

**RANCANG BANGUN 3D PRINTING ALAT PERAGA HELICOPTER
ANTITORQUE FLIGHT CONTROL SYSTEM ROBINSON R22 SEBAGAI
ALAT PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN
SURABAYA**

Fairuz Addinul Raffif¹, Gunawan Sakti², Didi Hariyanto³

^{1,2,3}) Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I no. 73, Surabaya 60236

Email: fairuzrafif98@gmail.com

Abstrak

Prodi Teknik Pesawat Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya telah mendapatkan *approval* untuk menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan *basic license A2 aeroplane helicopter*. Dalam pelaksanaannya terdapat kendala pada alat peraga yang dimiliki oleh Politeknik Penerbangan Surabaya untuk mendukung pendidikan dan pelatihan tersebut belum tersedia. Sehingga perlu segera diadakan alat peraga *helicopter flight control systems* untuk menunjang pendidikan pemahaman dari peserta diklat khususnya pada materi *antitorque system*.

Tujuan alat peraga ini adalah untuk membantu peserta diklat dalam meningkatkan efektivitas pemahaman *flight control system* pada sebuah helikopter khususnya pada *antitorque system helicopter* Robinson R22. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisa efektivitas pembelajaran dan pemahaman taruna terhadap pembelajaran *flight control system*. Analisa tersebut dilakukan dengan cara membandingkan nilai rata-rata pengujian antara responden yang pembelajaran menggunakan media alat peraga dan yang tidak menggunakan media alat peraga. Selain itu juga dilakukan survey terhadap responden untuk mengetahui pengaruh adanya alat peraga sebagai media pembelajaran.

Hasil dari penelitian ini, terdapat perbedaan daya serap pemahaman responden antara yang menggunakan alat peraga sebagai media pembelajaran dan yang tidak menggunakan alat peraga. Penggunaan alat peraga terbukti mampu mengoptimalkan daya serap pemahaman responden terhadap materi yang diberikan. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai yang didapatkan dari pengujian yang lebih tinggi antar responden yang menggunakan alat peraga dibandingkan nilai pengujian yang didapatkan dari responden yang tidak menggunakan alat peraga. Selain itu berdasarkan survey, penggunaan alat peraga mampu mengoptimalkan dan meningkatkan pemahaman terhadap materi, dan penggunaan alat peraga mampu meningkatkan efektivitas dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Alat Peraga, *Flight Control System*, Robinson R22, efektivitas.

Abstract

The Aircraft Maintenance Engineering Study Program at the Aviation Polytechnic of Surabaya has received approval to hold education and training on basic license A2 aeroplane helicopter. In its implementation, there are on the simulator owned by the Aviation Polytechnic of Surabaya to support the education and training which are not available. So it is necessary to immediately hold helicopter flight control systems to support the education and understanding of the training participants.

The purpose of this simulator is to assist training participants in improving their understanding of the flight control system in a helicopter, especially in the Robinson R22 helicopter antitorque system. The analysis was carried out by comparing the average test scores between respondents who learned to use simulator and those who did not. In addition, a

survey was also conducted on respondents to determine the effect of simulator as learning media.

The results of this study, there are differences in the absorption of respondents' understanding between those who use simulator as learning media and those who do not use simulator. The use of simulator is proven to be able to optimize the absorption of respondents' understanding of the material given. This is evidenced by the value obtained from testing which is higher among respondents who use respondent than the test value obtained from respondents who do not use simulator. In addition, based on the survey, the use of simulator can optimize and improve understanding of the material, and the use of simulator can increase effectiveness in learning.

Keywords: *Flight control systems, Robinson R22, simulator, effectivity.*

PENDAHULUAN

Prodi Teknik Pesawat Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya telah mendapatkan *approval* dari Direktorat Kelaikan dan Pengoperasian Pesawat Udara Kementerian Perhubungan Republik Indonesia untuk menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan *basic license A2 aeroplane helicopter*. Namun dalam penyelenggaraannya masih belum optimal dikarenakan kurangnya media pendukung untuk pembelajaran terutama pada alat peraga untuk kegiatan praktikum. Salah satu macam alat peraga yang tidak tersedia di Politeknik Penerbangan Surabaya adalah terkait materi *helicopter flight control*. Karena hal inilah, diperlukan untuk diadakan alat peraga guna mendukung pendidikan dan pelatihan tersebut, terutama untuk alat peraga *helicopter flight control*.

