

## RANCANG BANGUN 3D PRINTING ALAT PERAGA COLLECTIVE DAN CYCLIC PITCH CONTROL SYSTEM HELICOPTER ROBINSON R22 SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Ayu Sindhu Astuti

Jurusan Teknik Pesawat Udara, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya  
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236  
Email: Ayusindhuastuti9@gmail.com

### Abstrak

Mata kuliah *flight control helicopter* merupakan salah satu diantara beberapa mata kuliah dalam pelatihan *basic license A2 aeroplane helicopter* di Politeknik Penerbangan Surabaya melalui program studi D3 Teknik Pesawat Udara, dalam pelaksanaannya belum dilengkapi dengan alat peraga yang memadai. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancang bangun 3D *printing* alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control system helicopter Robinson R22* dengan harapan dapat digunakan sebagai penunjang pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji fungsional, teknik analisis data secara kuantitatif dan kualitatif. Cara kerja dari alat ini yaitu digerakkan dengan cara manual. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan terhadap hasil nilai yang diperoleh responden yang mengindikasikan bahwa daya serap pemahaman responden yang diberikan pengajaran dengan alat peraga lebih baik daripada yang tidak. Kesimpulan yang didapatkan yaitu alat peraga ini mampu mengoptimalkan pembelajaran di kelas AMTO 147D-010 Politeknik Penerbangan Surabaya.

**Kata Kunci:** *Helicopter Robinson R22, 3D printing, collective dan cyclic pitch control*

### Abstract

*The helicopter flight control subject is one of the several subject in basic license A2 aeroplane helicopter training at the Aviation Polytechnic of Surabaya through the Aircraft Engineering study program, in its implementation has not been equipped with adequate teaching aids. Therefore, the purpose of this research is to design a 3D printing prop for the collective and cyclic pitch control system of the Robinson R22 helicopter in the hope that it can be used as a learning support at Aviation Polytechnic of Surabaya. The data collection methods used in this research are functional tests, quantitative and qualitative data analysis techniques. The workings of this teaching aid are driven manually. The results of this research are that there is a difference in the results obtained by respondents, namely the absorption of understanding of respondents who are given teaching with teaching aids is better than those who are not. The conclusion obtained is that this teaching aid is able to optimize learning in the class AMTO 147D-010 Aviation Polytechnic of Surabaya.*

**Keywords:** *Helicopter Robinson R22, 3D printing, collective and cyclic pitch control*

## PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Surabaya merupakan lembaga pendidikan vokasi yang menyediakan berbagai program studi terkait penerbangan. Salah satu program studi yang tersedia di Politeknik Penerbangan Surabaya adalah prodi D3 Teknik Pesawat Udara. Prodi D3 Teknik Pesawat Udara menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan *basic license A2 aeroplane helicopter*. Diantara beberapa matakuliah dalam pelatihan tersebut terdapat mata kuliah *flight control helicopter*. Prodi D3 Teknik Pesawat Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya dilengkapi dengan berbagai laboratorium dan alat peraga guna menunjang pembelajaran. Namun, saat ini masih belum tersedianya alat peraga yang mendukung pembelajaran mata kuliah *flight control helicopter*.

Peran alat peraga sangat penting dalam dunia pendidikan khususnya pendidikan di bidang penerbangan. Tidak adanya alat peraga yang mendukung pembelajaran mata kuliah *flight control helicopter* memungkinkan peserta didik kesulitan dalam memahami materi. Guna mengatasi permasalahan tersebut maka dibutuhkan solusi yang efisien dan modern yaitu membuat alat peraga dengan menggunakan metode *3D printing*. *3D printing* saat ini dilengkapi dengan teknologi yang sedang berkembang sehingga pembuatan produk bisa dilakukan dengan mudah, cepat dan mendetail [1]. Printer tiga dimensi yang dilengkapi dengan teknologi *Fused Deposition Modelling* (FDM) memiliki keunggulan dari segi biaya dibandingkan dengan teknologi yang lainnya. pernyataan tersebut selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan Pamasaria dkk yang menyatakan bahwa salah satu strategi atau teknik yang sering digunakan dalam inovasi *3D printing* adalah strategi FDM (*Fused Deposition Modeling*), dengan alasan teknik ini paling

