilai kecepatan alirannya lebih kecil dibanding dengan sudut serang yang kecil.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai koefisien tekanan kontur pada bagian bawah lebih besar dibandingkan dengan nilai koefisien tekanan kontur atas di semua variasi panjang chord dan juga di semua sudut serang, nilai koefisien tekanan total terbesar terjadi pada airfoil dengan panjang chord 16 cm pada permukaan bawah airfoil di sudut serang  $\alpha 16^\circ$  dengan nilai 3,315, sedangkan nilai koefisien tekanan terendah terjadi pada airfoil dengan panjang chord 16 cm pada permukaan atas airfoil di sudut serang  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai -5,073.
2. Nilai gaya angkat dan gaya hambat pada semua variasi panjang *chord* dan sudut serang *airfoil*, menyatakan bahwa semakin besar sudut serang dan juga semakin panjang *chord* maka semakin besar pula gaya angkat dan gaya hambatnya, nilai gaya angkat tertinggi terjadi pada *airfoil chord* 16 dengan sudut serang  $\alpha 20^\circ$  dengan nilai 6,758 N, sedangkan nilai gaya hambat terendah terjadi pada *airfoil chord* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  dengan nilai 0,0382 N.
3. Nilai kecepatan aliran terbesar terjadi pada variasi panjang *chord* 12 cm dengan sudut serang  $\alpha 16^\circ$  sebesar 15,91 m/s pada  $y/h$  0,9.

### 5.2 Saran

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Memastikan tidak adanya kebocoran udara di *wind tunnel* saat proses pengujian dan pengambilan data.
2. Memastikan temperatur udara ruangan harus konstan selama proses pengambilan data agar nilai propertis yang digunakan juga tidak berubah-ubah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Santamaría, L., Vega, M. G., Garcia-Díaz, M., Díaz, K. M. A., & Oro, J. M. F. (2024). Different calibration methods for a three-component strain gauge balance to measure aerodynamic forces on airfoils. *Sensors and Actuators. A, Physical*, 115511. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2024.115511>
- [2] Jawahar, H. K., Ali, S. a. S., Azarpeyvand, M., & Da Silva, C. R. I. (2020). Aerodynamic and aeroacoustic performance of high-lift airfoil fitted with slat cove fillers. *Journal of Sound and Vibration*, 479, 115347. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2020.115347>
- [3] Livya, E., & Pillai, S. N. (2023). The Influence of Serrated Trailing-Edge Over NACA 0020 Airfoil at Different Turbulence Intensities. In *Lecture notes in mechanical engineering* (pp. 19–24). [https://doi.org/10.1007/978-981-19-6970-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-6970-6_4)
- [4] Yong, T. H., & Dol, S. S. (2015). *Design and Development of Low-Cost Wind Tunnel For Education Purpose. IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*, 1.
- [5] Mauro, S., Brusca, S., Lanzafame, R., Famoso, F., Galvagno, A., & Messina, M. (2017). *Small-Scane Open-Circuit Wind Tunnel: Design Criteria, Construction and Calibration. International Journal of Applied engineering Research*, 12, Orcid: /0000-0002-5377-7628.
- [6] Purwanto, H., Andary, S. R., & Hartono. (2019). Rancang Bangun *Wind Tunnel* Menggunakan *Smoke Generator* Pada Aerodinamika Kendaraan. *Prosiding*.
- [7] Santamaría, L., Vega, M. G., Pandal, A., Pérez, J. G., Velarde-Suárez, S., & Oro, J. M. F. (2022). Aerodynamic Performance of VAWT Airfoils: Comparison between Wind Tunnel Testing Using a New Three-Component Strain Gauge Balance and CFD Modelling. *Energies*, 15(24), 9351. <https://doi.org/10.3390/en15249351>
- [8] Ghofar, A. M. (2018). Pemilihan Sudut Pasang Airfoil NACA 2412 Pada Tail UAV Male Dengan Menggunakan *Software* Berbasis *Computational Fluid Dynamic* Untuk Memperoleh Gaya Angkat Maksimal. Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Mesin. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [9] Kulshreshtha, A., Singhal, P., & Gupta, S. K. (2020). FEM/CFD Analysis Of Wings At Different Angle Of Attact. *Materialstoday Proceeding*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.342>
- [10] Wicaksono, M. F. A., Pohan, G., & Hidayath, I. T. (2022). Analisa Aerodinamika Airfoil Pesawat Dengan Pendekatan Computational Fluid Dynamic Dan Wind Tunnel. *Jurnal Flywheel*, 13(1), 21–35. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i1.4744>
- [11] Erlangga, G. P. (2017, September 1). Studi Eksperimental Karakteristik Aerodinamik Airfoil NACA 4412 Dengan Variasi Kecepatan Aliran Udara. <https://repository.its.ac.id/47006/>
- [12] Mahardika, A. (2018, January 1). Unjuk kerja model kincir angin tipe giromill dengan variasi bentuk sudu NACA 0018, NACA 0021 dan NACA 0024. <https://repository.usd.ac.id/id/eprint/17751>
- [13] Oktaviana, V., Hakim, Y. A., & Pratiwi, U. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Edusaintek*, 3.