Alat peraga untuk *helicopter flight control* yang dibuat adalah *antitorque flight control system*. Alat peraga ini menggunakan *role model* dari *Helicopter Robinson R22*. Pemilihan Robinson R22 sebagai *role model* alat peraga ini karena Robinson R22 memiliki menggunakan mekanisme pergerakan secara *mechanical system*. Selain itu juga, Robinson R22 termasuk dalam kategori *ultra-light helicopter*. Memiliki

sistem *flight control manual*, dengan dua bilah *blade main rotor* dan *single-engine helicopter*, dikenal sebagai helikopter yang sederhana dan umum digunakan karena harganya yang terbilang murah dan ketersediaannya yang tinggi [1].

Dalam pembuatan alat peraga ini, alat peraga dibentuk menggunakan metode 3D *printing*. Pemilihan metode pembuatan ini karena seiring dengan majunya teknologi pada era industri 4.0, 3D *printing* adalah salah satu teknologi yang sedang berkembang. Teknologi ini memiliki kelebihan untuk pembuatan produk bisa dilakukan dengan mudah, cepat, dan mendetail [2]. Material yang digunakan dalam pembuatan alat peraga ini yaitu *Polylactic Acid (PLA)*. *Asam polylactic* atau *polyactide (PLA)* adalah *poliester biodegradable* dan bioaktif yang terdiri dari blok bangunan asam laktat [3]. PLA terbuat dari bahan yang mudah terurai, PLA ramah lingkungan. Hal inilah yang membuat bahan ini semakin banyak mendapatkan popularitas. PLA dapat menghasilkan cetakan yang kuat dan sangat rapi [2].

Penelitian tentang penggunaan metode 3D *printing* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Sobron Lubis, dkk (2016) meneliti tentang pengaruh orientasi

objek pada proses 3D *printing* bahan *polymer* PLA dan ABS terhadap kekuatan tarik dan ketelitian dimensi produk. Pada penelitian ini melakukan proses *printing* untuk uji tarik dengan ketebalan sebanyak 3 *layer* yaitu 0,10 mm, 0,20 mm, dan 0,40 mm dengan dua orientasi posisi objek yaitu *vertical* dan *horizontal*. Lalu dilakukan uji tarik dan pengukuran terhadap hasil tersebut. Hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan data ASTM dimana untuk masing-masing dimensi yaitu panjang keseluruhan (Lo) 165 mm, lebar luar (Wo) 19 mm, lebar dalam (W) 13 mm, dan tebal (t) 7 mm. Hasil dari penelitian terdapat kesimpulan yaitu posisi orientasi objek dan tebal layer pada proses *printing* menentukan kualitas permukaan, kekuatan produk yang dihasilkan, dan efisiensi waktu pembuatan. Nilai kesalahan akurasi dimensi spesimen produk *printing* berbanding lurus terhadap besar layer yang digunakan. [4]