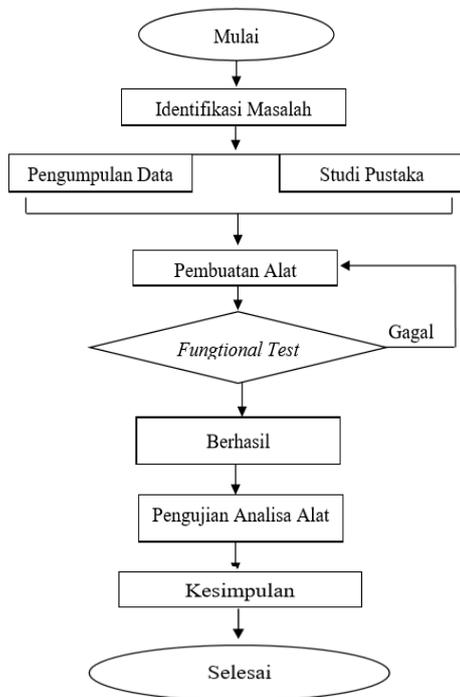
mudah dioperasikan dan sederhana. Hal ini disebabkan karena bahan baku yang digunakan menggunakan bahan baku yang paling umum dan terjangkau yaitu filament yang berbahan dasar *Poly Lactic Acid* (PLA) [2].

PLA merupakan material yang terbentuk dari monomer yang membentuk rantai panjang. Material plastik di pilih karena kuat, ringan, dan mudah diproses [3]. Alasan material PLA dipilih karena PLA lebih aman dan ramah lingkungan untuk digunakan, selain itu filament PLA menghasilkan hasil proses pencetakan yang lebih halus secara tampilan estetis. Serta memberikan hasil yang detail dengan kualitas permukaan hasil cetakan yang baik

Penelitian ini juga menggunakan *helicopter Robinson R22* sebagai *role model* pembuatan alat peraga *flight control helicopter* di Politeknik Penerbangan Surabaya. Hal tersebut berdasarkan pendapat Sobieszek (2020) yang menyatakan bahwa *helicopter Robinson R22* termasuk ke dalam kategori *ultra-light helicopter* yang memiliki *sistem flight control manual*, dengan dua bilah *blade main rotor* dan *single-engine helicopter*, dikenal sebagai *helicopter* yang sederhana dan umum digunakan karena harganya yang terbilang murah dan ketersediaannya tinggi. [4]

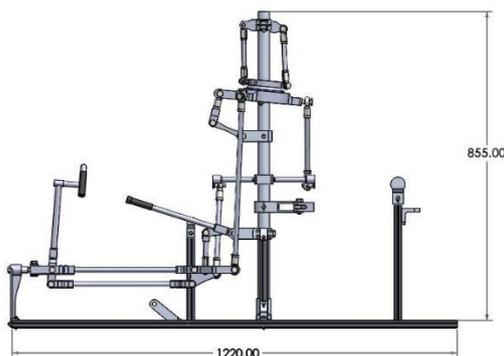
## METODE

Alur perancangan penelitian yang akan peneliti lakukan dapat digambarkan melalui *flowchart* sebagai berikut.

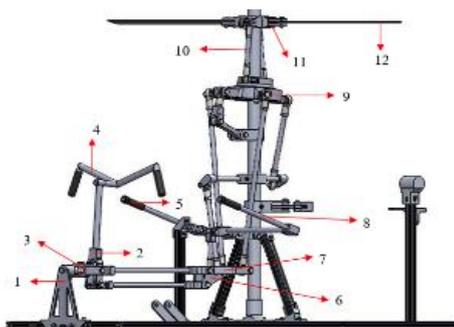


Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Desain alat yang digunakan alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control system helicopter Robinson R22* ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2 Desain Alat Tampak Samping



Gambar 3 Desain Alat Keseluruhan

Keterangan :

1. Bracket Holder
2. Yoke 1
3. Yoke 2 (Pivot Assembly)
4. Cyclic Pitch Control
5. Twist Grip Throttle
6. Ballcrank
7. Yoke 3
8. Collective Pitch Control
9. Swashplate
10. Pitch Link
11. Blade Grip
12. Blade