- <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/download/289/292>
- [14] Junaidin, B., Kusumaningrum, A., Prayogih, W., & Reo, Y. (2022). Rancang Bangun Sensor Kecepatan Angin Berbasis Arduino untuk Terowongan Angin Low Subsonic. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, and Controls (AVITEC)/Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, and Controls*, 4(2), 187. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1295>
- [15] Asmoro, A. B. S. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Sudut dan Luas Penampang Winglet terhadap Sayap NACA Airfoil 2412 Pada Pengujian Low Subsonic Wind Tunnel. *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (Senastindo)*, 1, 27–34. <https://aau.e-journal.id/senastindo/article/view/41>
- [16] Pritchard, P. J. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics*. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB1336094X>
- [17] Lahfaoui, B., Zougar, S., Mohammed, B., & Elhafyani, M. L. (2017). Real Time Study of P&O MPPT Control for Small Wind PMSG Turbine Systems Using Arduino Microcontroller. *Energy Procedia*, 111, 1000–1009. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.263>

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1. Publikasi Artikel Ilmiah

SJME KINEMATIKA Vol x No x x Juni 20xx, pp yy-yy (Times new roman 11—snasi single)  
<https://kinematika.ulm.ac.id/index.php/kinematika> (times new roman 9) – tanna snasi & ukuran Header 1,27 cm



### ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL NACA 2412 TERHADAP GAYA ANGKAT DAN GAYA HAMBAT

### AERODYNAMIC ANALYSIS OF NACA 2412 AIRFOIL ON LIFT AND DRAG FORCE

**Novi Indah Riani<sup>1)</sup>, R Yudi Hartono<sup>2)</sup>, Didik Sugiono<sup>3)</sup>, Supardi<sup>4)</sup>, Mehdiansyah<sup>5)</sup>**  
<sup>1,2,3,5</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Omaruddin, Jl. Raya Bungah No. 1, Bungah, Gresik, Indonesia  
<sup>4</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru 45, Surabaya  
email: [noviindahriani@gmail.com](mailto:noviindahriani@gmail.com)<sup>1)</sup>

Received:  
xx Juni TT

Accepted:  
xx Juni TT

#### Abstrak

Airfoil merupakan bentuk dari sayap pesawat yang bertujuan agar mendapatkan gaya angkat yang besar dan gaya hambat yang kecil. Pada penelitian ini menggunakan airfoil tipe NACA 2412 dengan wind tunnel tipe subsonic. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya angkat dan gaya hambat setiap variasi dari airfoil yakni airfoil dengan panjang chord 12 cm, 14 cm dan 16 cm.

journal.umk.ac.id/index.php/cra/author

BERANDA TENTANG KAMI BERANDA PENGGUNA CARI TERKINI ARSIP INFORMASI

Beranda > Pengguna > Author > Active Submissions

### Active Submissions

ACTIVE ARCHIVE

ID	MM-DD PENGAJUAN	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
13829	10-22	ART	Indah Riani, Hartono, Supardi,...	ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL NACA 2412 TERHADAP...	IN REVIEW PAY TO FASTTRACK

1 - 1 of 1 Item

**Start a New Submission**  
CLICK HERE to go to step one of the five-step submission process.

### Refbacks

SEMUA BARU DITERIMA DITOLAK

DATA DITAMBAH	HITS	URL	ARTICLE	JUDUL	STATUS	AKSI
Saat ini tidak ada refbacks.						

