

RANCANG BANGUN SIMULASI PERGERAKAN *HIGH LIFT* *DEVICE* PADA PESAWAT

Lalu Giat Juangsa Putra¹, James Siregar², Dedy Syarif Quysairi³

Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara
Jl. Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia
E-mail: lalugiat@polibatam.ac.id

Abstrak

High lift device yang paling banyak digunakan pada pesawat kecil maupun pesawat besar adalah flap. Flap dapat dipasang pada *leading edge* maupun *trailing edge* (hanya untuk pesawat besar) pesawat. Untuk membuat sebuah alat simulasi dibutuhkan rancang bangun dan juga sistem penggerak yang nantinya akan membentuk pergerakan seperti pada flap sesungguhnya. Sebagai mode penggerak, sistem yang dirancang pada alat simulasi flap ini akan menggunakan sistem elektronik yaitu motor servo yang akan dikendalikan oleh arduino. Sudut yang dibentuk oleh motor servo akan diberi penyesuaian terhadap sudut yang dibentuk oleh flap sesuai *flap level*. Alat simulasi flap ini dapat menghasilkan sudut yang dibentuk pada motor servo yaitu, 5°, 14°, 19°, 25° dan 30° berhasil menggerakkan flap pada *flap level* 0, 1, 2, 3 dan 4 baik pada mode pergerakan *extend* maupun *retract*.

Kata kunci: Arduino, Flap, Motor Servo, Simulasi, High lift device

Abstract

The most high lift device modifying, for small airplanes and large, is the wing flap. Flaps can be installed on the leading edge or trailing edge (only for large airplane) aircraft. To make a simulator, the design and also the drive system are needed which will form the movement as in the real flap. As a driving mode, the system which designed on this flap simulator will use an electronic system. By using a servo motor as a drive and Arduino as a microcontroller that will be programmed according to the planned movement. The flap simulator can produce angles formed on servo motors such as 5°, 14°, 19°, 25° and 30° its moving flaps on flap level 0, 1, 2, 3 and 4 in extend and retract movement modes.

Keywords: Arduino, Flap, Servo Motor, Simulation, High lift device

1 Pendahuluan

Salah satu jenis *high lift device* yang paling banyak digunakan pada pesawat kecil maupun pesawat besar adalah flap. Flap dapat dipasang pada *bagian trailing edge* dan *leading edge* (untuk pesawat besar) sayap pesawat [5]. Flap merupakan salah satu sistem yang terletak pada sayap pesawat terbang dan berfungsi untuk menambah luas penampang sayap pesawat. Penambahan luas penampang pada sayap bertujuan

untuk meningkatkan gaya angkat pada pesawat [5]. Pergerakan flap selain untuk menambah luas penampang sayap juga untuk mengubah *chamber* pada sayap pesawat. Perubahan *chamber* pada sayap pesawat akan mengakibatkan peningkatan nilai gaya angkat dan gaya hambat pada sudut serang tertentu [1]. Flap umumnya digunakan pada saat pesawat lepas landas (*take off*) dan mendarat (*landing*). Flap digunakan pada kedua kondisi tersebut karena pada kondisi *take off* dan *landing* pesawat berkecepatan

rendah sehingga pesawat memerlukan alat bantu untuk dapat mempertahankan gaya angkatnya [1]. Tujuan dari pembuatan alat simulasi flap ini adalah untuk memodelkan dan mensimulasikan mekanisme pergerakan alat simulasi flap sesuai dengan pergerakan flap pada pesawat. Alat ini juga dapat digunakan sebagai penunjang sarana pembelajaran untuk memperkenalkan fungsi dan cara kerja system flap yang ada di pesawat. Flap yang dibuat akan menggunakan sistem elektronik untuk menggantikan peran sistem hidrolik yang umumnya digunakan pada pesawat terbang.

