

**ALAT PERAGA *BALANCE TAB* PADA *ELEVATOR MOVEMENT*  
BERBASIS *MICROCONTROLLER ARDUINO NANO* SEBAGAI  
PENUNJANG PEMBELAJARAN PADA POLITEKNIK  
PENERBANGAN SURABAYA.**

**Akmal Fikri Ananda<sup>1</sup>, Rudi Fikus Prihanto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pesawat Udara, Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: [ananda070698@gmail.com](mailto:ananda070698@gmail.com)

**Abstrak**

Hanggar harus memiliki baik alat maupun tempat penyimpanan sebagai penunjang pembelajaran praktikum untuk mendapatkan *basic knowledge* dari suatu teori yang dipelajari di kelas, maka diperlukan suatu alat praktikum sebagaimana penunjang dalam pembelajaran penerapan teori lapangan. Dalam hal ini maka diperlukan suatu alat praktikum yang dapat bertahan dengan jangka waktu yang relatif lama, hal ini dikarenakan bersifat *continue* dalam penggunaannya. Dalam penelitian ini, alat peraga yang dimaksud menggunakan *microcontroller arduino nano* sebagai *system analog convert digital*. Yang nantinya berfungsi sebagai mekanisme penggeraknya adalah servo motor sebagai *output digital* dan *variable resistor* sebagai *input analog*. Hasil pengujian alat peraga ini sebagaimana yang dicantumkan dalam bab 4, dan terbukti alat peraga ini bekerja sebagaimana mestinya dan siap untuk dipakai dalam visualisasi ketika pembelajaran di kelas khususnya pelajaran *Flight Control* dan *Autoflight* karena alat peraga ini mudah di bawa kemana – mana (efisiensi).

**Kata kunci :** *Secondary Flight Control, Elevator, Balance Tab, Arduino Nano.*

**Abstract**

*Hangar must have both a tool and a place of storage as a practical learning support to get basic knowledge from a theory learned in the classroom, so a practical tool is needed as a support in learning the application of field theory. In this case, we need a practical tool that can last with a relatively long period of time, this is because it is continuous in its use. In this final project, the intended props use the arduino nano microcontroller as an analog digital system. Which later serves as the driving mechanism is the servo motor as a digital output and a variable resistor as an analog input. The test result of these teaching aids are listed in chapter 4, and they are proven to work properly and are ready to be used in visualization when learning in class especially in Flight Control and Autoflight lessons because these props are easy to carry everywhere.*

**Keywords :** *Secondary Flight Control, Elevator, Balance Tab, Arduino Nano.*

**PENDAHULUAN**

***Flight Control,***

sistem kontrol penerbangan digunakan pilot untuk mengendalikan daya penerbangan dan arah serta *attitude* pesawat. Perlu dicatat bahwa sistem dan

karakteristik kontrol penerbangan dapat sangat bervariasi tergantung pada jenis pesawat terbang. Desain sistem kontrol penerbangan yang paling mendasar adalah mekanis seperti kembali ke pesawat terbang awal. Mereka beroperasi dengan kumpulan bagian-

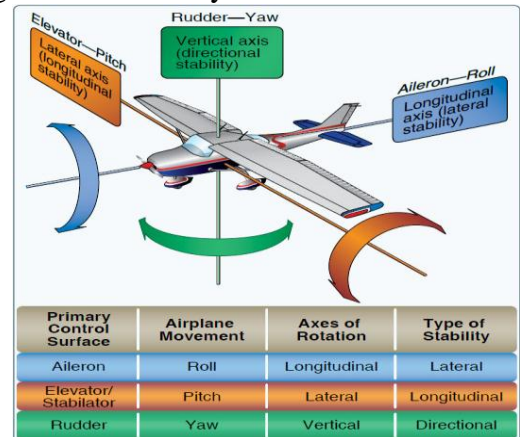
bagian mekanis seperti *rod*, *cables*, *pulleys*, dan kadang-kadang *chains* untuk mengirimkan kekuatan kontrol dari *control coloumb* ke *flight control surface*. Sistem kontrol penerbangan mekanis masih digunakan sampai sekarang di pesawat umum kecil dan kategori olahraga di mana gaya aerodinamisnya tidak berlebihan.