Terbit Diabaikan Hapus Pilih semua

SERTIFIKAT

TEMPLATE

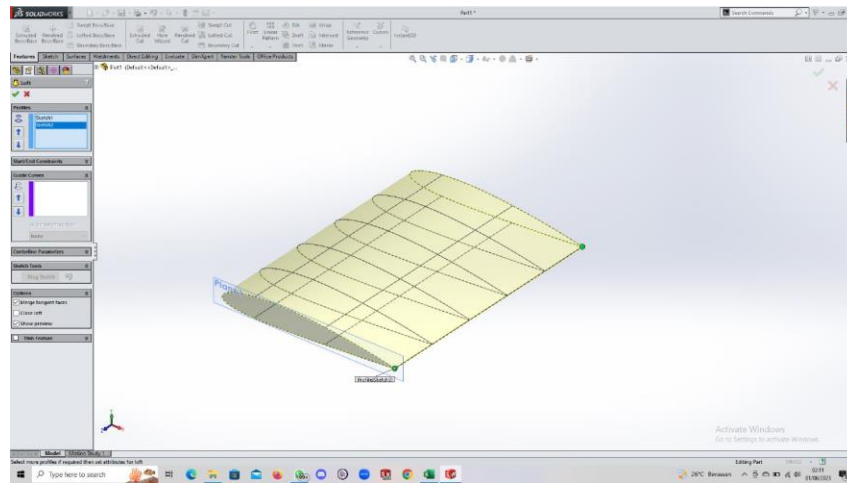
Article Template

KEBIJAKAN PLAGIARISME  
DEWAN EDITORIAL  
REVIEWERS  
PENULIS & INDEKS AFILIASI  
MANAJEMEN REFERENSI  
PROSES REEVIEW

## Lampiran 2. Pembagian Jobdesk

No	Nama dengan Gelar Akademik	Jabatan	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu (jam / minggu)	Uraian Tugas
1	Novi Indah Riani, S.Pd., M.T	Ketua	Konversi Energi	8 jam/minggu	Mengkoordinir dan manajemen seluruh kegiatan penelitian
2	Aini Lostari, S.Si, M.T.	Anggota 1	Desain	6 jam/minggu	Membantu ketua dalam melakukan seluruh kegiatan penelitian dan bertanggung jawab dalam pembukuan serta laporan
3	Didik Sugiono, S.T., M.Sc.	Anggota 2	Mesin Manufaktur	6 jam/minggu	Membantu ketua dalam melakukan pengolahan data dan analisis data penelitian
4	Miftahul Ulum, S.T., M.T.	Anggota 3	Desain	6 jam/minggu	Membantu ketua dalam melakukan penulisan jurnal ilmiah

### Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



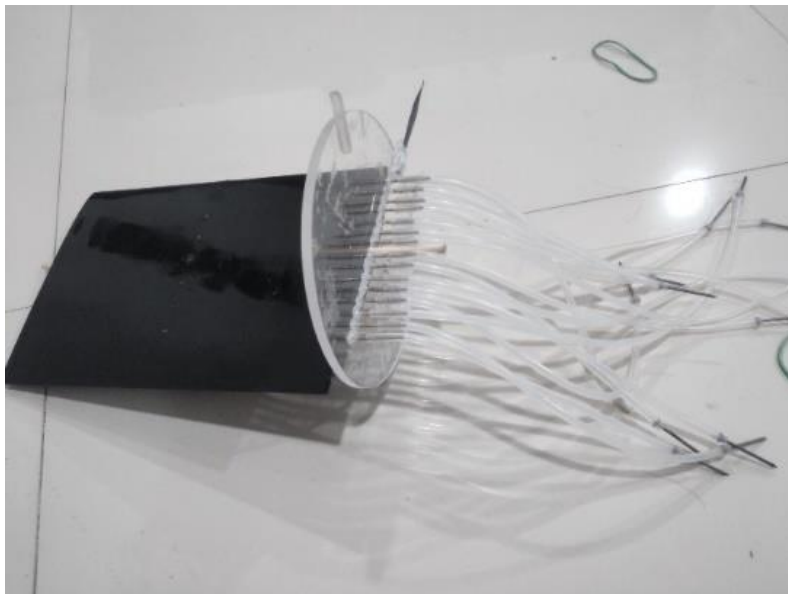
Desain Airfoil di Solidwork



Pencetakan Airfoil di 3D Printing



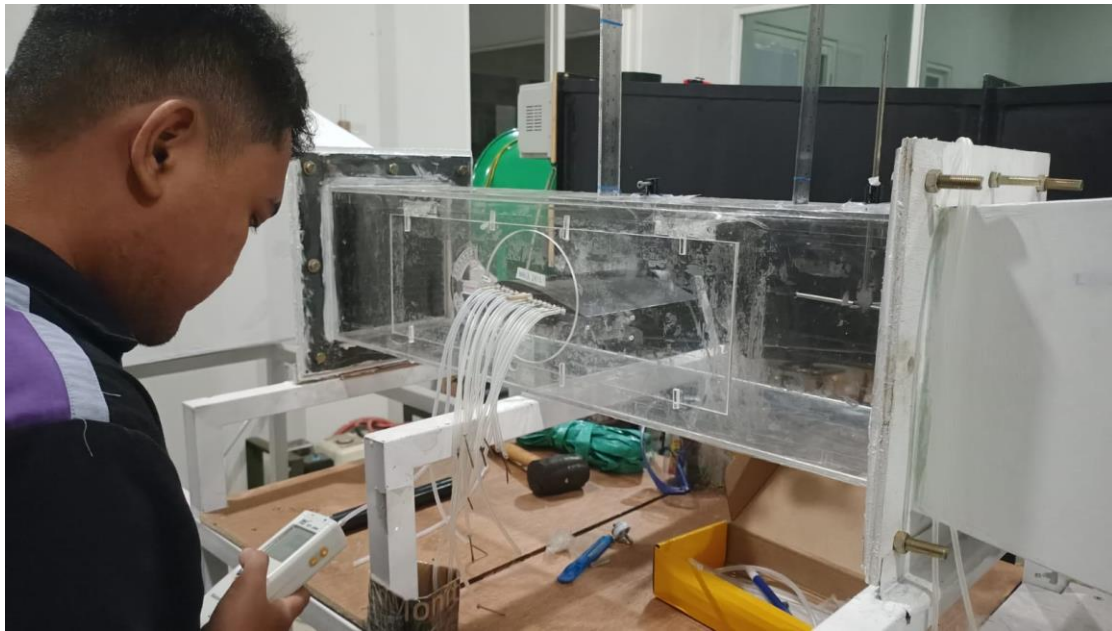
Proses Pembuatan *Force Balance*



Pembuatan *Pressure Tap*



Proses Pengukuran Keseimbangan Airfoil didalam *test section*



Proses Pengujian Alat Ukur

**LAPORAN KEUANGAN KEGIATAN HIBAH INTERNAL PENELITIAN  
TAHUN PELAKSANAAN 2024**

**JUDUL PENELITIAN**

**PENGARUH PENGGUNAAN ARDUINO UNO TERHADAP KARAKTERISTIK  
AERODINAMIKA AIRFOIL**



**Ketua Peneliti dan Anggota**

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Novi Indah Riani, S.Pd., M.T. | NIDN. 0717119007 |
| 2. Aini Lostari, S.Si., M.T.     | NIDN. 0731108701 |
| 3. Didik Sugiono, S.T., M.Sc.    | NIDN. 0719027802 |
| 4. Miftahul Ulum, S.T., M.T.     | NIDN. 0725027501 |

**DILAKSANAKAN ATAS BIAYA:**

**ANGGARAN DANA HIBAH INTERNAL**

**SESUAI SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN**

**NOMOR: 0462.06/A2/UQ.7/MoU/V/2024**

**TANGGAL 4 Juni 2024**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

**UNIVERSITAS QOMARUDDIN**

**2024**

**CATATAN KEUANGAN HARIAN PENELITIAN HIBAH INTERNAL**  
**TAHUN PELAKSANAAN 2024**

1. Judul Penelitian : Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil
2. Ketua Peneliti : Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.
3. Program Studi : Teknik Mesin
4. Jumlah biaya : Rp. 3.500.000,-

Tanggal	Uraian	No. Kuitansi	Penerimaan	Pengeluaran	Saldo
4 Juni 2024	Terima tahap I (70%)		Rp. 1.750.000,-	Rp. 1.750.000,-	0
	Terima tahap II (30%)		Rp. 1.750.000,-	Rp. 1.500.000,-	0

Gresik, 12 November 2024

Bendahara,



Aini Lostari, S.Si, M.T.

Ketua Peneliti,



Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.

**Catatan:**

- pembelian Rp 250.000,00 s/d Rp. 999.999,00 bermaterai Rp. 3.000,00
- pembelian Rp 1.000.000,00 dan selebihnya bermaterai Rp. 10.000,00
- Pembayaran honorarium tidak bermaterai
- Setiap bukti/kuitansi/nota diketahui **Ketua Peneliti** dan ada **Penerima Barang**

Judul Penelitian : Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil  
 Ketua Peneliti : Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.  
 Program Studi : Teknik Mesin  
 Uang yang diterima  
     Tahap I : Rp. 1.750.000,-  
     Tahap II : Rp. 1.750.000,-  
 Jumlah : Rp. 3.500.000,-  
 Penggunaan : Rp. 3.500.000,-  
 Sisa :-