2 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan pembuatan alat simulasi flap ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian dari hasil rancang bangun dengan rancangan sistem penggerak yang akan dibuat, sehingga pergerakan yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan. Langkah-langkah yang dilakukan seperti:

A. Desain

Flap yang di buat berjenis *fowler flap* dan memiliki 3 bagian, yaitu *mounting flap*, *middle flap* dan *aft flap* seperti yang tertera pada gambar 1. Spesifikasi yang akan digunakan pada proses pembuatan alat simulasi pergerakan *high lift device*, yaitu sebagai berikut:

a) Flap Mounting

Lebar : 53 cm
 Panjang : 35.5 cm
 Panjang track : 15 cm

b) Middle Flap

Lebar : 49 cm
 Panjang : 30.7 cm
 Panjang track : 6.5 cm

c) Aft Flap

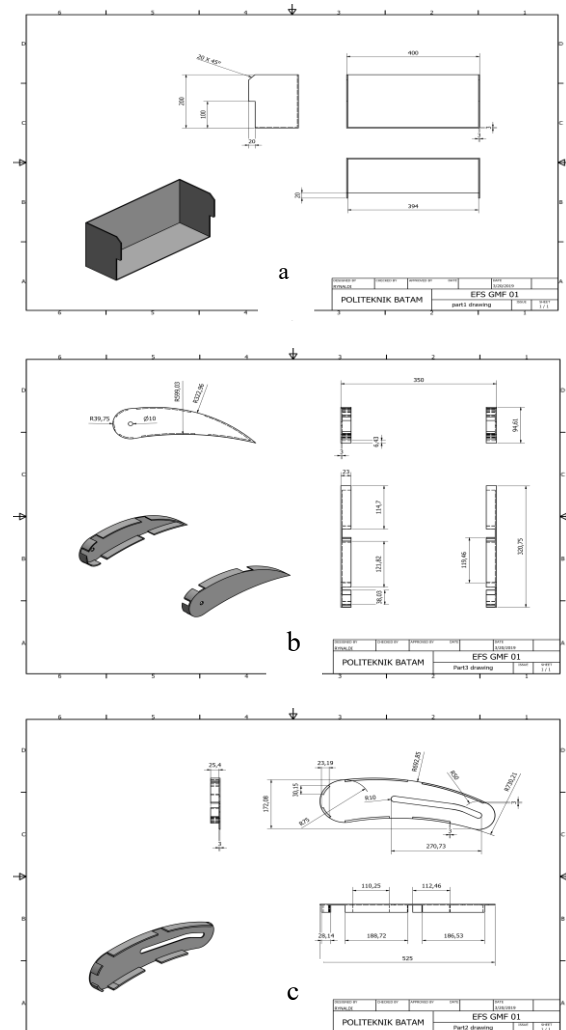
Lebar : 42.2 cm
 Panjang : 30 cm

Luas penampang saat *retract* : 2303 cm²

Luas penampang saat *extend* : 3136 cm²

Aplikasi yang digunakan untuk membuat design

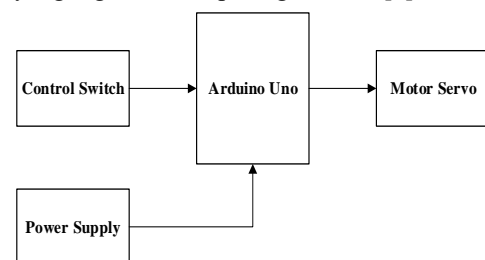
adalah autodesk inventor 2016. Hasil desain dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar: 1 (a) Mounting Flap (b) Aft Flap (c) Mid Flap

B. Membuat design system control

Tahap ini akan memuat alur proses kerja dari sistem dengan komponen yang akan digunakan sehingga sistem sebagai pengendali dapat membuat pergerakan yang diinginkan seperti yang digambarkan pada gambar 2 [2].



