

**RANCANG BANGUN PENGIDENTIFIKASI *STALL* YANG  
BEKERJA PADA *WING SIMULATOR AIRFOIL NACA 2412*  
BERBASIS MIKROKONTROLER**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

**Oleh:**

**DEWI ZELIKA MISPUANI**

**0616 3032 1452**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN PENGIDENTIFIKASI *STALL* YANG  
BEKERJA PADA *WING SIMULATOR AIRFOIL NACA 2412*  
BERBASIS MIKROKONTROLER**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

**Oleh:**

**DEWI ZELIKA MISPUANI  
0616 3032 1452**

**Palembang, Juli 2019**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.  
NIP. 197612132000032001**

**Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom.  
NIP. 197409022005011003**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Elektronika**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.  
NIP. 196705111992031003**

**Amperawan, S.T., M.T.  
NIP.196705231993031002**

## ABSTRAK

### Rancang Bangun Pengidentifikasi *Stall* yang Bekerja pada *Wing Simulator Airfoil NACA 2412* Berbasis Mikrokontroler

Oleh

**Dewi Zelika Mispuani**

**061630321452**

Perkembangan di dunia penerbangan khususnya pesawat terbang tidak lepas dari berbagai penelitian, salah satunya yaitu penelitian tentang *airfoil*. *Airfoil* merupakan bagian pesawat yang merepresentasikan bentuk suatu sayap (*wing*) pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (*lift*). Sehingga dibutuhkan *wing* pesawat yang dapat memberikan kinerja maksimum agar tidak terjadi *stall*. *Stall* merupakan posisi ketika pesawat kehilangan daya angkat, *stall* juga dipengaruhi oleh kecepatan angin dan arah pesawat bergerak.

Sudut serang (*angle of attack*) diatur agar dapat memberikan performa maksimum namun masih dalam batasannya. Sudut serang diatur pada  $0^\circ$  saat pesawat *cruising* dan menghasilkan nilai *lift* sebesar 66,43 Newton,  $16^\circ$  saat maksimum *ascending* menghasilkan *lift* sebesar 0,087 Newton, dan  $-11^\circ$  saat maksimum *descending* menghasilkan *lift* sebesar -1,368 Newton.

Maka dari itu, pembuatan *wing simulator airfoil NACA 2412* berbasis mikrokontroler yang bekerja pada terowongan angin (*wind tunnel*) ini dibuat untuk mengetahui nilai *lift* pesawat jika sudah sangat kecil, karena akan menyebabkan gaya angkat pesawat hilang dan terjadilah peristiwa *stall*, sehingga pada pengaplikasiannya sesuai dan memenuhi standar.

Kata Kunci : *Wing Simulator, Airfoil, NACA 2412, Wind Tunnel, Angle of Attack, Stall*

## **ABSTRACT**

### ***Design of Stall Identifiers that Work on the Airfoil NACA 2412 Wing Simulator Microcontroller-Based***

**By**

***Dewi Zelika Mispuani***

***061630321452***

*Developments in the world of aviation, especially airplanes, cannot be separated from various studies, one of which is research on airfoils. Airfoil is a part of an aircraft that represents the shape of a wing that can produce lift. So that aircraft wings which can provide maximum performance are needed so that there is no stall. Stall is a position when the aircraft loses lift, stall is also influenced by wind speed and direction of the moving plane.*

*Angle of attack is set so that it can provide maximum performance but still within its limits. The angle of attack is set at 0o when the plane is cruising and produces the lift value of 66.43 Newton, 16o when maximum ascending produces the lift value of 0.087 Newton, and -11o when the maximum descending produces the lift value of -1,368 Newton.*

*Therefore, making a microcontroller-based NACA 2412 wing simulator that works in wind tunnels is used to determine the value of the aircraft lift if it is very small, because it will cause the lift force of the aircraft to disappear and a stall will occur, so that the application is appropriate and fulfill the standard.*