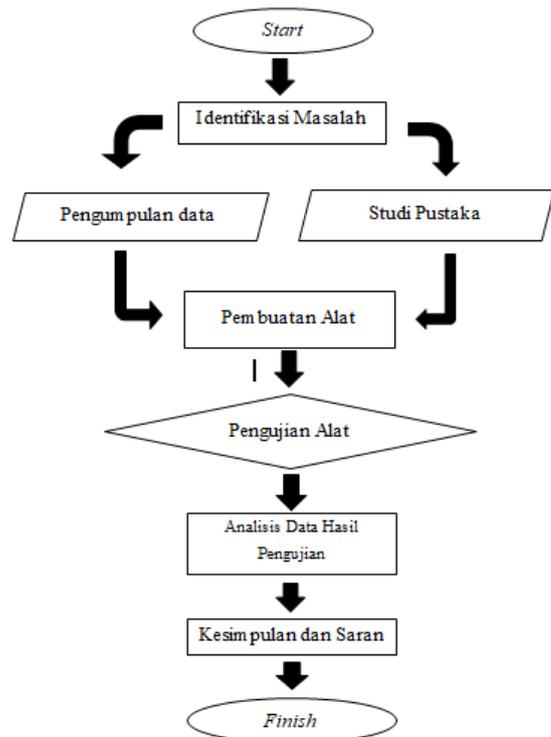
Kumara Sadana Putra dan Ulin Ranicarfita Sari (2018) melakukan sebuah penelitian yang berjudul pemanfaatan teknologi 3D *Printing* dalam proses desain produk gaya hidup. Jenis penelitian berfokus pada proses pengembangan pembuatan produk menggunakan teknologi *digital modeling*, CAD-CAM, produksi *modeling* 3D *Printing*, pembuatan purwarupa. Kesimpulan dari penelitian ini adalah proses pembuatan produk menggunakan 3D *printing* menghasilkan manfaat yaitu efisiensi waktu, menghemat biaya, dan menyederhanakan proses. [2]

Murathan Kalender, dkk (2020) telah melakukan suatu penelitian yang berjudul *product development by Additive Manufacturing and 3D Printer Technology in Aerospace Industry*. Murathan, dkk, dalam penelitiannya mengembangkan sambungan listrik pada roket. Penelitian menggunakan material *Polylactic Acid*

(PLA). Dalam penelitian ini diteliti model kerja bagian sambungan listrik yang digunakan untuk roket. Pencetakan menggunakan bahan berkualitas tinggi. Model prototipe semacam itu dapat diproduksi dengan menghabiskan lebih banyak waktu daripada proses manufaktur lainnya. Teknologi produksi 3D dapat merespond bahkan dalam sistem yang murah, sulit didapat dan memiliki desain khusus dan rahasia. Selain itu, masalah yang terjadi pada metode produksi tradisional dapat diatasi dengan *additive manufacturing*. Penggunaan *additive manufacturing producing* dalam industri penerbangan dapat mengurangi biaya dan waktu. [5]

METODE

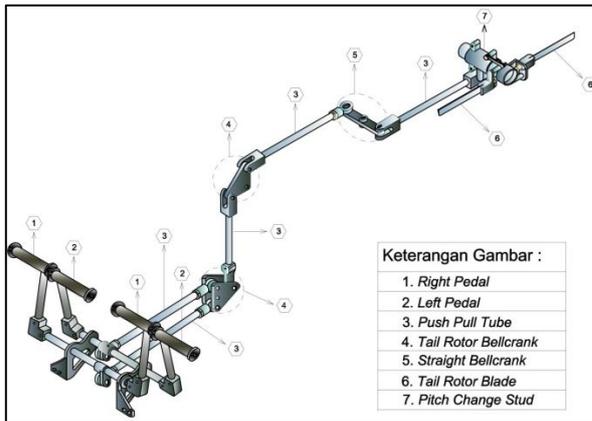
Pengujian yang dilaksanakan menggunakan perencanaan seperti pada gambar 1



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Desain Alat Peraga

Model yang digunakan untuk membuat alat peraga adalah *helicopter flight control antitorque pedals* Robinson R22 yang terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Alat Antitorque Pedals

Dimensi alat ini memiliki panjang 1220 mm, lebar 392,5 mm, dan tinggi 500 mm. Cara kerja alat peraga ini sama dengan prinsip kerja dari antitorque pedals pada Helikopter Robinson R22. Pedal terhubung secara mekanis ke tail rotor untuk mengubah pitch angle pada tail rotor blade. Terdapat 2 pedal untuk yaitu kiri dan kanan. Ketika pedal kanan ditekan, maka blade angle akan naik. Ketika pedal kiri ditekan, maka blade angle akan turun. Alat peraga ini memiliki dimensi yang kecil dan ringan, sehingga dapat dioperasikan menggunakan tangan dan mudah berpindah tempat. Komponen yang digunakan untuk pembuatan rancang bangun alat peraga helicopter flight control antitorque pedals Robinson R22 terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Komponen Alat Peraga