Gambar 1: Design System Control

Spesifikasi motor servo yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- Merek : JX 6221MG
- Bahan : PA66 + fiber 40%
- Besar torsi : 17.25 kg/cm (4.8 V)
20.32 kg/cm (6 V)
- Kecepatan operasi : 0.18sec/60° (4.8V)
0.16sec/60° (6V)
- Tegangan : 4.8-6 V
- Dimensi : 40.5x40x20.2mm
- Berat produk : 0.2 kg
- Material gear : Gear dari metal
- Casing : Aluminium



Gambar 2: Motor Servo JX 6221 MG

C. Perakitan Sistem

Perakitan sistem akan dilakukan melalui dua tahapan, yaitu perakitan sistem elektrikal dan sistem mekanikal.

a. Sistem elektrikal

Untuk menghasilkan pergerakan motor pada alat simulasi flap dibutuhkan sistem elektrikal. Sistem elektrikal yang akan digunakan adalah Arduino [4]. Arduino adalah alat elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler. Arduino dapat membaca masukan dari *control switch* dan kemudian mengubahnya menjadi output berupa perintah untuk menggerakkan motor. Arduino menjadi pusat kendali untuk mengatur semua mode pergerakan servo motor dengan menggunakan bahasa program yang dimasukan menggunakan *software Arduino IDE* [2]. Adapun beberapa komponen yang harus dipersiapkan untuk merakit sistem yang digunakan pada flap tersebut dapat diliat pada tabel I.

Tabel I
KOMPONEN DAN FUNGSINYA

Nama Komponen	Fungsi
<i>Arduino Uno</i>	Sebagai pusat perintah dan kendali dari sistem
<i>Control Switch</i>	Sebagai <i>selector</i> untuk menentukan pergerakan flap yang di ingiinkan [4]
<i>Servo Motor + Encoder</i>	Sebagai penggerak utama pada alat simulasi flap, dan mendeteksi posisi dari pergerakan yang sudah di tentukan oleh pusat kendali [3], [4].
<i>Power Supply Min. 5V</i>	Sebagai sumber listrik yang akan mensuplai arus kepada perangkat sistem.
<i>PC dengan Software IDE Arduino</i>	Untuk memasukkan program sesuai dengan pergerakan yang dikehendaki.



Gambar 4: Control Switch

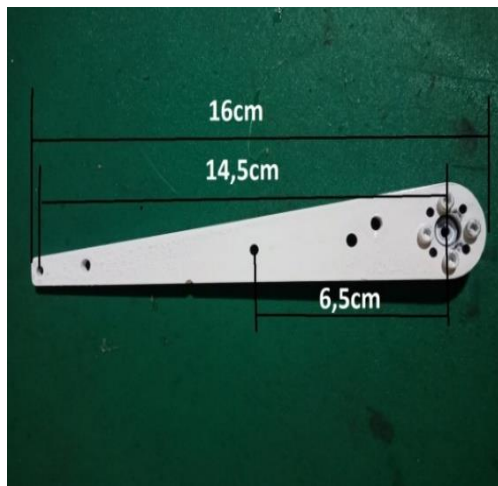
b. Sistem Mekanikal

Untuk meneruskan pergerakan motor servo yang telah diprogram, dibutuhkan mekanisme sebagai penghubung antara motor servo dengan flap. Adapun beberapa komponen yang harus dipersiapkan untuk merakit sistem mekanikal yang digunakan pada flap dapat dilihat pada tabel II:

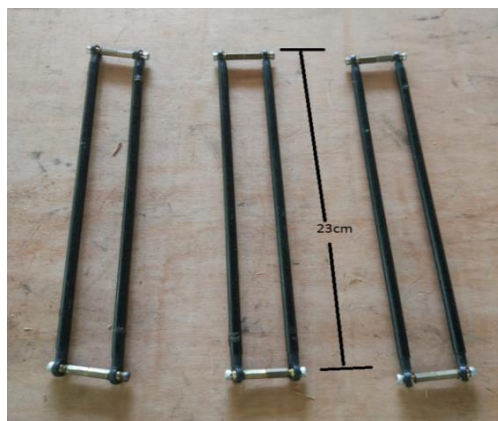
Tabel II
KOMPONEN SISTEM MEKANIKAL

Nama Komponen	Fungsi
<i>Main Rod</i>	Sebagai pendorong yang langsung terhubung pada poros motor servo
<i>Linkage Rod</i>	Sebagai penerus dorongan dari <i>Main Rod</i> dan langsung terhubung kepada titik dorong pada flap
<i>Linkage Coupling</i>	Sebagai mekanisme penyambung dorongan antar <i>linkage</i> menuju titik dorong

Gambar komponen pada tabel II dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5: *Main Rod*



Gambar 6: *Linkage Rod*

3 Pembahasan dan Analisa

3.1 Konsep Desain

Konsep desain untuk sistem yang akan menggerakkan alat simulasi flap ini akan menyesuaikan dari spesifikasi dari rancang bangun flap tersebut agar

pergerakan yang diharapkan dapat terwujud. Hal yang menjadi pertimbangan diantaranya:

- Beban maksimal yang akan di gerakkan oleh sistem penggerak.

Pada penghitungan beban, beban maksimal yang dapat digerakkan oleh motor servo bergantung kepada panjang lengan *Main Rod*. Untuk Jarak titik poros ke titik dorong untuk *Mid Flap* dan *Aft Flap* pada *Main Rod* adalah 14.5 cm dan 6.5 cm. Motor servo mempunyai torsi sebesar 17.25 kg/cm (4.8V) pada poros, sehingga torsi yang dihasilkan adalah :

$$\frac{17.25 \text{ cm/kg}}{14.5 \text{ cm}} = 1.18 \text{ kg untuk Aft Flap}$$

$$\frac{17.25 \text{ cm/kg}}{6.5 \text{ cm}} = 2.6 \text{ kg untuk Mid Flap}$$

- Jarak pergerakan yang dihasilkan oleh sistem penggerak.

Jarak pergerakan yang mampu di dihasilkan oleh sistem bergantung kepada panjang *Main Rod* dengan radius putarnya. Total panjang *Main Rod* dihitung dari poros adalah 15 cm. Sehingga, apabila digerakan pada sudut 0° sampai 180° menjadi 30 cm.

Berikut hasil dari perhitungan konsep desain.






Tabel III

Hasil perhitungan konsep desain

Beban total <i>flap</i> sebelum di <i>assembly</i>	: ±1.8 kg
Beban yang ditanggung untuk pergerakan <i>Mid Flap</i>	: ±1.1 kg
Beban yang ditanggung untuk pergerakan <i>Aft Flap</i>	: ±0.3 kg
Beban yang dapat di tanggung oleh motor untuk menggerakkan mid flap	: ±2.6 kg
Beban yang dapat di tanggung oleh motor untuk menggerakkan aft flap	: ±1.18 kg
<i>Range</i> pergerakan yang dibuat pada proses rancang bangun (<i>Flap track</i>)	: 16 cm
<i>Range</i> pergerakan yang dapat dihasilkan oleh motor penggerak	: 30 cm

- c. Sudut yang akan dibentuk pada alat simulasi flap. Sudut yang akan dibentuk oleh sistem penggerak mengacu kepada rancang bangun dari flap tersebut, dimana titik *flap level* telah ditetapkan. Untuk mendapat sudut-sudut yang sesuai maka diperlukan proses perhitungan dan penyesuaian sistem terhadap flap. Sudut yang dibentuk pada alat yang dibuat, ditampilkan pada tabel IV.