Ketika dunia penerbangan semakin berkembang dan desainer pesawat belajar lebih banyak tentang aerodinamika, industri ini menghasilkan pesawat yang lebih besar dan lebih cepat. Oleh karena itu, gaya aerodinamik yang bekerja pada *control surface* meningkat secara eksponensial. Untuk membuat kekuatan kontrol yang dibutuhkan oleh pilot dapat dikendalikan, insinyur pesawat merancang sistem yang lebih kompleks. Pada awalnya, desain hidromekanis, yang terdiri dari sirkuit mekanis dan sirkuit hidrolik, digunakan untuk mengurangi kompleksitas, berat, dan keterbatasan sistem kontrol penerbangan mekanis.

Ketika pesawat semakin canggih, *flight control surface* dapat digerakan dengan komputer digital, motor listrik dan biasa disebut dengan *fly – by – wire*.

Di *flight control* pesawat sendiri terdiri dari *primary flight control* yang terdiri dari *ailerons*, *rudder* dan *elevator* sedangkan *secondary flight control* terdiri dari *flaps*, *spoilers* dan *trim*. Fungsi dari kedua sistem tersebut pun berbeda, dimana *primary flight control* berfungsi sebagai *control* utama dari pergerakan pesawat, yang dimana di rancang sedemikian rupa sehingga membantu kinerja pilot. Pada *low airspeed*, *control* pesawat biasanya terasa lembut dan lamban. Sedangkan, dalam *higher airspeed* akan terasa kuat dan respon pesawat lebih cepat. Hal ini dipengaruhi oleh gaya aerodinamika yang bekerja pada pesawat. Perubahan ini memengaruhi gaya *lift* dan *drag* yang dihasilkan oleh kombinasi permukaan

*airfoil* / kontrol, dan memungkinkan pilot mengendalikan pesawat dengan tiga sumbu rotasinya.



Gambar 1 : *airplane control, movement, axes of rotation and type of stability.*

Sumber : *Chapter 5, Flight Control*

### **Trim System,**

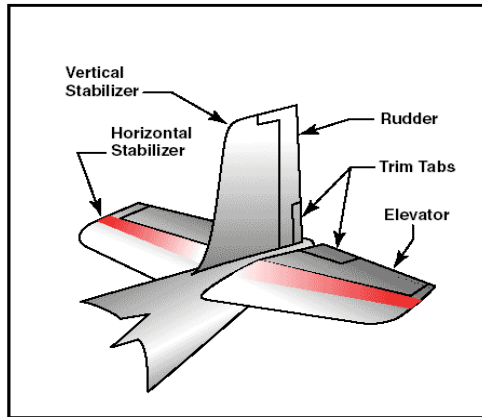
Digunakan untuk meringankan beban pilot dari mempertahankan / *maintain* tekanan yang berpengaruh pada pergerakan *primary flight control*. Dan biasanya *trim* terdapat *control* di *cockpit*. Sistem *trim* memanfaatkan gaya aerodinamis yang terjadi di sekitar pergerakan pesawat. Terdiri dari *trim tab*, *balance tab*, *antiservo tab*, *ground adjustable tab* dan *adjustable stabilizer*.

Fungsi *tab* di antaranya untuk membantu pilot mengurangi gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan bidang kendali utama dan menjaga keseimbangan pesawat saat terbang. *Tab* merupakan bidang kendali yang kecil yang dipasang pada bagian sisi belakang dari bidang kendali utama.

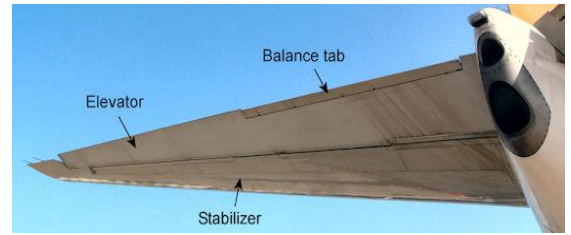
- *Trim tab*, berfungsi mengontrol keseimbangan sebuah pesawat udara sehingga dapat menjaga dan mempertahankan posisi terbang dalam kondisi lurus dan mendarat tanpa tekanan pada kolom kendali, roda kendali atau pedal kendali. Sebagian besar *trim tab* yang dipasang pada pesawat udara dioperasikan secara mekanis dari kkpit melalui sistem kabel. Namun, ada pula yang dioperasikan dengan menggunakan aktuatur listrik. *Trim*

*tab* dipasang pada kendali pengangkat, pengguling dan pemutar.

