

**RANCANG BANGUN SIMULATOR STALL WARNING PADA  
PESAWAT SEBAGAI SARANA PRAKTIK DI LINGKUNGAN KAMPUS  
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

**Septiyan Dwi Azhari<sup>1</sup>, Rudi Fikus Prihanto<sup>2</sup>, Bambang Junipitoyo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No 73, Surabaya 60236

Email: [septiyandwiazhari06@gmail.com](mailto:septiyandwiazhari06@gmail.com)

**Abstrak**

*Stall warning system* adalah sistem yang berfungsi sebagai peringatan kepada pilot apabila pesawat dalam kondisi *stall*. *Stall* ialah kondisi saat pesawat kehilangan daya angkat yang diakibatkan oleh beberapa hal, meningkatnya sudut serang (*Angle of Attack*) yang melebihi batas dari *critical point* adalah salah satunya. Pada pesawat sipil sangat dibutuhkan sistem *stall warning system*. Dalam perbanaan, *flight instrument* yang memiliki peran penting yaitu *stall warning system*.

**Kata Kunci:** *Angle Of Attack (AOA), Stall, Stall Warning.*

**Abstract**

*Stall warning system is a system that serves as a warning to pilots if the plane is in a stall condition. Stall is a condition where the aircraft loses its lift caused by several things, one of which is the increase of Angle of Attack that exceeds the limit of critical point. Stall warning system on a civilian aircraft is really crucial. On a flight operation, flight instrument is the tool that plays a huge roll, the stall warning. When aircraft is in stall, the stall warning will be working. In this case the tool used as a stall detector placed at stagnation point is an electric stall warning system which is a stall detection tool when the plane is in the air. When the angle of attack on the wing increases and exceeds the limit of critical points, so stagnation points move down. When the stagnation point drops, the stall warning vane/tab will up and activate the stall warning sensor.*

**Keywords:** *Angle Of Attack (AOA), Stall, Stall Warning.*

**PENDAHULUAN**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia telah berkembang pesat sehingga tercipta penemuan-penemuan baru yang dapat mempermudah aktifitas manusia, maka dari itu taruna maupun taruni di Politeknik Penerbangan Surabaya dituntut untuk dapat mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang penerbangan, khususnya pesawat terbang.

Politeknik Penerbangan Surabaya menyediakan berbagai fasilitas penunjang pendidikan yang mendukung seperti hangar dan laboratorium praktik bagi taruna-taruni untuk menguji kebenaran teori yang telah diajarkan oleh instruktur selama di kelas

maupun untuk lebih mampu mengembangkan teori tersebut.

Program studi Teknik Pesawat Udara memberikan kesempatan bagi taruna-taruni untuk melaksanakan praktik berupa inspeksi, perawatan, perbaikan trainer pesawat terbang, oleh karena itu, perlu adanya berbagai alat atau fasilitas pendukung untuk melengkapi dan mendukung kinerja traineer/alat uji dalam laboratorium praktik yang ada.

Taruna-taruni Politeknik Penerbangan Surabaya perlu untuk lebih memahami tentang proses kerja *warning stall alarm* saat pesawat mengalami stall pada sudut tertentu, sedangkan fasilitas simulator ini belum tersedia.

Dengan ini diharapkan para Taruna-Taruni Politeknik Penerbangan Surabaya dapat mensimulasikan alat peraga *stall warning alarm* pada pesawat sebagai bahan pembelajaran agar Taruna dan Taruni dapat memahami pendalaman materi yang disampaikan.

#### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian dan kejadian yang disebutkan di atas, maka masalah yang akan diteliti dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja simulator *stall warning alarm* yang digunakan sebagai media pembelajaran?
2. Bagaimana hasil pengujian rancangan simulator *stall warning alarm* yang terkait dengan kemampuan sensor menggunakan *sudut Angle of Attack* yang berbeda?

#### Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan, sarana dan prasarana serta agar ruang lingkup proposal dan pembuatan simulator lebih sistematis dan terarah, masalah pada proposal ini kami batasi hanya membahas sebagai berikut:

1. Pembuatan rancangan simulator *stall warning alarm* ini menggunakan benda-benda dan komponen elektronik sederhana yang memiliki fungsi dan prinsip kerja menyerupai sistem aslinya.
2. Penelitian ini dibuat hanya menggunakan sensor proximity induktif sebagai sensor yang digunakan untuk rancangan *stall warning* ini.
3. Rancangan ini dibuat hanya memahami cara kerja *stall warning alarm* pada pesawat.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui cara kerja sistem *warning stall alarm* pesawat dan mengetahui hasil pengujian kemampuan sistem pendeteksi stall pada rancangan menggunakan *sudut Angle of Attack* yang berbeda.

