

RANCANG BANGUN ALAT PERAGA MEKANISME FLAPS PESAWAT ATR-72 BERBASIS ARDUINO

Faizzal Asyasyani¹, Indra Permana^{2*}, Riza Arif Pratama³

1. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139

2. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139
(indrapermana@lecture.utp.ac.id)

3. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139
(rizaarifp@lecture.utp.ac.id)

*corresponding author: indrapermana@lecture.utp.ac.id

ABSTRAK

Flaps adalah sebuah komponen yang terpasang pada bagian belakang sayap (*trailing edge*), berfungsi meningkatkan camber airfoil untuk memberikan tambahan gaya angkat. Flap memiliki beberapa tipe mekanisme gerak, salah satunya adalah *slotted flaps* yang dipakai di pesawat ATR-72. Mekanisme penggerak flap menjadi salah satu materi pembelajaran dalam perkuliahan di program studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat. Untuk memudahkan pemahaman materi, dibutuhkan suatu sarana komunikasi dan interaksi dalam bentuk alat peraga mekanisme flap. Alat ini mampu memodelkan konsep mekanisme kerja Flap sesuai aslinya. Dalam rancang bangun ini, alat peraga dibuat dengan menggunakan motor servo sebagai pengganti aktuator hidrolik dan Arduino sebagai mikrokontroler. Rangka sayap dan flap pesawat ATR-72 dimodelkan menggunakan lembaran aluminium. Alat peraga ini mampu beroperasi sesuai dengan konsep mekanisme *extension/retraction* dari *inboard flap* ATR-72. Sudut defleksi flap yang dihasilkan oleh alat ini mempunyai margin kesalahan terbesar 10% pada sudut defleksi 35°.

kata kunci: Alat Peraga, Flaps, Pesawat ATR-72, Arduino

ABSTRACT

Flap are a component installed on the rear part of the wing (trailing edge) which have a function to increase the airfoil camber in order to provide additional lift. Flap have several types of movement mechanism, one of which is the slotted flaps used in the ATR-72 Aircraft. The flap mechanism is one of the learning materials in Aircraft Maintenance Engineering study program. To facilitate understanding of the material, a means of communication and interaction is needed in the form of a flap mechanism demonstration tool. This tool is able to model the concept of the flap working mechanism according to the original flap concept. The demonstration tool is designed using a servo motor as a replacement for the hydraulic actuator and Arduino as a microcontroller. The wing and flap structure of the ATR-72 aircraft are modelled using aluminium sheets. This demonstration tool is able to operate according to the concept of the extension/retraction mechanism of the ATR-72 Inboard Flap. The flap deflection angle produced by this tool has a maximum margin of error of 10% at a deflection angle of 35°.

keywords: Training Aid, Flaps, ATR-72 Aircraft, Arduino

PENDAHULUAN

Flap adalah sebuah komponen yang terpasang pada bagian belakang sayap (*trailing edge*) untuk menambah gaya angkat. Flap berfungsi meningkatkan camber airfoil untuk memberikan tambahan gaya angkat, meningkatkan koefisien lift saat take-off, dan dapat diperpanjang sepenuhnya untuk mendapatkan pendaratan lebih lambat, sehingga jarak pendaratan lebih pendek [1]. Flaps dapat naik dan turun karena di dorong oleh *hydraulic actuator* pada *hinge* yang menempel pada flaps.

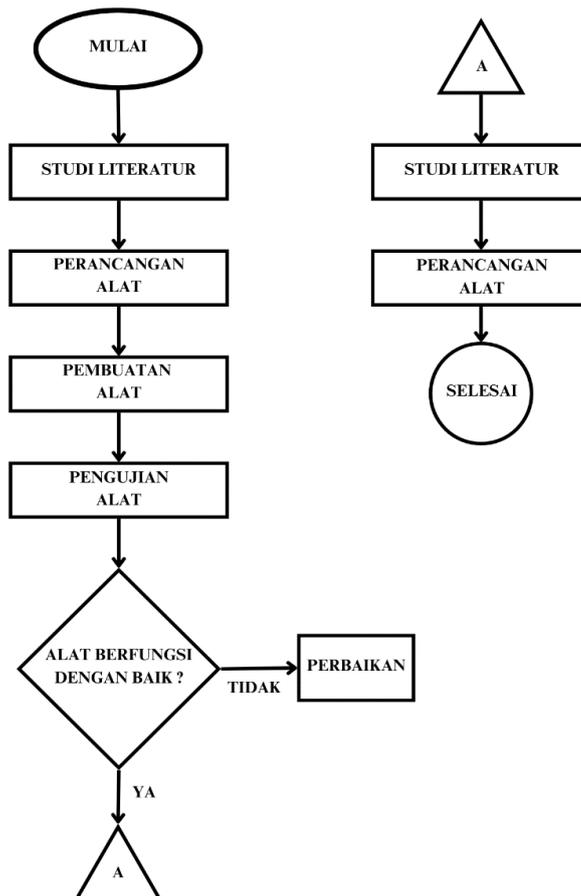
Pesawat ATR-72 merupakan pesawat turboprop bermesin ganda dengan jangkauan terbang jarak pendek, dapat membawa penumpang beserta awak kabin sekitar 72-74 orang [2]. Pesawat ATR-72 melakukan lepas landas dan mendarat dibantu oleh komponen *flaps*, Ketika flaps ditempatkan pada posisi 15 derajat, unit sakelar akan mengirimkan sinyal untuk memberitahu kepada MFC (*Medial Femoral Condyle*), kemudian MFC akan memerintahkan katup solenoid agar aktuator berjalan. aktuator disuplai oleh sirkuit hidrolik dan indikator akan membaca pergerakan pada flaps [3].