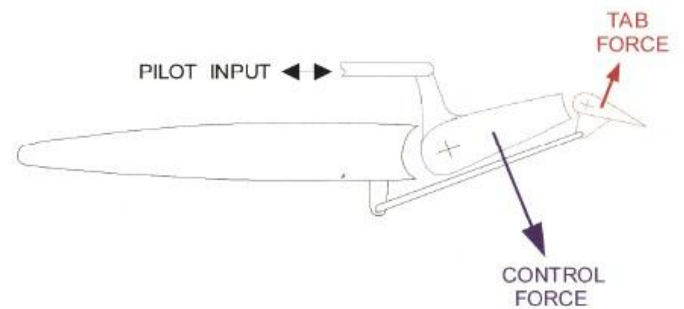
bekerja pada *tab* membantu pergerakan bidang kendali utama.



Gambar 2 : *Trim tab* pada *elevator*.  
 Sumber : *Aircraft flying handbook*

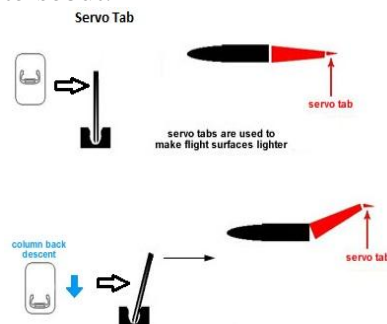


Gambar 4 : *Balance tab*  
 sumber : [www.google.com](http://www.google.com)



Gambar 5 : *Balance tab mechanism*  
 Sumber : *Aircraft flying handbook*

- *Servo tab*, sering disebut *flight tab*, digunakan terutama untuk bidang kendali yang besar/lebar untuk membantu pergerakan bidang kendali dan menahannya pada posisi yang diinginkan. Hanya *servo tab* yang bergerak merespons terhadap pergerakan kendali kokpit, di mana tanduk dari dari *servo tab* bersifat bebas terhadap pivot sumbu engsel bidang kendali utama. Tekanan aliran udara pada *servo tab* akan menggerakkan bidang kendali utama untuk mengurangi tenaga yang dibutuhkan pilot untuk menggerakkan bidang kendali utama tersebut.

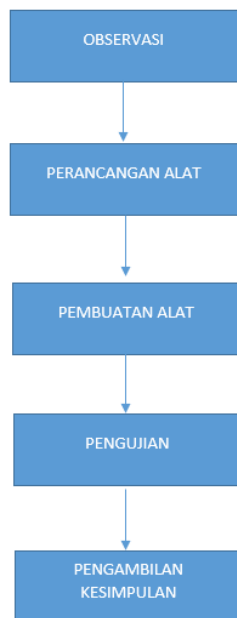


Gambar 3 : *Servo tab*  
 Sumber : *Aircraft flying handbook*

- *Spring tap*, bekerja seperti aktuator hidrolis, membantu pergerakan bidang kendali utama. Konstruksinya terdiri dari susunan *spring* dan rangkaian mekanik lainnya. Dalam beberapa pesawat udara, *spring tab* dipasang pada bagian belakang masing-masing kendali belok dan digerakkan oleh gaya *spring push pull rod* yang dirangkai ke kaitan kendali kemudi belok.

## METODE

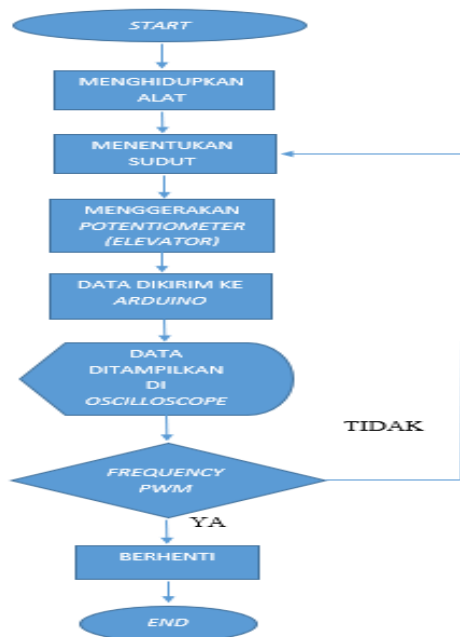
- *Balance tab*, yang dirancang sedemikian rupa sehingga saat bidang kendali utama bergerak, *tab* bergerak dalam arah yang berlawanan, sehingga gaya aerodinamika yang



Gambar 6 : Flow chart penelitian

Perencanaan alat peraga ini dimulai pada awal Januari 2019, mulai dari desain rancangan, perolehan bahan serta pembuatan juga *run – up* alat peraga. Sehingga bisa didapatkan hasil yang maksimal dan tidak mengecewakan, karena juga mengingat maksud dan tujuan penulis dalam membuat alat peraga ini.

### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7 Flow chart cara kerja

### Teknik Pengujian,

Dalam hal ini, ada beberapa pengujian yang akan dilakukan guna untuk mengetahui apakah alat peraga tersebut berfungsi seperti yang diharapkan ataupun sebaliknya. Jika terjadi seperti itu maka akan dilakukan kaji ulang dan perubahan sistem serta perencanaan yang lebih mendetail lagi. Akan digunakan beberapa data dari pergerakan *elevator* terhadap *balance tab* dengan cara mengetahui output PWM dari pergerakan yang dimaksud. Apakah nantinya sesuai dengan apa yang di programkan.

1. Mempersiapkan *oscilloscope*.
2. Sambungkan kabel *probe* yang terdapat pada *osilloscope* dengan kaki *output PWM arduino nano* yaitu kaki 4 dan 5 pada *digital pin*.
3. Nyalakan *arduino nano* dan gerakan peraga *elevator* dengan variable derajat sebagai berikut :
  - A. 10° pergerakan terhadap *balance tab*.
  - B. 20° pergerakan terhadap *balance tab*.
  - C. 30° pergerakan terhadap *balance tab*.
4. Pergerakan *balance tab* terhadap *elevator* pada alat peraga ini memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\angle E = X$$

$$\angle T = \frac{1}{2} X$$

Keterangan :

$\angle E$  = Sudut *Elevator* (°)

$\angle T$  = Sudut *Balance Tab* (°)

X = Nilai sudut kemiringan.

### Output PWM,

Menurut David Setiawan dalam *e – journal Sains Teknologi dan Industri* (2017:9), “Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak  $2^8 = 256$  variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut”.

**Perhitungan *duty cycle* pada alat peraga,**

*Elevator* = 50 % pada pin D5 (*arduino uno*) dan *Tab* = 25% pada pin D4 (*arduino uno*), maka :

$$Elevator = 50\% \times 225 \text{ (duty cycle)} = 112,5$$

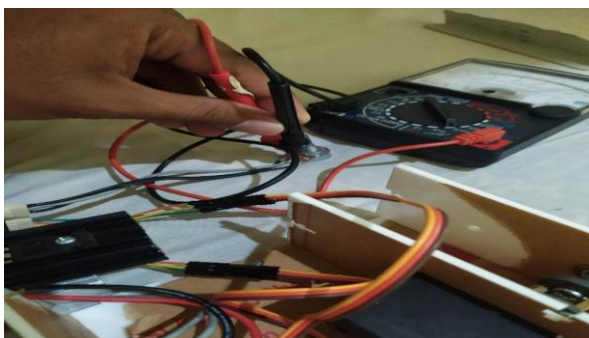
$$Tab = 25\% \times 225 \text{ (duty cycle)} = 56,25$$



Gambar 8: Alat Peraga *Balance Tab* pada *Elevator Movement*

**Hasil Penelitian**

Pada bagian ini penulis akan membahas tentang hasil pengukuran derajat dengan perubahan resistansi potensio meter pada *balance tab* terhadap *elevator* dengan menggunakan *avometer*.



Gambar 9 Tentang pengujian resistansi pada alat peraga.

**Cara pengujian :**

- Siapkan Avometer untuk mengukur resistansi pada potensio meter.
- Atur posisi saklar multimeter pada posisi Ohm ( $\Omega$ ).

