

Rancang Bangun Miniatur Alat Peraga *Control Surface* Pesawat *Fixed Wing Cessna 172 Skyhawk*

Shinu Prabu Dwi Putra Darmawan^{1,*}, Singgih Satrio Wibowo²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : ^{1,*}shinu.prabu.aer20@polban.ac.id, ²singgih.wibowo@polban.ac.id

ABSTRAK

Pesawat Cessna 172 Skyhawk merupakan pesawat kecil dengan kapasitas 4 orang, pesawat ini dapat bergerak karena adanya sistem *control surface*. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat miniatur *control surface* pesawat Cessna yang tujuannya untuk mempermudah memahami bagaimana gerak pesawat ketika mengudara dengan mengimplestasikan sistem *flight control* yang sebenarnya pada miniatur pesawat dengan menggunakan sistem komponen Arduino dan Potensiometer sebagai pengatur pengendalian. Untuk tercapainya pembuatan miniatur alat peraga *control surface* pesawat Cessna 172 Skyhawk menggunakan 2 metode yaitu metode analisis dan metode eksperimental. Metode analisis terdiri beberapa tahapan yaitu, studi literatur, pembuatan desain, dan penentuan bahan. Metode eksperimental yaitu perancangan, manufaktur, uji coba, dan pembuatan laporan. Hasil yang diperoleh dari perancangan ini adalah sebuah miniatur alat peraga *control surface* pesawat Cessna 172 Skyhawk perancangan ini diharapkan bisa menjadi sebuah fasilitas media belajar untuk mahasiswa dan dosen program studi Teknik Aeronautika khususnya pada matakuliah praktik sistem pesawat udara 2.

Kata Kunci

Control surface, Cessna Skyhawk 172, Arduino Uno.

1. PENDAHULUAN

Sebuah cara belajar yang lebih baik menggunakan metode pembelajaran menggunakan sebuah cara visual, karena informasi umumnya lebih mudah diserap atau ditangkap ketika yang disajikannya secara visual. Maka dari itu penulis dalam kajian ini yang berfokus untuk memberikan fasilitas yang menunjang pembelajaran visual yang mengenai *control surface*. Metode pembelajaran dipergunakan untuk mempermudah dalam penyampaian materi, adapun pemanfaatan media, juga berperan besar pada saat metode pembelajaran [1].

Control surface merupakan sebuah sistem kendali terbang pada saat pesawat terbang atau mengudara, miniatur praga *control surface* merupakan salah satu alat miniatur yang berfungsi menunjukkan cara gerak pesawat pada saat mengudara, memberikan gambaran tentang sistem pesawat ketika bekerja sama dengan sistem yang lainnya. Menggunakan komponen Arduino sebagai alat pengatur pengendalian atau yang memberi perintah, dan menggunakan komponen motor servo untuk sistem penggerakannya [2].

Control surface haruslah dipelajari oleh mahasiswa yang mempelajari dibidang aviasi apapun program studinya. Program Studi D-III Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung pada salah satu matakuliahnya membahas tentang *control surface* pesawat, maka dari itu *control surface* harus dipelajari untuk pengetahuan umum mahasiswa Aeronautika.

2. TINJAUAN PUSTAKA

N. Trayana, "Implementasi prototype Alat uji *Flight Control Acktuator* Pesawat Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno" menjelaskan bahwa *control surface* digunakan pilot untuk mengubah arah serta sikap ketika mengudara. Karakteristik *control* penerbangan cukup bervariasi biasanya tergantung pada jenis pesawat apa yang akan diterbangkan, pada saat jaman ini banyak pesawat besar yang menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerakannya namun ada juga yang masih mempertahankan *control surface* yang mekanik. Pada sebuah prinsip kerja *control surface* yaitu menghasilkan gaya aerodinamis dengan arah tertentu sehingga dapat menghasilkan arah yang diinginkan. Pada penelitian ini *control surface* dikendalikan menggunakan mikrokontroller Arduino Uno sebagai otak dengan

penggerak menggunakan servo motor dan di gerakkan menggunakan potensiometer [3].