Cara kerja pada alat ini, untuk sistem penggerak alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control helicopter Robinson R22* adalah digerakkan dengan cara manual diantaranya sebagai berikut, pergerakan *collective* di gunakan untuk mengubah *pitch angle* dari *main rotor blade* secara bersamaan. Pergerakan *cyclic pitch control* mempengaruhi *rotor disk* oleh sebab itu *rotor disk* akan miring ke arah yang sama dengan *cyclic pitch control* digerakkan. Jika *cyclic* bergerak ke depan, *rotor disk* akan miring ke depan. Jika *cyclic* digerakkan ke belakang, *rotor disk* akan miring ke belakang, begitu sebaliknya menyesuaikan pergerakan *cyclic*.

Alat dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Mesin *Printer Ender 3*  
 Mesin *printing Ender 3* berukuran 440x440x465mm dengan *single nozzle* yang memiliki kecepatan *printing* 180mm/s.
2. *Aluminium Extrude Profil T-Slot*  
*Aluminium extrusion profile T-slot* memiliki keunggulan yaitu tidak berkarat dan tidak sekeras besi. *Aluminium Extrude Profil T-slot* sebagai *frame* penompang karena memiliki tekstur yang kuat dan kokoh serta memudahkan untuk memasang baut sehingga mudah untuk di rangkai.
3. *Polylctid Acid (PLA)*

*Polylctid Acid* (PLA) yang digunakan memiliki ketebalan yang digunakan adalah 1.75 mm dengan metode 3D *printing*.

#### 4. Pipa *Stainless Steel*

Menggunakan material pipa *stainless steel* dengan dua ukuran yang berbeda yaitu berukuran 3/4 inch dan 7/8 inch dimana material ini berfungsi sebagai penyusun rangka *body* alat peraga.

#### 5. Rod End Bearing

Material *rod end bearing* yang di gunakan pada alat peraga ini adalah *female rod end bearing psh 10* untuk mengatur arah blade serta memungkinkan pergerakan pipa *stainless steel* yang terhubung melakukan gerakan secara tepat dan terkontrol.

#### 6. Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam mendesain rancang bangun alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control helicopter Robinson R22* adalah menggunakan aplikasi *Solidwork 2018*.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis *functional testing*, data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif dilaksanakan dengan menguji beberapa soal evaluasi tentang *flight control helicopter* terhadap 2 kelas dengan pemberian materi pembelajaran yang berbeda kemudian hasil nilainya dibandingkan dengan menggunakan rumus *mean/rata-rata* nilai kelas.

$$\text{Mean} = \frac{1}{n} x (x_1 + x_2 + .. + x_n) \quad (1)$$

Keterangan :

- n = jumlah sampel
- x = nilai sampel
- xn = nilai sampel ke-n

Pengambilan data kualitatif dilakukan dengan membuat angket berupa pertanyaan mengenai pendapat peserta pembelajaran *flight control helicopter* tentang alat peraga yang telah di buat dengan menggunakan

teknik skala *Likert* guna mengetahui seberapa besar fungsi dan pengaruh alat peraga bagi peserta pembelajaran *flight control helicopter* di Politeknik Penerbangan Surabaya. Berikut merupakan indikator skala *Likert*.

Tabel 1 Indikator Skala *Likert*

Parameter	Skor Nilai
SS ( Sangat Setuju )	5
S ( Setuju )	4
N ( Netral )	3
TS ( Tidak Setuju )	2
STS ( Sangat Tidak Setuju)	1

Skor nilai tiap parameter dapat dihitung indeks presentase nilainya sehingga keluar sebuah jawaban dalam bentuk presentase, dengan rumus dan keterangan tiap hasil jawaban adalah sebagai berikut

$$\text{Rumus Indeks \%} = \frac{\text{Total Score}}{x} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

Total Skor = perkalian total setiap parameter dengan nilai perolehan.