Mekanisme penggerak flap menjadi salah satu materi pembelajaran dalam perkuliahan di program studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat. Untuk memudahkan pemahaman materi, dibutuhkan suatu sarana komunikasi dan interaksi dalam bentuk alat peraga mekanisme flap. Dalam rancang bangun ini, Flap pesawat ATR-72 menjadi objek yang dimodelkan. Alat ini mampu memodelkan konsep mekanisme

kerja Flap sesuai aslinya. Alat peraga bermanfaat untuk mempresentasikan suatu materi menjadi konkrit dan realistik [4]. Alat peraga sebagai sarana komunikasi dan interaksi antara dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran.

Desain alat peraga ini menggunakan *Arduino Nano* untuk menggantikan *computer* mengolah data dari pengguna ke *actuator*. *Arduino Nano* adalah *board* mikrokontroler berbasis *ATmega 328p*, memiliki 14 pin input/output. *Arduino Nano* memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel *USB* atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya [5].

METODOLOGI

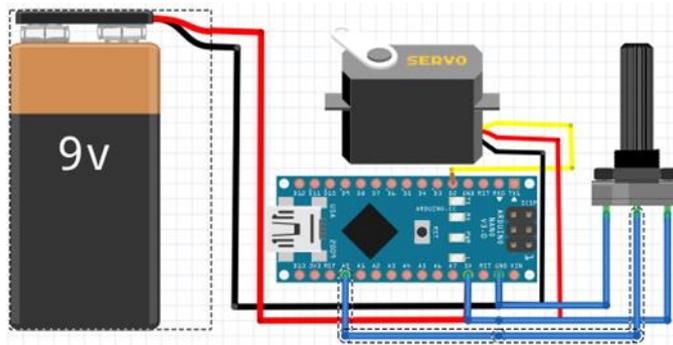


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini mengikuti Gambar 1. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mendapatkan mekanisme Flap pesawat ATR-72. Konsep mekanisme tersebut dijadikan dasar perancangan alat peraga yang dibuat. Beberapa penyederhanaan dilakukan untuk dapat memodelkan konsep mekanisme tersebut. Rancangan alat yang telah disusun dengan baik kemudian mulai dibuat sesuai dengan material dan proses manufaktur tiap komponennya. Proses perakitan alat dilakukan setelah seluruh komponen telah lengkap dibuat. Alat peraga yang telah dirakit kemudian diuji untuk memastikan bahwa hasilnya sesuai dengan konsep mekanisme Flap pesawat ATR-72.

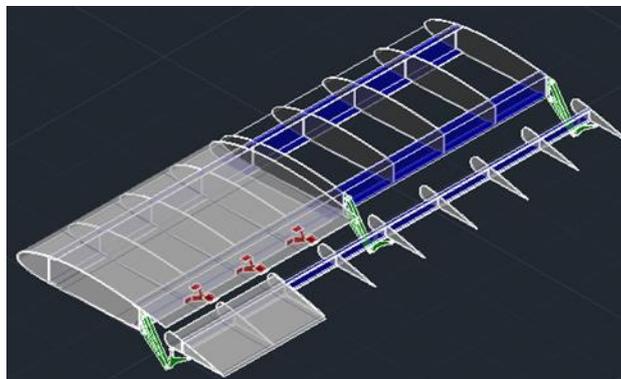
Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat/Bahan	Fungsi
1	Motor Servo	Penggerak Flap
2	Arduino Nano Atmega 328P	Microcontroller untuk memproses input perintah dan meneruskannya ke motor servo
3	Kabel Jumper	penyambung komponen elektronika yang digunakan dalam sistem kontrol
4	Potensiometer	Input perintah penggerak flaps
5	Project Board	Papan sirkuit untuk menghubungkan komponen elektronika
6	Baterai 9V DC	Penyuplai daya listrik
7	Resistor	Menurunkan tegangan baterai
8	Pelat Aluminium	Bahan dasar pembentuk struktur wing dan flap
9	Akrilik	Bahan komponen engsel flap
10	Bearing	Komponen untuk membuat gerakan berputar pada engsel flap
11	Blind Rivet	Komponen untuk menyambungkan struktur pelat pada sayap dan flap