Tabel IV
Sudut flap

Flap Level	Sudut	Gambar
0	5°	
1	14°	
2	19°	
3	25°	
4	30°	

3.2 Perhitungan dan Uji coba pergerakan Flap

Perhitungan dilakukan dengan melakukan percobaan dan mengukur secara manual sudut yang dibentuk oleh pergerakan motor servo hingga mencapai dan sesuai dengan flap level yang telah ditentukan. Setelah melakukan perhitungan dan pengukuran, proses selanjutnya adalah penyesuaian dengan

melakukan percobaan pergerakan untuk menarik data yang dihasilkan dari pergerakan alat simulasi flap.

Percobaan dilakukan sebanyak empat kali dengan mendapat hasil yang berbeda-beda. Empat kali percobaan tersebut bertujuan untuk mengambil rata-rata pergerakan yang dihasilkan oleh sistem penggerak untuk menggerakkan flap yang telah dibuat. Hasil dari percobaan yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel V sampai tabel IX:

Tabel V
Percobaan pada posisi Flap level 0

Percobaan	I	II	III	IV
Sudut <i>Flap</i>	4 °	5 °	5 °	5 °
Sudut <i>Motor Servo</i>	180 °	180 °	180 °	180 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	0	0	0	0
Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	0	0	0	0
Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	2303	2303	2303	2303

Tabel VI
Percobaan pada posisi Flap level 1

Percobaan	I	II	III	IV
Sudut <i>Flap</i>	12 °	14 °	14 °	13 °
Sudut <i>Motor Servo</i>	125 °	125 °	125 °	125 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	2	2	2	2
Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	2,5	2,5	2,5	2,5
Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	2401	2401	2401	2401

Tabel VII
Percobaan pada posisi Flap level 2

Percobaan	I	II	III	IV
Sudut <i>Flap</i>	19 °	20 °	19 °	19 °
Sudut <i>Motor Servo</i>	95 °	95 °	95 °	95 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	4,8	4,8	5	5
Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	3,5	3,5	3,2	3,2

Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	2597	2597	2597	2597
---	------	------	------	------

Tabel VIII

Percobaan pada posisi Flap level 3

Percobaan	I	II	III	IV
Sudut <i>Flap</i>	25 °	25 °	24 °	24 °
Sudut <i>Motor Servo</i>	72 °	72 °	72 °	72 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	7,7	7,7	7,8	7,8
Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	5,7	5,7	6	6
Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	2891	2891	2897	2897

Tabel IX

Percobaan pada posisi Flap level 4

Percobaan	I	II	III	IV
Sudut <i>Flap</i>	29 °	28 °	30 °	30 °
Sudut <i>Motor Servo</i>	40 °	40 °	40 °	40 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	9,9	9,9	10	10
Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	6	6	6	6
Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	3136	3136	3136	3136

Setelah melakukan empat kali percobaan perhitungan dan penyesuaian dari sudut motor servo untuk mencapai *flap level* yang sudah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Tabel X

Kesimpulan hasil percobaan Flap level 0-4

Posisi/Flap Level	0	1	2	3	4
Sudut Flap	5 °	14 °	19 °	25 °	30°
Sudut Motor Servo	180 °	125 °	95 °	72 °	40 °
Jarak yang di capai <i>Mid Flap</i> (cm)	0	2	5	8	10

Jarak yang di capai <i>Aft Flap</i> (cm)	0	2,5	3,2	5,5	6
Total luas penampang yang dihasilkan (cm ²)	2303	2401	2597	2891	3136

Berdasarkan hasil percobaan yang ditampilkan pada tabel X, dapat dilihat bahwa adanya penambahan luas penampang pada sayap akibat pergerakan flap. Pada posisi *flap level* 0 (5 °) luas penampang yang dihasilkan 2303 cm² sedangkan pada posisi *flap level* 1 (14°) luas penampang yang dihasilkan 2401 cm².

3.3 Pengoperasian dan Cara Kerja Sistem Penggerak

Sistem yang akan menggerakkan alat simulasi flap ini mempunyai urutan tata cara mengoperasikan dan cara kerja hingga menghasilkan gerakan.