X = perkalian total seluruh responden dengan parameter paling tinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis *Fuctional Test*

Berikut merupakan cara kerja dari alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control system helicopter Robinson R22*:



Gambar 1 Kondisi ketika *collective* dinaikkan



Gambar 2 Kondisi ketika *collective* diturunkan



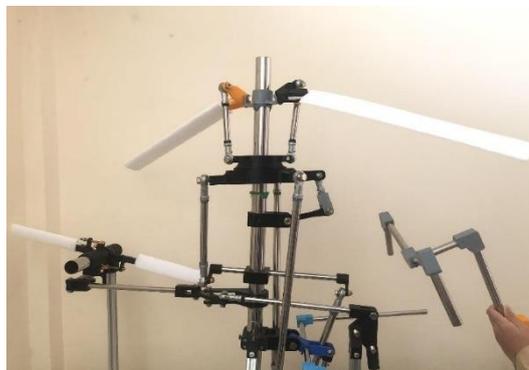
Gambar 3 Kondisi ketika *cyclic* digerakkan ke kanan



Gambar 4 Kondisi ketika *cyclic* digerakkan ke kiri



Gambar 5 Kondisi ketika *cyclic* digerakkan maju



Gambar 6 Kondisi ketika *cyclic* digerakkan mundur

*Functional test* menghasilkan pergerakan alat peraga yang sudah menyerupai *helicopter Robinson R22*, dimana saat *collective* dinaikkan, maka *swashplate* akan bergerak keatas yang menyebabkan pergerakan pada setiap *pitch link*-nya sehingga merubah *pitch angle* dari setiap *main rotor blade* begitu sebaliknya, untuk pergerakan *cyclic* mempengaruhi *swashplate* oleh sebab itu *swashplate* akan miring ke arah yang sama dengan *cyclic pitch control* digerakkan.

### Hasil Analisis Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif dilakukan dengan membandingkan 2 kelas yang terdiri dari taruna D3 TPU 6 sebanyak 45 orang, dimana satu kelas terdiri dari 20 orang diberikan pembelajaran mengenai materi *flight control helicopter* menggunakan *powerpoint*, sedangkan kelas lainnya menggunakan *powerpoint* dan alat peraga kemudian di uji dengan mengisi beberapa soal evaluasi terkait *flight control helicopter* dan hasil perolehan rata- rata nilainya dibandingkan.

Sebelum diberikan kepada responden, soal evaluasi terkait *flight control helicopter* di uji terlebih dahulu. Uji tersebut meliputi uji validitas *pearson product moment* dan uji reabilitas *cronbach alpha*. Uji validitas *pearson product moment* digunakan untuk mengetahui seberapa akurat instrument penilaian yang dapat disajikan dalam bentuk pertanyaan terhadap konsep yang ingin diukur

sehingga sesuatu yang hendak diukur dapat diukur dengan tepat [5]. Pertanyaan atau instrument dapat dikatakan valid apabila R-hitung tiap pernyataan lebih besar dari r-tabel dengan signifikansi 1% yaitu 0,380. Hasil pengolahan uji validitas diperoleh r-hitung tiap pertanyaan lebih besar dari 0,380 sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap item pertanyaan yang digunakan dalam soal evaluasi pengujian adalah valid.

Uji yang kedua yaitu uji reabilitas *cronbach alpha* dijelaskan bahwa instrument pengukuran dapat digunakan apabila terdapat beberapa kali kesamaan hasil terhadap kelompok pengukuran yang sama [6]. Hasil instrument pertanyaan dinyatakan reliabel apabila nilai *cronbach alpha* lebih besar dari 0,6. Berikut merupakan hasil analisa uji reabilitas

Tabel 2 Hasil Analisa Uji Reabilitas

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Item</i>
.659	10

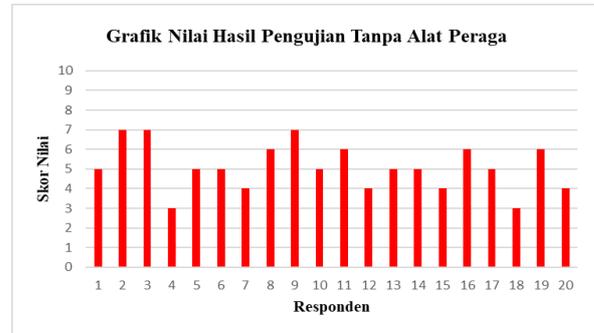
Tabel 2 menunjukkan nilai *Cronbach Alpha* dari instrument pertanyaan adalah  $0,659 > 0,6$ . Hal tersebut membuktikan bahwa setiap instrumen yang digunakan sebagai soal pengujian adalah reliabel.