NO.	KOMPONEN	BAGIAN	KETERANGAN
1.	Polylactic Acid (PLA)	Penyambung rangka body	Menggunakan ketebalan 1,75 mm dengan metode 3D printing agar dapat menghasilkan bentuk komponen yang rapi dan mendetail.
2.	Pipa Stainless Steel	Rangka body	Menggunakan 2 ukuran berbeda yaitu ¼ inch dan 7/8 inch.
3.	Rod End Bearing psh 10	Control linkage	Untuk mengatur sudut tail rotor blade serta memungkinkan pergerakan pipa stainless steel yang terhubung melakukan gerakan secara tepat dan terkontrol.

Teknik Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah menggunakan alat peraga antitorque pedals sebagai media pembelajaran mata kuliah helicopter flight control system. Terdapat dua tahapan pemberian materi. Pada tahap pertama responden diberikan pembelajaran dan pelatihan tentang helicopter flight control system khususnya pada materi antitorque tidak menggunakan alat peraga. Pada tahap kedua, responden diberikan pembelajaran dan pelatihan tentang materi antitorque menggunakan media pembelajaran alat peraga. Setelah dilakukan pembelajaran, responden dilakukan tes tertulis untuk menjawab 10 soal terkait materi antitorque dan mengisi kuisisioner terkait dengan pengaruh adanya alat peraga terhadap pembelajaran.

Teknik Analisis Data

Terdapat 2 tipe data yang akan digunakan yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Untuk data kuantitatif analisis data yang dilakukan yaitu membandingkan data yang didapatkan dari nilai hasil pengujian. Perbandingan yang digunakan adalah daya serap pemahaman terhadap materi helicopter flight control system khususnya pada materi antitorque system yang ditunjukkan dengan hasil nilai rata-rata ujian tertulis antara kelas yang menggunakan alat peraga dibandingkan yang tidak menggunakan alat peraga. Penghitungan rata-rata nilai kelas menggunakan rumus mean sebagai berikut:

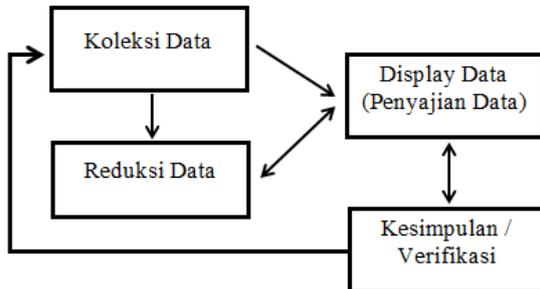
$$\text{Mean} = \frac{1}{n}(x_1+x_2+\dots+x_n)$$

Keterangan : - n = jumlah sampel

- x = nilai sampel

- x_n = nilai sampel ke- n

Sedangkan untuk hasil survey yang berupa data kualitatif, data dianalisa menggunakan metode Miles dan Huberman. Pada gambar 3 terdapat bagan dari cara analisis data kualitatif menurut Miles dan Huberman.



Gambar 3. Analisis data kualitatif Miles dan Huberman

Reduksi data adalah proses pemilihan, pemusatan perhatian pada penyederhanaan, pengelompokan, pengabstrakan dan transformasi data kasar yang didapatkan dari catatan-catatan tertulis di lapangan. Reduksi data adalah bentuk analisis yang menajamkan, mengarahkan, membuang yang tidak perlu, menggolongkan, dan mengorganisasi data dengan cara sedemikian rupa sehingga dapat diambil sebuah kesimpulan. Penyajian data adalah informasi yang didapat ditampilkan, sehingga memungkinkan untuk ditarik sebuah kesimpulan. Proses verifikasi dilakukan dengan menghubungkan kembali kesimpulan yang didapatkan harus sesuai dengan koleksi data yang terkumpul [6].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fungsional Alat Peraga