Gambar 2. Wiring Diagram Sistem Kontrol Gerak Flap

Alat peraga yang dirancang memodelkan mekanisme *extension/retraction Inboard Flap* pesawat ATR-72. Tabel 1 menunjukkan alat dan bahan yang digunakan pada alat peraga flap pesawat ATR-72. *Hydraulic actuator* pada pesawat ATR-72 yang berfungsi menggerakkan Flap dimodelkan dengan sebuah Motor Servo. *Flight Control Computer* yang memproses input dari *cockpit* menuju *actuator* dalam alat peraga ini dimodelkan dengan Arduino Nano Atmega 328P. *Flap Selector* yang ada di *cockpit* pesawat ATR-72 dimodelkan dengan sebuah Potensiometer. *Wiring diagram* antar-komponen elektronik sebagai sistem kontrol gerak Flap pada alat peraga ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Desain Rangka Sayap dan Flap

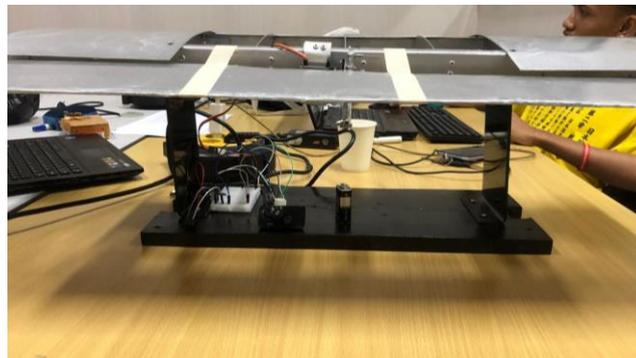
Struktur *Inboard Flap* dan *Wing box* pesawat dimodelkan dengan material pelat aluminium. Model sayap, seperti ditunjukkan di Gambar 3, didesain memiliki total panjang *chord* 40 cm dan *span* 80 cm. Rangka

sayap dimodelkan dengan 2 *Spars* dan 9 *ribs*, sedangkan flap dimodelkan dengan 1 *spar* dan 9 *ribs*. Rangka yang dibentuk oleh *spars* dan *ribs* ini diselubungi oleh *skin* yang terbuat dari lembaran aluminium. Struktur *flap* dipasang ke sayap dengan 3 buah struktur tumpuan engsel yang terdapat di tiap ujung dan di bagian tengah. *Motor servo* untuk menggerakkan flap dipasang di engsel tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Hasil Model Rangka Sayap ATR-72

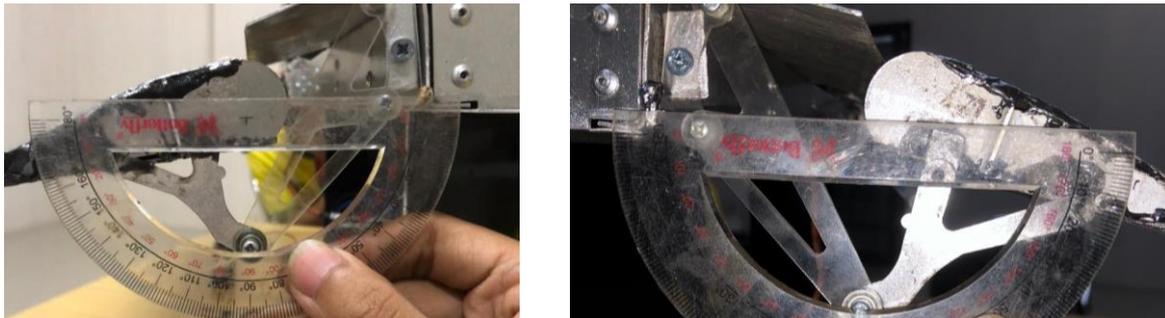


Gambar 5. Hasil Alat Peraga Mekanisme Flap ATR-72

Alat Peraga Mekanisme Flap ATR-72 dibuat dengan memodelkan struktur sayap dan flaps dengan menggunakan material Aluminium seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Pergerakan Flap dilakukan oleh servo yang dikontrol oleh Arduino. Pengguna memberikan input defleksi flap menggunakan potensiometer yang kemudian mengirimkan sinyal ke Arduino. Beberapa kendala muncul ketika pengguna memutar potensiometer, yaitu Flap bergetar ketika suplai daya masuk dan Flap tidak dapat ditahan di posisi 0 ketika suplai daya dimatikan. Hal ini mengindikasikan motor servo yang digunakan kurang kuat menahan *hinge moment* yang ditimbulkan oleh berat struktur Flap. Akan tetapi, Flap tetap mampu bergerak sesuai dengan sudut defleksi sesuai dengan Flap ATR-72.