Berdasarkan pengujian terhadap kelas yang diberikan pembelajaran tanpa alat peraga diperoleh nilai rata-rata responden sebesar:

$$\text{Mean} = \frac{(3 \times 2) + (4 \times 4) + (5 \times 7) + (6 \times 4) + (7 \times 3)}{20}$$

$$\text{Mean} = \frac{102}{20} = 5,10.$$

Dengan grafik seperti gambar berikut ini:



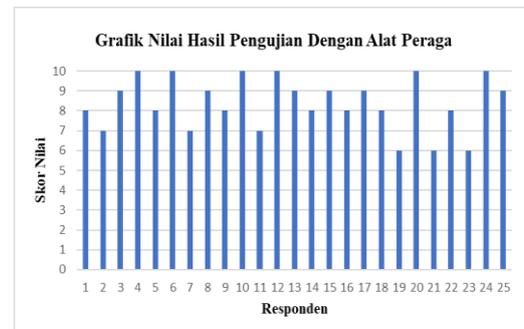
Gambar 7 Grafik Nilai Pengujian Tanpa Alat Peraga

Sementara itu, hasil uji kuantitatif terhadap kelas yang diberikan pembelajaran dengan alat peraga yaitu diperoleh nilai rata-rata pengujian sebesar:

$$\text{Mean} = \frac{(6 \times 3) + (7 \times 3) + (8 \times 7) + (9 \times 6) + (10 \times 6)}{20}$$

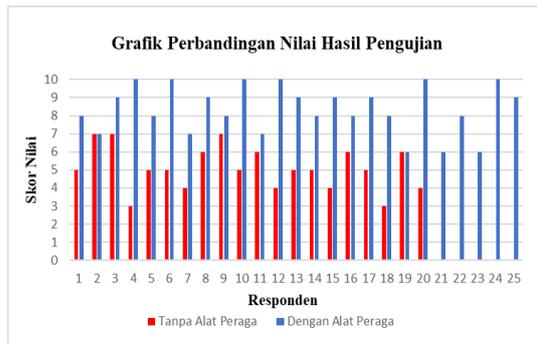
$$\text{Mean} = \frac{209}{25} = 8,36$$

Dengan grafik yang tergambar berikut ini:



Gambar 8 Grafik Nilai Pengujian Dengan Alat Peraga

Berdasarkan hasil uji dengan dua kelompok yang berbeda dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pengujian memiliki perbedaan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai rata-rata kelas yang diberikan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga lebih besar dibandingkan dengan yang tanpa alat peraga. Berikut merupakan grafik perbandingan nilai hasil pengujian:



Gambar 9 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Pengujian

### Hasil Analisis Uji Kualitatif

Pengambilan data kualitatif dilaksanakan dengan menyebarkan kuisioner berupa pertanyaan mengenai pendapat peserta responden tentang alat peraga yang telah dibuat. Kuisioner yang digunakan merupakan tes skala pendapat yang mengacu kepada parameter skala *likert*. Guna menguji validitas digunakan uji validitas *pearson product moment* dengan SPSS 23 for windows. Berdasarkan hasil uji validitas *pearson product moment* diperoleh nilai r-hitung dari setiap pernyataan memiliki nilai lebih besar dari 0,380 dengan signifikansi 1% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap pernyataan valid.

Pengujian reliabilitas *cronbach's alpha* pada kuesioner menggunakan batas 0,6 artinya jika nilai *cronbach alpha* lebih besar dari 0,6 maka hasil kuisioner dinyatakan reliabel.

Tabel 3 Hasil Analisa Uji Reliability Statics X

Cronbach's Alpha	N of item
.881	10

Tabel 4 Hasil Analisa Uji Reliability Statics Y

Cronbach's Alpha	N of item
.855	5

Berdasarkan tabel 3 dan 4 diketahui nilai *Cronbach's Alpha* untuk variabel X bernilai 0,881 > 0,6 dan variabel Y bernilai 0,855 > 0,6. Hal tersebut membuktikan bahwa setiap pernyataan yang digunakan sebagai kuisioner adalah reliabel.