Alat peraga *Antitorque Pedals* Robinson R22 menggunakan sistem mekanikal. *Pedals* terhubung langsung dengan *push pull tube*, lalu terhubung dengan *tailrotor bellcrank*. Dari *tailrotor bellcrank* lalu terhubung dengan *straight bellcrank*. Lalu dari *straight bellcrank*, *push pull tube* menghubungkannya *pitch change stud*. Alat ini digerakkan menggunakan tangan, dengan

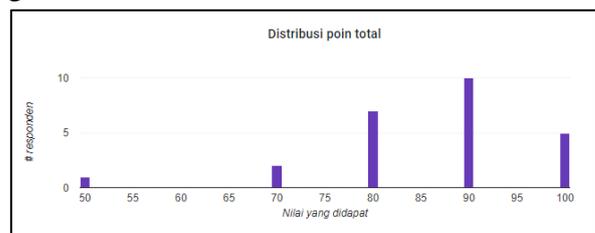
cara cukup memegang bagian *pedals* dan menggerakannya ke depan dan ke belakang. Apabila pedal kanan ke depan, maka pedal kiri akan ke belakang, begitu pula sebaliknya. Apabila pedal kanan ke depan, maka *pitch change stud* akan bergerak ke kiri dan *blade* akan menghasilkan *negative pitch*. Apabila pedal kiri ke depan, maka *pitch change stud* akan bergerak ke kanan, dan *blade* akan menghasilkan *positive pitch*. Gerakan alat tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Gerakan Pedal	Gerakan Blade
 Pedal Kanan Maju	 <i>Negative Pitch</i>
 Pedal Kiri Maju	 <i>Positive Pitch</i>

Tabel 2. Gerakan pedal dan perubahan pada blade

Hasil Analisa Uji Kuantitatif

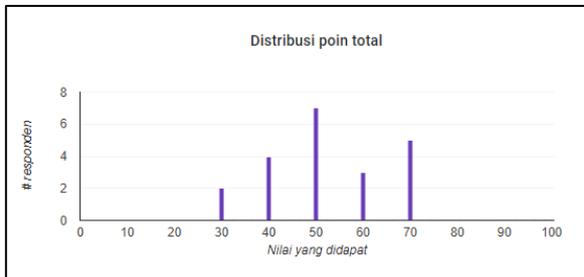
Responden yang melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga merupakan taruna TPU 6A. Jumlah taruna pada kelas ini sebanyak 25 taruna. Untuk kelas TPU 6A yang merupakan kelas dengan pembelajaran menggunakan alat peraga, hasil yang didapatkan tertera pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai Ujian TPU 6A

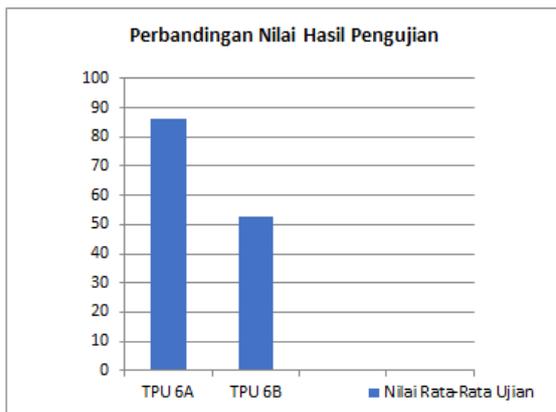
Maka dari data tersebut, dapat diambil nilai rata-rata pada ujian di kelas TPU 6A menggunakan rumus mean yaitu sebesar 86. Sedangkan untuk responden yang

melaksanakan pembelajaran tidak menggunakan alat peraga merupakan taruna TPU 6B. Untuk kelas TPU 6B yang merupakan kelas dengan pembelajaran tanpa alat peraga, hasil yang didapatkan tertera pada gambar 5.



Gambar 5. Nilai Ujian kelas TPU 6B

Maka dari data tersebut, dapat diambil nilai rata-rata pada ujian di kelas TPU 6B menggunakan rumus mean yaitu sebesar 52,38. Dari kedua hasil rata-rata nilai tes tersebut, terdapat perbedaan hasil yang didapatkan yang ditunjukkan oleh grafik pada gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan nilai hasil pengujian

Sesuai grafik diatas, nilai rata-rata pada kelas TPU 6A yang menggunakan alat peraga untuk media pembelajaran lebih tinggi daripada nilai rata-rata pada kelas TPU 6B yang tidak menggunakan alat peraga sebagai media pembelajaran. Hal ini membuktikan adanya perbedaan daya serap dari taruna yang dibuktikan oleh hasil nilai rata-rata setiap ujian yang diperoleh antara kelas yang pembelajaran menggunakan alat peraga dan tanpa alat peraga.