#### Manfaat Penelitian

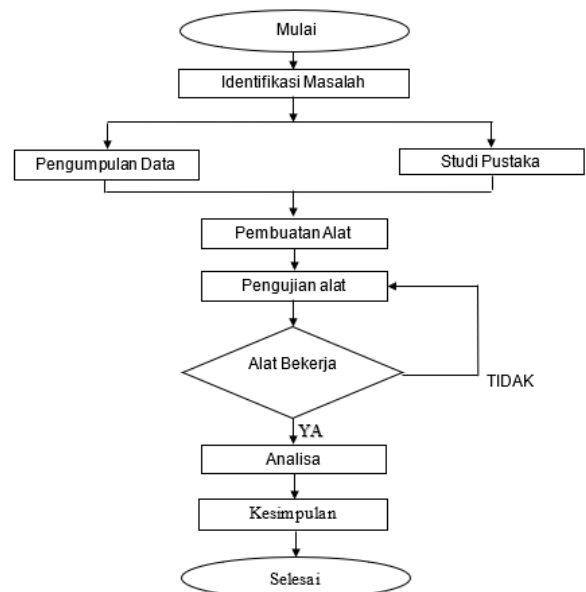
Manfaat penelitian ini dapat dilihat dari dua aspek:

1. Secara Teoritis:
  - a. Mengetahui sistem *warning stall alarm* pada pesawat khususnya electrical vane warning stall.
  - b. Mengetahui bagaimana cara kerja dari sistem *stall warning alarm* pada pesawat.
2. Secara Praktis:
  - a. Bagi Penulis  
Memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang lebih luas mengenai perancangan dan proses pembuatan sebuah alat dan Menerapkan teori yang telah didapat selama pendidikan dan praktikal di Politeknik Penerbangan Surabaya untuk dituangkan ke dalam sebuah karya nyata.
  - b. Bagi Lembaga Kampus  
Sebagai sarana untuk membantu dan memudahkan dosen dalam penyampaian materi kepada mahasiswa / taruna.

#### METODE

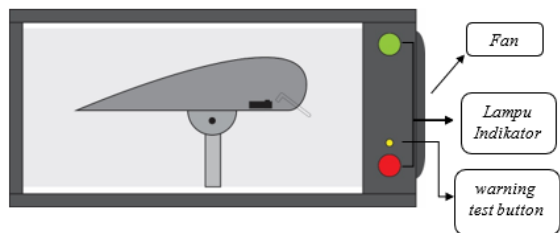
##### Desain Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan metodologi penelitian seperti pada diagram alur berikut :

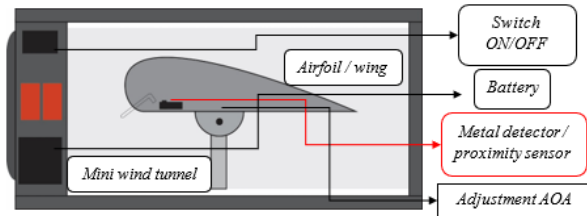


Gambar 1. Flowchart metode penelitian Desain Alat

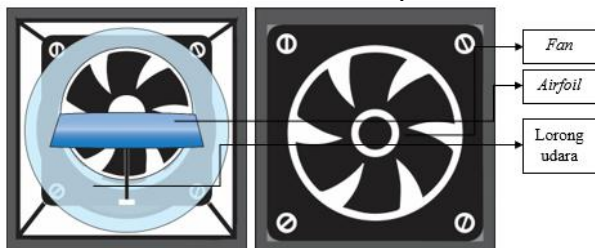
Berikut ini merupakan *design* dan blok diagram alat berupa ilustrasi, dan cara kerja dari rancangan yang buat oleh penulis :



Gambar 2. Flowchart metode penelitian



Gambar 3. Flowchart metode penelitian



Gambar 4. Flowchart metode penelitian

Spesifikasi	Panjang	Lebar	Tinggi	Diameter	Warna
Box Rangka Galvalum	41 cm	20 cm	20 cm	-	Hitam
Kipas	20 cm	20 cm	6 cm	20 cm	Hitam
Acrylic Tube	-	-	35 cm	20 cm	Transparan

### Cara Kerja Rancangan

Dengan kondisi *stall warning* yang berada di pesawat saat ini penulis membuat rancangan simulator *stall warning* pada pesawat ini menggunakan benda-benda dan komponen elektronik sederhana yang memiliki fungsi dan prinsip kerja menyerupai sistem aslinya. *System stall warning* ini menggunakan 12-24 volt DC sebagai suplai *power*. Alat yang akan dibuat ini berupa sebuah rancangan dengan menggunakan sensor logam sederhana diantaranya Sensor proximity induksi yang ditempatkan pada *leading edge* dari rancangan *airfoil*, untuk mendeteksi pergerakan *vane* (logam) pada saat *angle of*

*attack* mengalami kenaikan pada sudut tertentu dan mengakibatkan terjadinya *stall* atau hilangnya daya angkat (*lift*) pada sayap. Sesuai dengan karakteristik dan sensitivitas dari sensor tersebut dengan menerapkan prinsip metode deteksi logam, apabila logam tersebut bergerak terdeteksi oleh sensor tersebut, maka akan membunyikan *buzzer* dan *LED* sebagai *indicator*.