- Hubungkanlah probe multimeter pada kaki terminal pertama serta terminal kedua.
- Putar tuas (*shaft*) pada potensiometer searah dengan jarum jam.
- Perhatikanlah nilai resistansi pada display multimeter, nilai resistansi akan naik seiring dengan pergerakan tuas (*shaft*) potensiometer tersebut. Begitu pun dengan sebaliknya, apabila tuas (*shaft*) potensiometer diputar dengan berlawanan arah jarum jam, maka nilai resistansinya akan menurun seiring dengan pergerakan tuas (*shaft*) potensiometer tersebut.
- Selanjutnya pindahkanlah probe multimeter dari kaki terminal pertama ke terminal ketiga.
- Sekarang kaki terminal potensiometer yang diukur ialah terminal kedua serta terminal ketiga.
- Putarlah tuas (*shaft*) potensiometer searah dengan arah jarum jam.
- Perhatikanlah nilai resistansi potensiometer pada display multimeter, terlihat nilai resistansi akan menurun seiring dengan pergerakan tuas (*shaft*) potensio meter tersebut. Begitu pun sebaliknya, apabila tuas (*shaft*) potensio meter diputar secara berlawanan arah jarum jam, maka nilai resistansi akan naik seiring dengan pergerakan tuas (*shaft*) potensio meter tersebut.

Tabel 1 Hasil pengukuran resistansi terhadap derajat alat peraga *balance tab* dan *elevator*

NO.	DERAJAT BALANCE TAB (°)	DERAJAT ELEVATOR (°)	RESISTANSI ( $\Omega$ )
1.	5° (Down)	10° (Up)	200 ( $\Omega$ )
2.	10° (Down)	20° (Up)	400 ( $\Omega$ )
3.	15° (Down)	30° (Up)	1000 ( $\Omega$ ) (maximum)

**Analisa :**

Terdapat tingkatan resistansi yang dihasilkan dari potensio meter selaku input analog yang kemudian akan diolah menjadi data digital di dalam *arduino*.

Pada rangkaian alat ini digunakan motor servo untuk menggerakkan

actuator dari *balance tab* maupun *elevator*. Motor servo yang digunakan adalah motor servo 180° (*MG995*). Untuk mengetahui motor servo bergerak sesuai yang diinginkan dan tidak mengalami *error*. Dilakukan pengujian untuk mengetahui perubahan *Pulse width modulation (PWM)* pada motor servo.



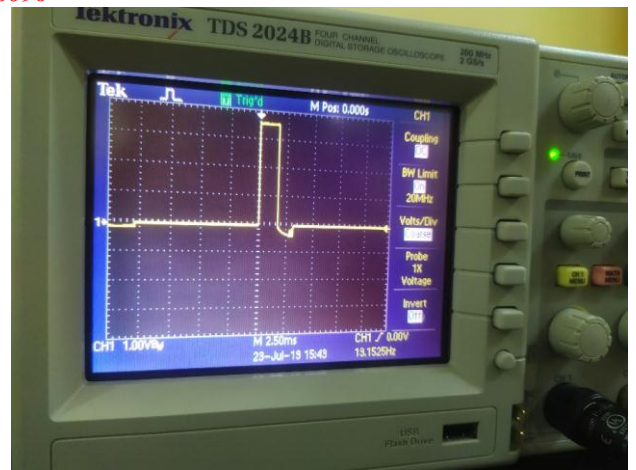
Gambar 10 : Pengujian terhadap output pwm pada servo motor

Cara Pengujian :

- Siapkan *Oscilloscope* untuk melihat *Pulse width modulation (PWM)*.
- Sebelum menggunakan *Oscilloscope* lakukan Kalibrasi pada *Oscilloscope* terlebih dahulu.
- Setelah itu sambungkan kedua kabel probe *Oscilloscope* ke kabel servo motor data dan *ground*.
- Pastikan tampilan pada layar *Oscilloscope* *Pulse width modulation (PWM)* berubah sesuai putaran servo motor untuk memastikan servo motor dalam keadaan baik.

Tabel 2 Hasil pengujian *pulse width modulation* terhadap sudut dan resistansi *Balance Tab* dengan *Elevator*

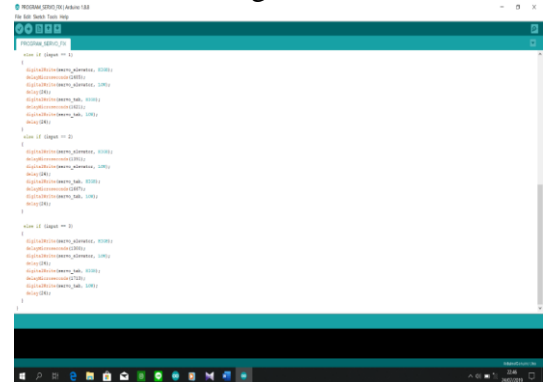
NO	<i>Balance Tab</i>	<i>Elevator</i>	Resistansi	<i>Pulse</i>
1	5°	10°	200 Ω	0.5 ms
2	10°	20°	400 Ω	1.5 ms
3	15°	30°	1000 Ω (maximum)	2.5 ms