Pengukuran sudut defleksi Flap dilakukan untuk mengetahui apakah alat peraga ini mampu memodelkan defleksi flap sesuai dengan Flap pesawat ATR-72. Sudut defleksi diukur antara garis *chord* lokal Flap dengan garis *chord* sayap menjadi acuannya. Garis *chord* sayap ditentukan dengan menghubungkan titik *leading edge* sayap dengan *trailing edge* sayap ketika flap pada posisi 0, sedangkan garis *chord* lokal flap adalah garis yang menghubungkan titik *leading edge* dan *trailing edge* Flap. Sudut defleksi diukur pada tumpuan ujung kanan, tengah, dan kiri dengan menggunakan busur derajat, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian sudut defleksi pada tumpuan engsel kanan dan kiri Flap

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sudut Defleksi Flap

Sudut Input	Pengukuran Sudut Defleksi			Margin of Error		
	Tumpuan Kiri	Tumpuan Tengah	Tumpuan Kanan	Tumpuan Kiri	Tumpuan Tengah	Tumpuan Kanan
0°	1	0	0	1%	0%	0%
15°	15	15	16	0%	0%	6,6%
30°	32	30	33	6,6%	0%	10%

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran sudut defleksi Flap di tiga titik tumpuan, yaitu tumpuan engsel kiri, tengah, dan kanan. Sudut defleksi di posisi tumpuan tengah, yang mana terdapat servo yang dipasang di tumpuan ini menunjukkan hasil yang paling presisi dengan *margin of error* 0%. Ini berarti sudut input dapat diterjemahkan dengan baik tanpa ada kesalahan di Lokasi tumpuan ini. Akan tetapi, posisi flap di ujung kiri dan kanan menunjukkan masih ada kesalahan posisi sudut defleksi. Paling parah terdapat di tumpuan kanan dengan kesalahan mencapai 10% dari sudut defleksi yang diharapkan.

Secara umum alat peraga mekanisme Flap ATR-72 ini mampu memodelkan konsep mekanisme Flap sesuai dengan pesawat aslinya. Akan tetapi masih ada kekurangan yang ditunjukkan dengan adanya ketidakseragaman defleksi Flap di tiap posisi kiri, tengah, dan kanan. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya ketidakseragaman defleksi ini antara lain adalah manufaktur komponen tumpuan, serta pemasangan tumpuan dan struktur flap yang kurang presisi sehingga terdapat pergeseran lokasi komponen. Pergeseran ini meskipun sedikit dapat menyebabkan garis engsel Flap bergeser sehingga menimbulkan perbedaan defleksi di tiap posisi Flap.

KESIMPULAN

Alat peraga mekanisme Flap dibuat dengan memodelkan mekanisme *extension/retraction Inboard Flap* pesawat ATR-72. Rangka sayap dan flap dimodelkan menggunakan lembaran Aluminium yang dibentuk menyerupai komponen utama struktur sayap ATR-72. Sistem penggerak flap dimodelkan dengan menggunakan potensiometer sebagai pemberi input pergerakan defleksi flap, Arduino sebagai *microcontroller* yang memproses sinyal dari potensiometer kemudian meneruskannya ke motor servo yang terpasang di tumpuan engsel bagian tengah flap. Alat peraga ini mampu menggerakkan flap sesuai posisi defleksi yang diinputkan oleh Potensiometer. Beberapa kekurangan dalam alat ini antara lain motor servo yang kurang kuat melawan momen engsel flap dan masih adanya perbedaan defleksi di posisi ujung kanan, tengah dan kiri flap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manuel Soler Arnedo, "Fundamentals of Aerospace Engineering," *Aerosp. Manuf. Process.*, pp. 23–46, 2024, doi: 10.1201/9781315367965-9.
- [2] Anhad Singh Bajaj, "Development of Flight Envelope of a Twin Turboprop Aircraft (ATR-72) at ISL+20°C Introduction and Problem Statement," 2019.
- [3] International Air Transport Association, "ATA 27-Flight Controls," 2012.
- [4] M. Suari, "Pemanfaatan Arduino nano dalam Perancangan Media Pembelajaran Fisika Muharmen Suari," 2017, [Online]. Available: www.ecadio.com.

- [5] R. Y. Nasution, H. Putri, and Y. S. Hariyani, "Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 2(1), 2015, doi: 10.25124/jett.v2i1.96.