3.3.1 Cara Mengoperasikan

Untuk mengoperasikan alat simulasi flap ini perlu mengetahui langkah langkah sebagai berikut:

- Hubungkan *power supply* ke sumber listrik
- Secara otomatis motor akan menuju titik flap level 0
- Untuk mendapatkan pergerakan *extend* menuju flap level yang lebih besar, tekan *switch* berwarna hijau satu kali untuk setiap penambahan *flap level* nya. Pastikan bahwa posisi disetiap *level* sudah tercapai secara sempurna terlebih dahulu.
- Untuk mendapatkan pergerakan *retract* menuju *flap level* yang lebih kecil, tekan *switch* berwarna merah satu kali untuk setiap berkurangnya *flap level*. Pastikan bahwa posisi disetiap *level* sudah tercapai secara sempurna terlebih dahulu.
- Untuk menghasilkan pergerakan dan sudut yang sesuai dengan masing masing *flap level*, hindari menahan tombol secara terus menerus.

3.3.2 Cara Kerja Sistem Penggerak

Arduino sebagai pusat kendali pergerakan motor servo diberi program dengan perintah kerja sesuai dengan rancangan pergerakan yang akan dihasilkan, yaitu [2]:

- Arduino diprogram untuk membaca posisi 180°

sebagai posisi awal servo motor sebelum diberi perintah lanjutan.

- Arduino diprogram membaca tombol hijau yang ditekan sebagai perintah motor servo untuk memperkecil sudut yang di mulai dari sudut 180°, 125°, 95°, 72°, 40° secara berurutan untuk tiap satu kali tekan.
- Arduino diprogram membaca tombol merah yang ditekan sebagai perintah motor servo untuk memperbesar sudut motor servo yang di mulai dari sudut 40°, 72°, 95°, 125°, 180° secara berurutan untuk tiap satu kali tekan.
- Arduino diprogram untuk tetap dapat melakukan perintah dari tombol hijau dan merah dengan tidak harus sampai pada sudut maksimal *extend* atau maksimal *retract* terlebih dahulu.
- Arduino diprogram untuk dapat tetap mempertahankan motor servo pada posisi sudut yang telah ditentukan disetiap *flap level* sebelum mendapat perintah dari tombol hijau atau tombol merah.

4 Kesimpulan

Berdasarkan data utama flap yang sudah dirancang ,maka digunakanlah motor servo bertipe JX6221MG sebagai alat penggerak alat simulasi flap yang mana pergerakan motor servo tersebut dikendalikan oleh arduino yang telah diprogram sesuai dengan *flap level* yang dimaksud. Dari hasil percobaan dan penyesuaian dihasilkan lima sudut dari motor servo. Sudut yang dibentuk pada motor servo yaitu, 5°, 14°, 19°, 25°, dan 30° berhasil menggerakkan flap pada *flap level* 0, 1, 2, 3, dan 4. *Flap level* 0 disebut dengan titik *retract* dan *flap level* 4 disebut dengan titik *extend*. Luas penampang flap yang dapat dibentuk yaitu pada *Flap level* 0 sebesar 2303 cm² , *Flap level* 1 sebesar 2401 cm², *Flap level* 2 sebesar 2597 cm², *Flap level* 3 sebesar 2891 cm², dan *Flap level* 4 sebesar 3136 cm².

Daftar Pustaka

- [1] Jeppesen. (2016). *Airframe Technician Textbook*. USA: Englewood.
- [2] Kadir, A. (2017). *Pemrograman Arduino &*

Android Menggunakan App Inventor. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

- [3] Samuel, H Saroinsong. dkk. 2018. Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (*Fixed Wing*) Berbasis Ardupilot. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol. 7, 1.
- [4] Albayumi, Usep Ali. Dkk. 2018. Perancangan *prototype landing gear system* dan monitoring pergerakan *landing gear system* pesawat terbang menggunakan mikrokontroler. Universitas Telkom program studi S1 teknik elektro.
- [5] https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_general_handbook.pdf