FAA “*Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge*” Dalam buku FAA dijelaskan bahwa pada sistem *control* penerbangan terdiri atas primer serta skunder diantaranya ialah: *Aileron*, *Elevator*, *Rudder* merupakan jenis *control surface* primer, sedangkan yang skunder diantaranya: *flap*, *spoiler*, dan lain-lain. Pada sistem sekunder merupakan sistem pendukung yang dimana berfungsi sebagai memperbaiki karakteristik kinerja pesawat, dan juga sebagai salah satu komponen yang sangat membantu meringankan kinerja pilot yang mengontrol berlebihan [4].

D. V. Akshomo “Perancangan *Flight Control* Pesawat” Menjelaskan bahwa *flight simulator* merupakan sistem untuk menampilkan penerbangan pada sebuah pesawat dengan yang mendekati dengan kenyataan yang sebenarnya. Yang berfungsi dimana untuk menunjukkan bagaimana cara terbang pesawat dan juga memberikan gambaran tentang sistem pesawat. [5]

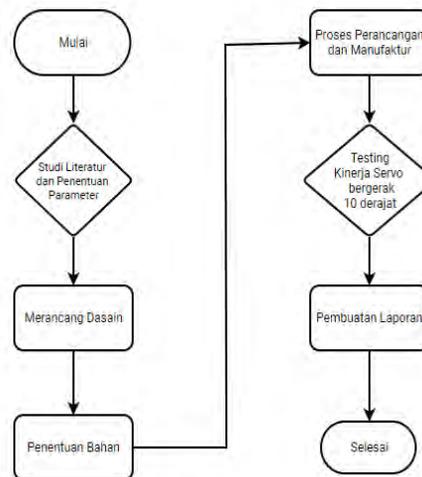
A. F. Ananda, “Alat Peraga *Balance Tab* Pada *Elevator Movement* Berbasis *Microcontroller* Arduino Nano” menjelaskan bahwa *balance tab* sangat penting pada sebuah pesawat terbang, dikarenakan fitur ini dapat mempermudah atau meringankan kinerja beban pilot pada saat mengontrol bidang kendali. *Trim tab* berfungsi sebagai pengontrol keseimbangan sebuah pesawat terbang sehingga dapat menjaga dan mempertahankan posisi saat terbang agar terbang lurus dan mendarat tanpa adanya tekanan dari kolom kendali. [6]

Dengan mengacu penggerak pada pesawat perancangan ini yakni *rolling*, *pitching*, dan *yawing* yang dibantu digerakan oleh motor servo, sebagaimana motor servo ini menggunakan sistem *closed loop*, sistem itu digunakan untuk mengendalikan kecepatan dan percepatan pada motor listrik dengan keakuratan yang cukup tinggi, selain itu motor servo biasa digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik melalui koneksi dari kedua medan magnet permanent yang dimana ada kumparan sehingga menghasilkan energi gerak [7].

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk artikel ini yaitu metode analisis dan metode eksperimental, tahap metode analisis mencakup studi literatur, analisis, dan penyusunan *Design Requirements and*

Objective serta menganalisis defleksi pada sebuah miniatur alat peraga *control surface*. (DRO). Pada penyusunan tahapan eksperimental yakni mencakup pembuatan sebuah pesawat model Cessna 172 Skyhawk, dengan menggunakan sistem Arduino UNO dan menggunakan penggerak motor servo yang menggunakan potensiometer sebagai pengatur geraknya pada pesawat model. Sebagaimana metodologi perancangan artikel ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Flowchart

3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini untuk pembuatan pesawat model atau miniatur *control surface* Cessna 172 Skyhawk dengan mengumpulkan data seperti arah gerak pada pesawat itu sendiri dan pergerakan *control surface*, jenis pemograman pada komponen Arduino, komponen atau *instrument* yang dibutuhkan.