### Teknik Pengambilan Data

Untuk dapat melaksanakan proses pembuatan simulator, maka diperlukan berbagai data pendukung yang diperoleh dari beberapa sumber. Pengumpulan data awal dapat diperoleh dari:

1. Buku referensi yang berkaitan dengan sistem *stall warning* yaitu:
  - a. Aviation Maintenance Technician Series Airframe Volume 2: Chapter 10.
  - b. FAA airplane flying handbook airframe Chapter 4.

### Teknik Pengujian

Pengujian alat merupakan tahapan terpenting dalam membuat suatu alat peraga, karena dengan adanya suatu pengujian kita dapat mengetahui kinerja dari alat yang kita buat, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang ditargetkan.

Adapun langkah-langkah dalam proses pengujian sensor *stall warning* adalah :

1. Persiapkan alat yang sudah dirancang.
2. Nyalakan sensor, dan test sensor dengan menekan *warning test button*.
3. Posisikan *airfoil* pada derajat sudut serang yang diinginkan.
4. Nyalakan *fan panel* sebagai sumber udara *relative wind*.

### Teknik Analisa Data

Analisis data akan membahas tentang rencana bagaimana data yang diperoleh dari hasil pengujian untuk membandingkan data hasil pengujian dengan hasil perhitungan. Berikut skema analisis data apabila alat dapat bekerja dengan baik atau tidak.

Data yang dianalisis dengan percobaan 3 sudut berbeda, yaitu pada sudut 14, 15, dan 16 Derajat.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pembuatan Perangkat Keras**

**1. Pembuatan Rangkaian Metal Detector**

- a. Sensor dipasang pada didalam airfoil, lebih tepatnya pada tengah tengah airfoil dan berada tepat dibelakang vane.



Gambar 5. Peletakan sensor (*proximity*)

- b. Kemudian sensor ini dihubungkan ke beberapa indikator yang ada di *control panel* dengan menggunakan kabel dan kabel *jumper*.
- c. Sensor akan mulai bekerja jika vane yang berada pada leading edge airfoil bergerak terangkat naik yang disebabkan oleh tekanan udara yang berasal dari kipas dan vane terdeteksi sehingga menyalakan indikator dan buzzer pada *control panel*.
- d. Sensor ini disuplai dengan 2 buah baterai 9V dan 4 buah 1,5V yang dihubungkan oleh kabel

**2. Pembuatan Control Panel**

- a. *Control panel* yang dibuat menggunakan triplek digabungkan dengan rangka kipas.
- b. Kemudian langkah selanjutnya adalah memasang semua indikator yang ada pada *control panel* dengan cara membuat lubang pada triplek tersebut dengan menggunakan *holesaw* dan *drill machine*.
- c. Indikator yang dipasang yaitu 2 buah LED dan 1 buah push button yang dihubungkan menggunakan kabel *jumper* ke rangkaian sensor.

**Operating Procedure**

Setelah proses pembuatan simulator selesai, maka tahap selanjutnya adalah mengoperasikan simulator. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengoperasikan simulator secara urut yaitu:

1. Menyalakan sistem pada simulator dengan menekan saklar *on-off* yang terpasang pada permukaan *control panel*.
2. Menekan tombol *warning test* untuk menyalakan dan memastikan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik.
3. Memulai mekanisme kerja simulator dengan memasang airfoil pada stand yang berada didalam lorong udara.
4. Selanjutnya tentukan sudut serang yang diinginkan untuk dilakukan pengambilan data.
5. Nyalakan kipas sebagai sumber *relative wind* untuk memulai simulator.
6. Apabila sensor bekerja, sensor akan menghidupkan lampu indikator peringatan dan buzzer.

**Hasil Pengujian**

**1. Data Pengujian**

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data kemampuan sensor dalam mendeteksi *stall* karena sudut serang yang tinggi yang dibantu kipas sebagai sumber *relative wind*, menggunakan vane.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi sensor dalam bekerja, diantaranya:

- a. Pengaturan posisi sudut serang dari *airfoil*.
- b. Kecepatan *relative wind* yang dihasilkan dari kipas.