***Keywords: Wing Simulator, Airfoil, NACA 2412, Wind Tunnel, Angle of Attack,***

***Stall***

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Pengidentifikasi *Stall* yang Bekerja pada *Wing Simulator Airfoil* NACA 2412 Berbasis Mikrokontroler” yang diajukan sebagai syarat menyelesaikan studi pada program Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis dapat menyusun laporan akhir ini berkat bantuan, bimbingan, pengarahan dan nasihat yang tak ternilai harganya yang telah diberikan oleh dosen pembimbing. Pada kesempatan ini, dan dengan selesainya laporan akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing I.
- Bapak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing II.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Amperawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Orang tua dan adik-adik penulis yang senantiasa memberikan doa serta dukungan hingga laporan akhir ini selesai.
6. Teman-teman sekelompok penulis, Brenda, Susan, Ayu, Amel, Meiriska, Naufal, dan teman seperjuangan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan akhir ini.

Akhir kata penulis memohon maaf bila ada kekeliruan, semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

Palembang, Juli 2019

Penulis,

Dewi Zelika Mispuani

## MOTTO

- ❖ Usaha, Lakukan semaksimal mungkin
- ❖ Doa. Teruslah meminta pada Allah SWT
- ❖ Tawakkal. Serahkan hasilnya pada Allah SWT

Kupersembahkan kepada :

- Allah SWT atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya
- Nabi Muhammad SAW, nabi junjungan kita
- Kedua orang tua tercinta, adik-adik tersayang, dan semua keluarga yang terus mendoakan dan memberi dukungan
- Dosen pembimbing LA yaitu Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom. dan Bapak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom. yang terus membimbing dan banyak membantu dalam menyelesaikan laporan ini, serta keluarga besar dosen jurusan teknik elektro
- Partner laporan akhirku Brenda Meiriani Winata yang terus membersamai dan saling memberi dukungan dalam segala hal untuk penyelesaian laporan ini
- Temanku Naufal Almarzuq dan Meiriska Wulandari yang telah banyak membantu dan memberi dukungan
- Semua teman-teman Electrical Avionic Batch 2 Polstri 2016

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
MOTTO .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat .....	3
1.2.1 Tujuan .....	3
1.2.2 Manfaat .....	3
1.3. Perumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Aerodinamika .....	6
2.2. <i>Airfoil</i> .....	8
2.3 Arduino .....	9
2.3.1 Pengertian Arduino .....	9
2.3.2 Kelebihan Arduino .....	10
2.3.3 Bahasa Pemrograman Arduino .....	10
2.3.4 Deskripsi Arduino Uno .....	11
2.3.4.1 Pin Arduino .....	11
2.3.4.2 <i>Input</i> dan <i>Output</i> Arduino .....	11
2.3.4.3 Fungsi Pin Arduino .....	11
2.3.4.4 Bagian – Bagian Arduino Uno .....	12
2.3.4.5 Mikrokontroler ATmega 328 .....	13
2.3.4.6 Power Arduino .....	15
2.3.5 Komunikasi .....	16
2.4. Motor Servo .....	17
2.4.1 Pengertian Motor Servo .....	17
2.4.2 Aplikasi Motor Servo .....	18
2.4.3 Komponen Penyusun Motor Servo .....	18



	Halaman
2.4.4 Prinsip Kerja Motor Servo .....	19
2.4.5 Jenis Motor Servo.....	20
2.5. <i>Stall</i> .....	21
2.6. <i>Buzzer</i> .....	24
2.7. Terowongan Angin.....	25
2.8. LCD 16x2 .....	27
2.9. <i>Matrix 16 Switch</i> .....	29
<b>BAB III RANCANG BANGUN ALAT .....</b>	<b>31</b>
3.1. Tahap Perancangan.....	31
3.2. Blok Diagram Sistem <i>Stall Warning</i> pada <i>Wing Simulator</i> .....	31
3.3. <i>Flowchart</i> Sistem <i>Stall Warning</i> pada <i>Wing Simulator</i> .....	34
3.4. Perancangan Elektronik Rangkaian Sistem <i>Stall Warning</i> yang Bekerja pada <i>Wing Simulator</i> Berbasis Mikrokontroler .....	35
3.4.1 Input .....	35
3.4.1.1 Perancangan <i>Matrix 16 Switch</i> .....	35
3.4.1.2 Perancangan <i>Power Supply</i> .....	36
3.4.2 Output.....	36
3.4.2.1 Perancangan Motor SG90.....	36
3.4.2.2 Rangkaian <i>Display Data</i> .....	37
3.4.2.3 Perancangan <i>Buzzer</i> .....	37
3.4.2.4 Perancangan <i>Led</i> .....	38
3.5. Skematik Rangkaian Keseluruhan.....	38
3.6. Perancangan Mekanik Rancang Bangun Alat.....	40
3.6.1 Perancangan <i>Wind Tunnel</i> .....	40
3.6.1.1 <i>Test Section</i> .....	41
3.6.1.2 Bagian <i>Air Intake</i> .....	42
3.7. Sistem Kerja Alat.....	43
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1. Tujuan Pengambilan Data .....	44
4.2. Metode Pengukuran dan Pengambilan Data .....	44
4.3. Peralatan dan Pengukuran .....	44
4.4. Langkah-Langkah Pengukuran Alat.....	45
4.5. Titik Pengukuran Alat .....	45
4.6. Data Hasil Pengukuran .....	45
4.7. Analisa Data dan Perhitungan .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	53