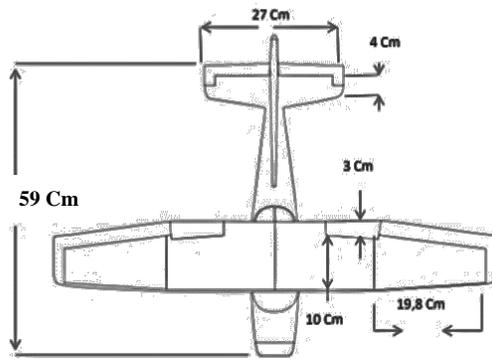
3.2 Penentuan DRO

DRO (*Desain, Requitment, Object*) adalah patokan untuk spesifikasi benda perancangan ini yaitu pemodelan pesawat Cessna yang dapat dilihat sebagai acuan, serta acuan defleksi *control surface* pada pesawat asli Cessna 172 Skyhawk sebagaimana terdapat pada referensi untuk *flap* pada 15-30°, dan defleksi *Aileron* pada 20°, dan 15° untuk *down*, *Rudder* 27°, *Elevator up* 25° dan *down* 10°. Yang dimana untuk pemodelan pesawat perancangan ini menggunakan perbandingan skala 1:17 dengan tujuan mengefisienkan ukuran agar mudah dibawa serta menyesuaikan dengan tempat maka akan dibuat pesawat model dengan ukuran dan spesifikasi seperti dibawah ini.

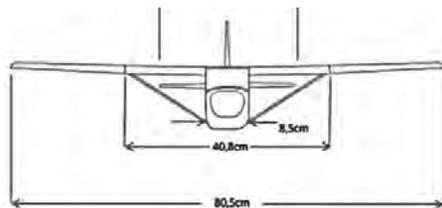
Pada Tabel 1 di bawah merupakan suatu pengukuran untuk bobot dan ukuran panjang yang harus dicapai pada pembuatan pesawat model ini. Di mana terdapat berat kosong pesawat, *wingspan*, *chord*, dan panjang model pesawat. Dengan lebih jelas dapat dilihat pada desain pesawat pada gambar 2 sampai gambar 4 di bawah ini.

Tabel 1 Spesifikasi Ukuan Model

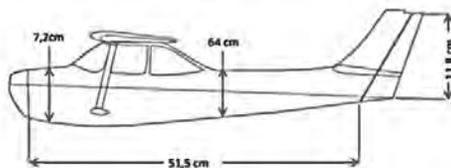
| | |
|--------------------------|-----------|
| Airfoil | Naca 2412 |
| Berat Kosong Pesawat | 246 Gram |
| Wingspan | 80,5 Cm |
| Chord Sayap | 12,5 Cm |
| Panjang Model | 51,5 Cm |
| Lebar Model | 8,5 Cm |
| Berat Total Dengan Servo | 300 Gram |



Gambar 2 Dimensi Tampak Atas



Gambar 3 Dimensi Tampak Depan



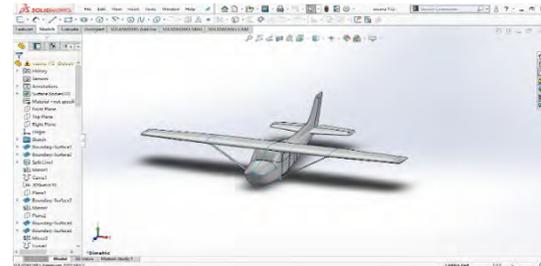
Gambar 4 Dimensi Tampak Samping

Dengan ukuran model diatas yang akan dirancang dengan menggunakan komponen komponen elektronik yang sebagaimana Arduino menjadi *controller* nya dan penggeraknya menggunakan servo motor, yakni *motor servo* tipe servo 180° yang berfungsi untuk penggerak *control surface*. Arduino uno R3 sebagai *microcontroller* atau

otaknya itu sendiri, dan potensiometer sebagai pengatur geraknya *control surface*.

3.4 Pembuatan Desain

Pada tahap ini pembuatan desain menggunakan *software* Solidwork. Proses ini dimulai dari pembuatan desain ulang pesawat dengan cara meniru gambar pesawat yang asli.



Gambar 5 Desain Pesawat Cessna

Maka proses selanjutnya ialah manufaktur pesawat model Cessna 172 Skyhawk ini dilakukan pembuatan desain serta mal pada hvs yang di print dengan di tempel ke benda kerja polyfoam dengan tebal 5mm.

1. Print Model

Pada proses ini dilakukan *print* model serta memotong bagian komponen lalu digabungkan setiap komponen dengan lakban agar mendapatkan bentuk yang sesuai dengan plan aslinya.