Data yang diperoleh dari proses pengujian ini yaitu berdasarkan derajat dari sudut serang *airfoil* dengan tiga sudut yang berbeda, yaitu pada sudut 14, 15, dan 16 Derajat. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pengambilan Data

No	Besarnya Sudut <i>Angle of Attack</i>	Kemampuan sensor		Indikasi Sensor Bekerja		
		Bekerja	Tidak	Indikator Proximity	Lampu Indikator Merah	Buzzer
1.	10°		✓	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala
2.	12°		✓	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala
3.	14°		✓	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala
4.	15°	✓		Menyala	Menyala	Berbunyi
5.	16°	✓		Menyala	Menyala	Berbunyi



Berdasarkan tabel di atas, pada saat diposisikan ke sudut serang 15 derajat sensor berkerja mengaktifkan lampu peringatan dan buzzer. Hal ini menunjukkan bahwa ketika *airfoil* berada pada sudut tersebut mulai terjadi perpindahan tekanan pada *airfoil*. Sehingga tekanan tadi mendorong vane keatas untuk mengaktifkan sensor yang membuat buzzer berbunyi dan lampu indikator akan menyala berwarna merah.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan Output Battery dan Sensor

Tegangan Input baterai	Tegangan Output baterai	Tegangan Output Sensor	Keterangan
24V (DC)	23,51V (DC)	16,23V (DC)	Normal 12-24V (DC)

Setelah dilakukan beberapa pengujian, penulis mendapat data tegangan *output* dari baterai dan sensor telah sesuai dengan yang dibutuhkan seperti yang ditunjukkan pada tabel diatas

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian simulator terkait dengan kemampuan sistem sensor pendeteksi *stall* dalam bekerja, dapat disimpulkan yaitu:

1. Cara kerja dari simulator ini menggunakan 12-24 volt DC sebagai suplai *power* yang digunakan untuk mengaktifkan sensor. Alat ini menggunakan Sensor proximity induksi yang ditempatkan pada *leading edge* dari *airfoil* untuk mendeteksi pergerakan *vane* pada saat *angle of attack* mengalami kenaikan pada sudut tertentu dan mengakibatkan *stall* atau hilangnya daya angkat (*lift*) pada sayap. Hal ini menunjukkan bahwa ketika *airfoil* berada pada sudut tersebut mulai terjadi perpindahan tekanan pada *airfoil*. Sehingga tekanan tadi mendorong vane keatas untuk mengaktifkan sensor yang membuat

buzzer berbunyi dan lampu indikator akan menyala berwarna merah.

2. Dari hasil pengujian simulator ini, dapat diketahui bahwa semakin besar sudut serang, semakin besar pula daya angkat yang dihasilkan dan ketika sudut serang besarnya mencapai *critical point*, maka yang terjadi sebaliknya, yaitu daya angkat (*Lift*) akan berkurang dan daya hambat (*Drag*) akan mengalami kenaikan yang mengakibatkan *stall*.

## Saran

Pada rancangan ini tentu ada beberapa hal yang belum bisa penulis kembangkan karena adanya batasan masalah yang penulis angkat, maka dari itu ada beberapa yang dapat penulis sarankan :

1. Rancangan ini dirancang menggunakan sistem dan alat yang sangat sederhana yang mempunyai fungsi dan prinsip sama seperti apa yang diaplikasikan pada *stall warning system* pesawat . Untuk itu kedepannya sangat diperlukan rancangan yang lebih kompleks dan alat yang lebih canggih dalam arti dengan menggunakan teknologi dan alat terbaru.
2. Sensor yang digunakan masih menggunakan kabel diluar *airfoil* sebagai *outputnya*, maka perlu dikembangkan dengan sensor yang dapat menjadi satu dengan *airfoil* agar terlihat lebih rapi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Aero. (2015, Feb.) *Mahir Teknologi Dirgantara.* (Online), (<http://adnanaero.blogspot.co.id/2015/02/stall-assalamualaikum-wr.html>), diakses 18 Januari 2021.
- [2] Anonim, 2009, *Federal Aviation Administration, Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe Volume 2, Chapter 10: Aircraft Instrument System, FAA: United State.*
- [3] Anonim, 2008, *Federal Aviation Administration, Airplane Flying*

- Handbook, Chapter 4: Maintaining Aircraft Control: Upset Prevention and Recovery training, FAA: United State.*
- [4] Anonim, (2014, Jul) *Apritos.com*. (online). ([apritos.com/wp-content/uploads/2014/07/modul-EIS.pdf](http://apritos.com/wp-content/uploads/2014/07/modul-EIS.pdf)), diakses 18 Januari 2021.
- [5] Kaffa, Mutiara. (2016). *Sistem Stall Warning Pada Pesawat Sipil PT. Dirgantara Indonesia. Bandung : Jurusan Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.*
- [6] *Module 11a Turbine Aeroplane, Aerodynamics Vol 1*
- [7] Saroinsong, H., (2017). *Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot.*