Pengujian korelasi dilakukan guna mengetahui tingkat keeratan antar variable. Apabila nilai signifikansi menunjukkan lebih kecil dari 0,05 maka dikatakan berkorelasi, namun jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka tidak berkorelasi.

Berikut merupakan hasil analisa pernyataan uji korelasi:

Tabel 5 Hasil Analisa Pernyataan Uji Korelasi

Correlations		Variabel X: Adanya Alat Peraga	Variabel Y: Penunjang Pembelajaran
Variabel X: Adanya Alat Peraga	Pearson Correlation	1	.834**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	45	45
Variabel Y: Penunjang Pembelajaran	Pearson Correlation	.834**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	45	45

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai korelasi yang didapat yaitu sebesar 0,834 dengan signifikansi atau Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan korelasi yang sangat kuat antara variable adanya alat peraga dengan penunjang pembelajaran.

Berdasarkan hasil uji kualitatif diperoleh data bahwa 45 responden memberikan jawaban dengan rata - rata nilai 4,42. Hasil tersebut berada pada rentan nilai 4 sampai 5 yang diinterpretasikan sebagai jawaban “Setuju – Sangat Setuju”. Sedangkan hasil dengan menggunakan rumus indeks mendapatkan nilai sebesar 88,56 % dengan keterangan “sangat-setuju”. Dapat disimpulkan bahwa responden sangat setuju bahwa adanya alat peraga mampu mengoptimalkan pembelajaran dalam pendidikan dan pelatihan *basic license A2 aeroplane helicopter* di Politeknik Penerbangan Surabaya.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan terkait pengadaan alat peraga *cyclic* dan

*collective pitch control Robinson R22* dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan yang signifikan terhadap hasil nilai yang diperoleh responden. Hal tersebut dibuktikan perbedaan hasil nilai rata-rata pengujian dimana nilai rata-rata kelas pembelajaran tanpa alat peraga adalah 5.10, sedangkan nilai rata-rata kelas pembelajaran dengan alat peraga adalah 8.36 yang mengindikasikan bahwa daya serap pemahaman responden yang diberikan pengajaran dengan alat peraga lebih baik daripada yang tidak.
2. Pengadaan alat peraga *collective* dan *cyclic pitch control system helicopter Robinson R22* terbukti mampu mengoptimalkan pembelajaran di kelas AMTO 147D-010 Politeknik Penerbangan Surabaya

### Saran

Berdasarkan hasil pengujian mengenai pengadaan alat peraga *cyclic* dan *collective pitch control Robinson R22* perlu adanya perbaikan dan saran yang membangun. Adapun saran- saran tersebut diantaranya:

1. Alat peraga sebaiknya dibuatkan peraturan-peraturan secara tertulis berupa prosedur/ SOP serta dalam pelaksanaannya di dampingi oleh instruktur guna mengoptimalkan pemahaman peserta didik.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat lebih mengembangkan lagi penelitian ini seperti membuat aplikasi perangkat lunak mengenai pembelajaran terkait sistem *flight control helicopter* yang lebih detail.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Putra KS, Sari UR. Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018*. 2018;1–6.
- [2.] Naftulin JS, Kimchi EY, Cash SS. Streamlined, inexpensive 3D printing of the brain and skull. *PLoS One*. 2015;10(8):1–15.

- [3.] Banjaransari, A., Sanjaya, I.A., Nusabhakti, I.K., Kusuma, T.P., Utomo ACK. Perancangan Mesin Penggulung Filamen Pla Diameter 1.75 Mm Dari Hasil Ekstrusi Plastik. *IMDeC*. 2020;2:44–50.
- [4.] Sobieszek, A. (2020). Anomaly of Rotor Dynamics in Ultra-Light Helicopter – Robinson R22. *Journal of KONES*, 26(4), 235–239.
- [5.] Sudjana N. *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosdakarya; 2004.
- [6.] Matondang Z. Validitas Dan Reliabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *Jurnal Tabularasa Pps Unimed*. 2009;6(1).