2. Pembuatan Fuselage

Pembuatan *fuselage* tahap awalnya dengan cara menempel potongan gambar plant atau gambar mal pada selembar polyfoam setelah ditempel lalu lakukan pemotongan dengan menggunakan cutter dengan hati hati, dan setelah terpotong maka lakukan penempelan bagian-bagian dengan menggunakan lem tembak, lakukan penempelan menggunakan lem serapih mungkin.

3. Pembuatan Former

Penguat sayap serta penguat *fuselage* terbuat dari bahan triplek yang dilekatkan pada *fuselage* sekaligus buat penompang sayap dan penempatan *canopy*. Lakukan pemasangan komponen *firewall* yang terbuat dari triplek fungsinya sebagai penguat dibagian *nose* dan sebagai tempat dimana peletakkan *engine* atau motor *Brushless*.

4. Pemasangan Horizontal Stabilizer atau Elevator

Pembuatan *horizontal stabilizer* tidak terlalu sulit pada proses pembuatan dan pemasangan bagian ini diperlukan ketelitian dikarenakan harus presisi dan lurus ketika penempelan pada bagian *fuselage* pada komponen ini terdapat 2 buah engsel yang

berfungsi sebagai penggerak pada *elevator* itu sendiri, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Pemasangan Horizontal Stabilizer

5. Pembuatan Wingspan

Pada pembuatan bagian ini diperlukan kehati-hatian karena pada bagian ini jika tidak hati-hati maka akan terjadi patah pada part bagian *wingspan* ketika pada proses pembuatan *airfoil* serta penempatan *spar*, pada bagian *wingspan* ini dibagi menjadi tiga bagian yang dimana semuanya akan dilekatkan dengan lem tembak dan pada bagian *wingspan* juga terdapat *flap* dan *aileron*. pada bagian ini juga terdapat 4 buah dudukan servo pada bagian bawah sayap, dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Pembuatan Wingspan

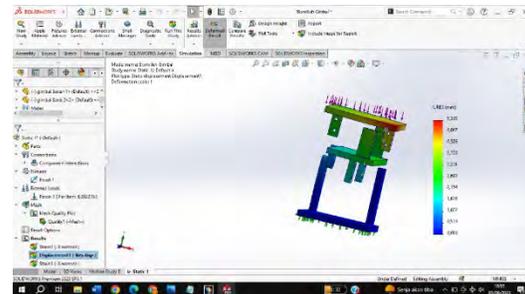
6. Pemasangan Servo Motor

Pemasangan servo perlu diperhatikan terutama pada lengan servo yang pemasangannya harus presisi, tempelkan servo pada tempat yang sudah di sediakan kemudian di lem menggunakan lem tembak, pemasangan servo ada di beberapa tempat di bagian sayap ada 4 buah terdiri dari 2 *aileron* dan 2 *flap*, lalu ada 2 buah yang disimpan di *fuselage* yang dimana untuk *rudder* dan *elevator*, seperti pada gambar 8.



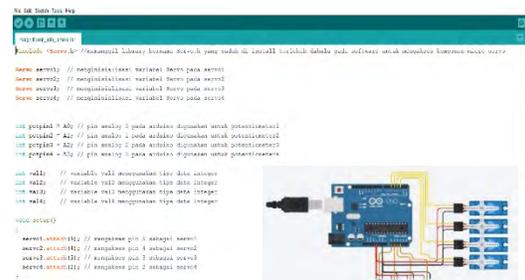
Gambar 8 Pemasangan Servo Motor

Pada proses pembuatan gimbal, gimbal ini dibuat sebagaimana dibikin agar bisa bergerak 3 *axis*, awal mulanya dilakukan dengan cara pengdesainan dengan menggunakan *software* *solidwork* serta dilakukan pengujian dengan simulasi pembebanan statis dan mendapatkan defleksi sebesar 5mm dengan beban 300 gram, lalu di print dengan 3D *printing* dengan jenis bahan *PLA*,



Gambar 9 Desain Assembly Gimbal

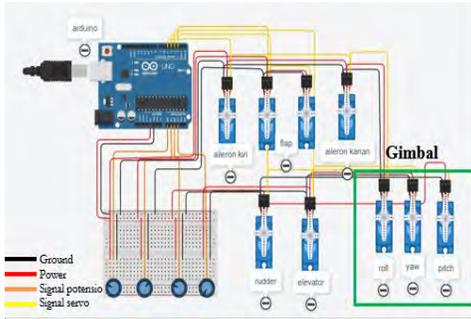
Pemrograman ini menggunakan sebuah *software* *druido IDE* dengan pemrograman pada komponen sebuah *Arduino Uno R3*, dengan motor servo sebagai penggerak yang diperintahkan oleh *Arduino* dan dapat diatur dengan menggunakan *potensiometer*.