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gaya yang Bekerja pada Pesawat.....	7
Gambar 2.2 Arduino Uno.....	12
Gambar 2.3 Bentuk Fisik ATmega328 .....	14
Gambar 2.4 Pin ATmega328.....	14
Gambar 2.5 USB Arduino.....	16
Gambar 2.6 Spesifikasi Motor Servo .....	17
Gambar 2.7 Komponen Motor Servo.....	18
Gambar 2.8 Bentuk Pulsa Kendali Motor Servo.....	20
Gambar 2.9 <i>Airfoil</i> Sayap Pesawat .....	23
Gambar 2.10 Perubahan Posisi <i>Centre of Gravity</i> .....	24
Gambar 2.11 <i>Buzzer</i> .....	25
Gambar 2.12 <i>Close jet type Wind Tunnel</i> .....	26
Gambar 2.13 <i>Open jet type Wind Tunnel</i> .....	26
Gambar 2.14 Pin LCD 16x2 .....	27
Gambar 2.15 <i>Matrix 16 Switch</i> .....	30
Gambar 2.16 Konstruksi <i>Matrix 16 Switch</i> .....	30
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem <i>Stall Warning</i> .....	32
Gambar 3.2 Blok Diagram Masukan .....	33
Gambar 3.3 Blok Diagram Keluaran .....	33
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Sistem <i>Stall Warning</i> .....	34
Gambar 3.5 Skematik Rangkaian <i>Matrix 16 Switch</i> pada Mikrokontroler.....	35
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Motor SG90 pada Mikrokontroler .....	36
Gambar 3.7 Skematik Rangkaian <i>LCD</i> pada Mikrokontroler.....	37
Gambar 3.8 Skematik Rangkaian <i>Buzzer</i> pada Mikrokontroler.....	38
Gambar 3.9 Skematik Rangkaian <i>Led</i> pada Mikrokontroler .....	38
Gambar 3.10 Skematik Rangkaian Sistem <i>Stall Warning</i> .....	39
Gambar 3.11 <i>Wind Tunnel</i> .....	40
Gambar 3.12 <i>Test Section</i> .....	42
Gambar 3.13 Bagian <i>Air Intake</i> .....	42

	Halaman
Gambar 4.1 Grafik <i>Angle of Attack</i> Terhadap Arus Servo.....	46
Gambar 4.2 Grafik <i>Angle of Attack</i> Terhadap Voltase Servo .....	47
Gambar 4.3 Grafik <i>Angle of Attack</i> Terhadap Pergerakan Udara( <i>Airspeed</i> ) ....	48

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi NACA 2412.....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno.....	12
Tabel 2.3 Penjelasan Bagian Arduino Uno.....	13
Tabel 2.4 Konfigurasi Pin LCD 16x2.....	28
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Data.....	46
Tabel 4.2 Data Indikator.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Surat Rekomendasi Laporan Akhir
  - Lembar Bimbingan LA Pembimbing I
  - Lembar Bimbingan LA Pembimbing II
  - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing I
  - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing II
  - Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran B. Foto Alat dan Pengetesan
- Lampiran C. Daftar Program
- Lampiran D. *Data Sheet* ATmega328 Arduino Uno