Hasil Analisa Uji Kualitatif

Pengambilan data kualitatif dilaksanakan dengan bentuk *survey* kuisisioner dan disebar kepada responden melalui media *google form*. Kuisisioner berupa pernyataan dan terdapat 5 opsi jawaban terhadap pernyataan yaitu sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), netral (N), setuju (S), dan sangat setuju (SS). Metode yang digunakan dalam pengolahan data kuisisioner ini menggunakan metode Miles dan Huberman, Dalam kuisisioner yang disebarakan terdapat 10 poin pernyataan yang dibagi menjadi 3 variabel. Variabel pertama terdiri atas pernyataan 1 sampai 5 adalah pengaruh pemahaman secara umum terhadap penggunaan alat peraga sebagai pembelajaran. Lalu pada variabel kedua terdiri atas pernyataan 6 sampai 8 adalah terkait alat peraga *antitorque pedals* sebagai alat pembelajaran. Dan yang terakhir yaitu variabel ketiga terdiri atas pernyataan 9 dan 10 adalah terkait dengan ketersediaan alat peraga sebagai alat pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya. Hasil dari survey yang telah dianalisa menggunakan metode Miles dan Huberman tertera pada tabel 3.

No.	Pernyataan	Jawaban Terbanyak
1.	Pembelajaran lebih mudah dipahami dengan menggunakan media alat peraga	Sangat Setuju
2.	Pembelajaran lebih menarik dengan menggunakan media alat peraga	Sangat Setuju
3.	Pembelajaran lebih jelas apabila menggunakan media alat peraga	Sangat Setuju
4.	Pembelajaran dengan alat peraga lebih efisien	Setuju
5.	Pembelajaran menggunakan media alat peraga lebih cepat pemahamannya dibandingkan hanya dari teori saja	Sangat Setuju
6.	Penggunaan alat peraga mempermudah untuk penalaran taruna terhadap mekanisme kerja suatu sistem pada helikopter	Setuju
7.	Mekanisme pada alat peraga sama dengan mekanisme yang berada pada helikopter asli	Setuju
8.	Alat peraga mudah untuk digunakan dan tidak memakan tempat	Setuju
9.	Alat peraga yang berada di Poltekbang Surabaya belum tersedia sesuai dengan kebutuhan	Setuju
10.	Alat peraga sangat dibutuhkan di Poltekbang untuk mengoptimalkan pembelajaran	Sangat Setuju

Tabel 3. Data Hasil Kuisisioner

Dari hasil data yang didapatkan, maka pada variabel pertama dapat disimpulkan mendapat pendapat “sangat setuju” dari responden. Sehingga dapat disimpulkan untuk variabel pertama bahwa penggunaan alat peraga untuk media pembelajaran secara umum sangat membantu dan sangat efektif meningkatkan pemahaman belajar. Untuk variabel kedua dapat disimpulkan mendapat pendapat “setuju”. Sehingga dapat disimpulkan pada variabel kedua ini bahwa penggunaan alat peraga *antitorque pedals* dapat membantu meningkatkan pemahaman terkait materi *antitorque system* dan penggunaannya yang mudah untuk dipraktikan. Untuk variabel ketiga mendapatkan pendapat terhadap pernyataan 9 yaitu “setuju” dan pada pernyataan 10 mendapat pendapat terhadap pernyataan yaitu “sangat setuju”. Sehingga dapat disimpulkan untuk variabel ketiga bahwa perlunya pengadaan alat peraga sebagai penunjang pembelajaran sebagai langkah untuk mengoptimalisasikan pemahaman para taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Dari hasil kesimpulan data diatas pada setiap variabel kuisisioner, maka dapat diambil sebuah korelasi antara variabel yang satu dengan yang lainnya dan verifikasi dengan mencocokkan data awal yang terkumpul pada survey ini. Yaitu bahwa dalam pembelajaran dengan alat peraga sebagai media pembelajaran dapat membantu taruna meningkatkan dan mengoptimalisasikan pemahaman terhadap materi. Sehingga diperlukan penambahan alat peraga di Politeknik Penerbangan Surabaya untuk menunjang pembelajaran terutama pada materi pembelajaran helikopter.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan mengenai pengadaan alat peraga *antitorque*