Gambar 11 : Pengujian menggunakan *oscilloscope*

### Pengujian dan Analisa *Arduino Nano*,

Pada rangkaian alat ini, *Arduino* yang digunakan adalah *Arduino Integrated Development Environment (IDE)*. Pengujian pada *Arduino IDE* dilakukan untuk memastikan program yang akan dimasukkan pada *Arduino Nano* tidak mengalami *error*.



Gambar 12 *script arduino nano*

Cara Pengujian :

- Hubungkan *Arduino Nano* dengan PC.
- Buka *software Arduino IDE*.
- Klik pada kode yang telah dibuat sebelumnya.
- Klik *icon Verify* pada *Arduino IDE*.
- Pastikan tampilan hasilnya “*Done Compiling*” untuk memastikan program tidak mengalami *error*.

Analisa :

Dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa program pada *Arduino IDE* bekerja dengan baik dan sudah siap untuk di Upload ke *board Arduino Nano*.

## **PENUTUP**

### **Simpulan,**

Setelah merancang, membuat serta mendapatkan hasil pengujian dari Alat Peraga *Balance Tab* pada *Elevator* berbasis *Microcontroller Arduino Nano* Sebagai Penunjang Pembelajaran Praktikum Di Politeknik Penerbangan Surabaya sebagai mana yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil pengukuran derajat dengan perubahan resistansi pada potensiometer, di dapat bahwa resistansi selaku sinyal analog sangat berpengaruh terhadap perubahan sudut pada servo dan bergerak sesuai dengan apa yang telah kita buat di *script board arduino nano*.
2. Dari hasil analisa *Pulse width modulation (PWM) Balance Tab* terhadap *Elevator* diketahui bahwa lebar *pulse* sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh ketika *Pulse width modulation* melebar *Balanace Tab* akan *Pitch Down* dan *Elevator* akan *Pitch Up* begitu sebaliknya karena itu terjadi terhadap gerakan *balance tab* yang *counterback* dengan gerakan *elevator*.
3. Berdasarkan pengujian alat secara keseluruhan setelah diadakan 5 kali pengujian, alat dinyatakan dapat bekerja dengan baik.

### **Saran,**

Dalam bab ini juga berisi saran dan tentunya 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. Sistem yang digunakan adalah sistem semi autopilot mungkin untuk penelitian berikutnya dapat mengembangkan menjadi full autopilot.
2. Adanya penggunaan alat secara rutin, karna alat ini menggunakan elektronika yang jika jarang digunakan akan mengalami kerusakan.
3. Perlunya perawatan rutin pada setiap komponen yang terpasang untuk

menghindari dari kerusakan komponen, serta ada komponen yang dipakai mudah sekali panas jadi diharapkan alat tersebut diletakkan pada ruangan yang memiliki suhu rendah atau ber AC.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] *Federal Aviation Administration. 2019. Airplane Flying Handbook, FAA-H-8083-3B. Washington: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/airplane\\_handbook/](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/)*
- [2] SparkFun Electronics, inc. 2012. Introduction to Arduino. Diambil dari <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>
- [3] Alviansyah, Ryan. 2010. *Potentiometer*. Jakarta : Tugas Besar Alat Bantu dan Ukur (2010)
- [4] PT. Yasuigawa Siliwangi Elektrik Indonesia. Tentang Servo. Ruko Harmoni Blok HZ – 2 No. 12 Harapan Indah, Pusaka Rakyat Tarumajaya, Bekasi, Jawa Barat 17214 Indonesia. [www.yasuigawa-sei.com](http://www.yasuigawa-sei.com)
- [5] Jameco. *Arduino Uno*. Circuit Note. 1355 Shoreway Road, Belmont, CA 94002. Jameco Electronic.
- [6] Birdayansyah, Radi. 2, Mei 2015. Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler arduino. Bandar Lampung : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro (2 Mei 2015)
- [7] Setiawan, David. Desember 2017. Sistem Kontrol Motor DC Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System. Pekanbaru. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol 15 No.1. (Desember 2017)