### 1. Honorarium

No	Nama	Jabatan	Jumlah Honorarium
1.	Muhammad Uzair	Pembantu Peneliti	Rp. 600.000,00
Total			Rp. 600.000,00

### 2. Bahan Habis Pakai

No	Jenis Material	Volume	Harga satuan	Jumlah
1.	Arduino UNO	1 pcs	Rp. 350.000,00	Rp. 350.000,00
2.	Akrilik	4 lembar	Rp. 100.000,00	Rp. 400.000,00
3.	PLA 3D Printing	2 gulung	Rp. 440.000,00	Rp. 880.000,00
4.	Timbangan <i>force balance</i>	1 pcs	Rp. 460.000,00	Rp. 460.000,00
5.	ATK	1 paket	Rp. 50.000,00	Rp. 50.000,00
4.	Konsumsi Rapat	10OH	Rp. 20.000,00	Rp. 200.000,00
5.	Konsumsi Pengambilan Data	8OH	Rp. 20.000,00	Rp. 160.000,00
6.	Luaran Wajib	1	Rp. 250.000,00	Rp.250.000,00
Jumlah				Rp. 2.750.000,00

### 3. Perjalanan

No	Nama yang bepergian	Golongan	Tujuan	Jumlah
1.	Transport pembelian barang	OK	Rp. 150.000,00	Rp. 150.000,00
Jumlah				Rp. 150.000,00

#### 4. Peralatan/Sewa

No	Jenis Peralatan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
	Jumlah			

#### 5. Lain-lain

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan	Jumlah
	Jumlah			

#### 6. Rekapitulasi Penggunaan Biaya

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah
1	Honorarium	Rp. 600.000,00
2	Bahan Habis Pakai	Rp. 2.750.000,00
3	Perjalanan	Rp. 150.000,00
4	Peralatan/ Sewa	-
5	Lain-lain	-
	Total Biaya	Rp. 3.500.000,00

Gresik, 12 November 2024

Mengetahui  
Ketua Program Studi



Didik Sugiono, S.T., M.Sc.  
NIDN. 0719027802

Ketua Tim Peneliti



Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.  
NIDN. 071711900



Nomor : 0002

### KUITANSI

Sudah terima dari : LPPM Universitas Qomaruddin  
Jumlah uang : Rp. 100.000,-  
Banyaknya uang : Seratus Ribu Rupiah  
Untuk pembayaran : FGD (rapat kedua penelitian) untuk Kegiatan penelitian berjudul "Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil" sesuai Surat Kontrak Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 0462.06/A.2/UQ.7/MoU/V/2024 tertanggal 2 Juni 2024

Gresik, 8 Juni 2024

Penanggungjawab kegiatan : Barang/jasa sudah diterima dengan baik dan lengkap



Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.

08 Juni 2024

Tuan : Ibu Novi  
Toko : .....

NOTA NO. ....

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
5	Nasi ayam bakar + es	20.000	}
<b>TIGA IBU</b> MENERIMA PESANAN ☎ 085-731-780-590    📷 @tiga.ibu ☎ 085-855-240-838			
Jumlah Rp.			100.000

Tanda Terima

Hormat kami,



























Nomor : 0016

## KUITANSI


Sudah terima dari : LPPM Universitas Qomaruddin  
Jumlah uang : Rp. 564.000,-  
Banyaknya uang : Lima Ratus Enam Puluh Empat Ribu Rupiah  
Untuk pembayaran : Honorarium (Pembantu Peneliti) untuk Kegiatan penelitian berjudul  
"Pengaruh Penggunaan Arduino UNO Terhadap Karakteristik Aerodinamika Airfoil"  
sesuai Surat Kontrak Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor:  
0462.06/A.2/UQ.7/MoU/V/2024 tertanggal 2 Juni 2024

Gresik, 20 Agustus 2024

Penanggungjawab kegiatan : Barang/jasa sudah diterima  
dengan baik dan lengkap



Novi Indah Riani, S.Pd., M.T.

<b>KWITANSI</b>	Kwitansi No. : 0006	Tahun Anggaran : 2024	
	Sudah terima dari : Novi Indah Riani		
	Terbilang : # Lima delapan puluh tujuh ribu lima ratus rupiah #		
	Buat Pembayaran : Honorarium pembantu peneliti dengan rincian sebagai berikut:		
	Honorarium pembantu peneliti	Rp 25.000 x 24 jam	Rp 600,000
	PPH 21	6% x Rp 600.000,00	Rp 36,000
			Rp 564,000
Jumlah Uang : Rp	564,000		
	Gresik, 20 Agustus 2024 Pembantu Peneliti  Muh. Uzair		