Gambar 10 Koding Sistem Arduino

Pada perancangan *electrical* ini diperlukan komponen komponen khusus diantaranya 9 buah servo, 4 buah *Potensiometer*, 1 buah *Arduino*,

breadboard sebagai menghubungkan media konduktif (penghantar listrik) dan kabel jumper,



Gambar 11 Rangkaian Elektrikal

Pada tahap ini dilakukan perakitan komponen utama yaitu mulai dari gimbal, pesawat Cessna, serta electrical box itu sendiri. Perakitan ini dilakukan dengan menempelkan bagian pesawat dengan gimbal menggunakan doublefoam, lalu lakukan penyambungan setiap kabelnya mulai dari kabel yang dari pesawat, gimbal serta pada elektrikal box itu sendiri. Setelah semuanya tersambung dengan rapih dan aman maka langkah selanjutnya bisa kita lakukan pengetesan pada komponen tersebut,



Gambar 12 pesawat tampak samping

3.6 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian terhadap setiap sistem komponen elektronik, hasil yang didapatkan adalah semua komponen berfungsi dengan baik dan tidak ada kendala. Maka selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dengan memasang semua komponen mulai dari gimbal serta komponen yang menempel pada pesawat Cessna. Pengujian dilakukan dibagi menjadi dua, yaitu melakukan pengujian pada control surface satu arah dan lakukan pengetesan dengan cara menggerakkan satu serta dua arah.

3.7 Hasil Pengujian Servo

Dari hasil pengujian sebanyak 4 kali, sebuah servo dengan sudut acuan referensi 30° hasil yang didapatkan pada sebuah servo yaitu 40° dengan selisih 10°

$$(\Delta x) = x_i - x_s$$

Dimana:

$$x_i = 40^\circ \text{ (sudut hasil pengukuran)}$$

$$x_s = 30^\circ \text{ (sudut referensi)}$$

$$(\Delta x) = x_i - x_s = 10^\circ$$

3.8 Hasil Pengukuran Defleksi Control Surface

Dari hasil pengujian control surface mendapatkan hasil ukuran defleksi pada setiap control surface, dengan menggunakan metode tambahkan alat ukur sudut ketika control surface digerakan pada sudut tertentu sebagaimana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Dibawah ini merupakan hasil pengujian sebanyak 10 kali pada arah Yaw,

Tabel 3 Defleksi Yaw

| Posisi Potensiometer | Acuan | Hasil Pengukuran (°) | | | | | | | | | | Hasil | Akurasi (%) | Error (%) |
|----------------------------------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-------|-------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| Pada Posisi No.1 Yaw Positif (+) | 15 | 13 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 15 | 14 | 13 | 13,6 | 90,6 | 9,3 | |
| Pada Posisi No.2 Yaw Positif (+) | 25 | 25 | 25 | 26 | 25 | 25 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25,9 | 103,6 | -3,6 | |
| Pada Posisi No.1 Yaw Negatif (-) | 15 | 15 | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 15 | 100 | 0 | |
| Pada Posisi No.2 Yaw Negatif (-) | 25 | 28 | 25 | 29 | 28 | 25 | 29 | 28 | 28 | 28 | 27,6 | 110,4 | -10,4 | |

Dibawah ini merupakan hasil pengujian sebanyak 10 kali pada arah Pitch

Tabel 2 Defleksi Pitch

| Posisi Potensiometer | Acuan | Hasil Pengukuran (°) | | | | | | | | | | Hasil | Akurasi (%) | Error (%) |
|------------------------------------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-------|-------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| Pada Posisi No.1 Pitch Positif (+) | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10,5 | 105 | -5 | |
| Pada Posisi No.2 Pitch Positif (+) | 20 | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 | 0 | |
| Pada Posisi No.1 Pitch Negatif (-) | 10 | 11 | 11 | 12 | 10 | 11 | 12 | 11 | 11 | 12 | 11,2 | 112 | -12 | |
| Pada Posisi No.2 Pitch Negatif (-) | 20 | 21 | 21 | 21 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20,8 | 104 | -4 | |