pedals Robinson R22 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan daya serap pemahaman taruna antara pembelajaran menggunakan alat peraga dengan pembelajaran tanpa alat peraga. Penggunaan alat peraga mampu meningkatkan pemahaman taruna terhadap materi. Pada kelas 6A yang menggunakan alat peraga, nilai rata-rata ujian yang didapatkan lebih tinggi daripada kelas 6B yang merupakan kelas tanpa menggunakan alat peraga sebagai media pembelajaran. Hal ini dibuktikan berdasarkan grafik perbedaan hasil nilai rata-rata tes antara kelas TPU 6A yang menggunakan alat peraga sebagai pembelajaran mendapatkan nilai 86 dibandingkan dengan kelas TPU 6B yang tidak menggunakan alat peraga mendapatkan nilai 52,38.
2. Berdasarkan analisa dengan metode Miles dan Huberman terdapat kesimpulan dan hubungan korelasi antara variabel kesatu, kedua, dan ketiga bahwa dalam pembelajaran dengan alat peraga sebagai media pembelajaran dapat membantu taruna meningkatkan dan mengoptimalisasikan pemahaman terhadap materi, sehingga diperlukan penambahan alat peraga di Politeknik Penerbangan Surabaya untuk menunjang pembelajaran terutama pada materi pembelajaran helikopter.
3. Rancangan alat peraga *antitorque flight control systems* Robinson R22 terbukti mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran sehingga pembelajaran berjalan dengan optimal.

Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa mengenai rancang bangun alat peraga *antitorque flight control system* Robinson R22 perlu adanya perbaikan dan saran. Adapun saran-saran tersebut diantaranya:

1. Dalam pelaksanaan pembelajaran dan penggunaan alat sebaiknya dalam pelaksanaannya didampingi oleh instruktur untuk optimalisasi pemahaman peserta didik serta selalu mengikuti SOP yang ada
2. Dari desain ini dapat dikembangkan lagi menjadi sebuah pembelajaran dengan menggunakan media aplikasi dalam bentuk simulator alat atau animasi sehingga pembelajaran semakin mudah dan menarik.

and 3D Printer Technology in Aerospace Industry. Journal of Aeronautics and Space Technologies. 3-7. Marmara University. Turkey.

- [6] Rijali, Ahmad, 2018. Analisis Data Kualitatif. Jurnal Alhadharah UIN Antasari Banjarmasin, Banjarmasin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agnieszka Sobieszek. “*Anomaly of Rotor Dynamics in Ultra-Light Helicopter – Robinson R22*”, Journal of KONE Powertrain and Transport, Vol. 26, No. 4 2019 ISSN 1231-4005. 2019.
- [2] Kumara Sadana Putra, Ulin Ranicarfita Sari. Pemanfaatan Teknologi 3D *Printing* Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup, Sensitek 2018, Desain Manajemen Produk, UBAYA.
- [3] Elsayed, Abdurahman E, “*How Surface Roughness Performance of Printed Parts Manufactured by Dekstop FDM 3D Printer with PLA is influenced by Measuring Direction*”, Umm Al-Qura University, 2017.
- [4] Sobron Lubis, dkk (2016). “Pengaruh Orientasi Objek pada Proses 3D Printing Bahan Polymer PLA dan ABS terhadap kekuatan tarik dan Ketelitian Dimensi Produk”. SINERGI Vol. 20, No, 1, Februari 2016: 27-35,
- [5] Murathan Kalender, dkk. *Product Development by Additive Manufacturing*