Dibawah ini merupakan hasil pengujian sebanyak 10 kali pada arah Roll

Tabel 4 Defleksi Roll

| Ket. | Posisi Potensiometer | Acuan | Hasil Pengukuran (°) | | | | | | | | | | Hasil | Akurasi (%) | Error (%) |
|---------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| Aileron Kanan | Pada Posisi No.1 Roll Positif (+) | 15 | 14 | 15 | 13 | 13 | 13 | 15 | 13 | 13 | 14 | 15 | 13,8 | 92 | 8 |
| | Pada Posisi No.1 Roll Negatif (-) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 100 | 0 |
| Aileron Kiri | Pada Posisi No.1 Roll Positif (+) | 15 | 15 | 15 | 14 | 16 | 14 | 15 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | 100 | 0 |
| | Pada Posisi No.1 Roll Negatif (-) | 10 | 13 | 10 | 11 | 10 | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10,6 | 106 | -6 |

Dibawah ini merupakan hasil penujian sebanyak 10 kali pada bagian Flap.

Tabel 5 Defleksi Flap

| Ket. | Posisi Potensiometer | Acuan | Hasil Pengukuran (°) | | | | | | | | | | Hasil | Akurasi (%) | Error (%) |
|------------|----------------------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| Flap Kanan | Pada Posisi No.1 | 10 | 9 | 10 | 10 | 12 | 11 | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10,4 | 104 | -4 |
| | Pada Posisi No.2 | 15 | 18 | 15 | 16 | 18 | 15 | 16 | 15 | 15 | 18 | 18 | 16,4 | 109,33333 | -9,333 |
| Flap Kiri | Pada Posisi No.1 | 10 | 8 | 10 | 9 | 10 | 10 | 9 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9,5 | 95 | 5 |
| | Pada Posisi No.2 | 15 | 14 | 15 | 12 | 15 | 14 | 14 | 12 | 11 | 14 | 14 | 13,5 | 90 | 10 |

Pengukuran sudut dilakukan dengan menggunakan busur yang di tempel pada fuselage atau pada part yang tidak menghalangi control surface, tujuan penambahan pengukuran alat ukur sudut yaitu untuk mengetahui berapa defleksi pergerakan control surface pada alat peraga.



Gambar 13 Pengukuran Sudut

5. KESIMPULAN

1. Mengacu pada hasil evaluasi pengujian alat control surface. Perancangan ini dapat dinyatakan berhasil karena seluruh komponen dapat bekerja dengan baik semestinya.
2. Dari hasil eksperimen pada miniatur alat peraga control surface serta mengetahui bagaimana pergerakan control surface dengan menggunakan

miniatur dapat disimpulkan alat tersebut bekerja dengan baik.

3. Hasil pengukuran defleksi control surface yaitu untuk mengetahui defleksi yang terjadi pada alat control surface tersebut dengan hasil yang berbeda dan ada titik error serta akurasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah memberikan dana untuk menunjang perancangan ini, dan terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan support serta dukungan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. H. M., “Pemanfaatan Media Visual dalam Menunjang Pembelajaran Pendidikan Jasmani di Sekolah Dasar,” vol. 3, 2005.
- [2] S. F. N., “Rancangan Simulator Flight Control System menggunakan Sensor MPU 6050 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” vol. 5, 2021.
- [3] A. F. A., “Alat Peraga Balance Tab Pada Elevator Movement,” 2019.
- [4] D.A., “Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler,” 2017.
- [5] A.D.V., “Perancangan Flight Control Pesawat,” 2011.
- [6] A.A.F., “Alat Peraga Balance Tab Pada Elevator Movement,” 2019.
- [7] Rinaldy, “/Pengendalian Motor Servo yang Terintegrasi dengan Webcam Berbasis Internet dan Arduino,” vol. 5, no. 2, 10 November 2013.