



PENERAPAN AUGMENTED REALITY PADA PROCEDURE REMOVAL DAN INSTALLATION ENGINE PESAWAT CESSNA 152

Muh. Arafah Nurdin¹, Hendri Louis Latif², Fatmawati Sabur³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Makassar,

Jalan Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90241

Email : arfa.jhy@gmail.com, hendri.louis@poltekbangmakassar.ac.id, fatmawati.sabur@poltekbangmakassar.ac.id

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima, 26 Oktober 2023

Direvisi, 24 November 2023

Disetujui, 28 Desember 2023

Kata kunci:

Augmented Reality

Engine

Cessna 152

Perawatan Pesawat Udara

Media Pembelajaran

ABSTRAK

Pelaksanaan kegiatan perawatan pesawat udara, seorang teknisi pesawat harus memiliki kompetensi yang mumpuni dalam segi pengetahuan dan keterampilan. Penggunaan augmented reality dalam kegiatan praktikum bertujuan untuk mengkorelasikan kegiatan praktikum yang dituangkan dalam bentuk virtual pada aplikasi augmented reality. Dengan adanya teknologi *augmented reality* diharapkan dapat meningkatkan *knowledge* dan *skill* taruna yang dapat diterapkan saat praktik maupun di dunia kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah aplikasi *augmented reality* yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian waterfall. Produk yang dikembangkan berupa aplikasi prosedur *removal and installation engine* Cessna 152. Teknik analisis data yang digunakan yaitu menggunakan metode *blackbox testing* dan *usability testing*. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi *augmented reality* pada prosedur *removal and installation landing gear* Cessna 152. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesesuaian tombol pada aplikasi telah berjalan dengan baik. Selain itu berdasarkan pengujian kelayakan (*usability testing*), aplikasi ini dinyatakan "Sangat Layak" digunakan dengan nilai persentase yang diperoleh sebesar 97,7 %. Pada peningkatan hasil belajar diketahui mengalami peningkatan dari nilai rata-rata pre-test dan post test. Nilai rata-rata *pre-test* diperoleh 49,5 dan nilai rata-rata *post-test* diperoleh 87,0. Dari hasil itu membuktikan bahwa aplikasi ini dapat efektif meningkatkan hasil belajar Taruna.

ABSTRACT

Carrying out aircraft maintenance activities, an aircraft technician must have sufficient competence in terms of knowledge and skills. The use of augmented reality in practical activities aims to correlate practical activities expressed in virtual form in augmented reality applications. With augmented reality technology, it is hoped that it can increase cadets' knowledge and skills which can be applied during practice and in the world of work. This research aims to design an augmented reality application that can be used as a learning medium. The method used in this research is the waterfall research method. The product developed is an application for the Cessna 152 engine removal and installation procedure. The data analysis technique used is using black box testing and usability testing methods. This research produces an augmented reality application for the Cessna 152 landing gear removal and installation procedure. The research results show that it is suitable the buttons on the application have worked well. Apart from that, based on usability testing, this application was declared "Very Suitable" for use with a percentage value obtained of 97.7%. In improving learning outcomes, it is known that there has been an increase in the average score of the pre-test and post-test. The average pre-test score was 49.5 and the average post-test score was 87.0. These results prove that this application can effectively improve cadet learning outcomes.

Keywords :

Augmented Reality

Engine

Cessna 152

Aircraft Maintenance

Learning Media

Penulis yang sesuai:

Muh. Arafah Nurdin

Prodi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Makassar

Jalan Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90241

Surel : arfa.jhy@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perawatan pesawat merupakan salah satu kegiatan penting dalam menunjang keselamatan dunia penerbangan. Perawatan itu sendiri bertujuan untuk memastikan suatu pesawat udara dalam keadaan laik udara atau layak terbang dalam pengoperasiannya. Perawatan harus dilakukan dengan benar sesuai dengan buku petunjuk perawatan AMM (*Aircraft Maintenance Manual*) yang valid dan terkini dari masing-masing jenis pesawat serta dokumen-dokumen lain penunjang kegiatan perawatan pesawat udara, seperti dokumen IPC (*Illustrated Parts Catalog*), dokumen AD/SB (*Airworthiness Directive/Service Bulletin*), dan lain sebagainya. Perawatan merupakan bagian yang penting sesuai dengan standar keselamatan penerbangan dalam menyiapkan pesawat yang layak terbang yang meliputi pemeriksaan, penggantian, perbaikan kerusakan dan perwujudan dari perubahan atau perbaikan pesawat.

Dalam pelaksanaan kegiatan perawatan pesawat udara, seorang teknisi pesawat harus memiliki kompetensi yang mumpuni dalam segi pengetahuan (*knowledge*) dan keterampilan (*skill*) dalam membaca, memahami dan mengimplementasikan prosedur perawatan yang ada di dalam *maintenance manual* dan dokumen maupun aturan lainnya yang telah ditentukan. Hal tersebut harus diperhatikan, dipahami dan dilaksanakan dengan sungguh-sungguh oleh para teknisi pesawat agar pengerjaan perawatan pesawat udara dapat dilakukan dengan baik, benar, dan terhindar dari kesalahan prosedur kerja (*maintenance error*) sehingga tingkat risiko kecelakaan dan kerusakan komponen serta lingkungan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan, serta dapat memastikan performa pesawat dalam keadaan layak terbang atau tidak. Selain itu, ada beberapa bagian prosedur perawatan yang pelaksanaannya diperlukan kehati-hatian dan ketelitian lebih tinggi daripada prosedur perawatan di bagian lain (krusial), biasanya berhubungan dengan listrik, bahan kimia, tekanan tinggi, maupun hal-hal lain yang memiliki potensi bahaya tinggi. Hal ini termasuk ketika melaksanakan prosedur pelepasan dan pemasangan *engine* pada pesawat Cessna 152 di mana memiliki potensi bahaya yang besar.

Politeknik Penerbangan Makassar adalah salah satu unit pelaksana dibidang Pendidikan di bawah naungan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, terdapat beberapa program studi di dalam Politeknik Penerbangan Makassar, di antaranya adalah program studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara (TPPU), program studi ini melakukan pendidikan dan pelatihan kepada peserta Diklat yang disebut taruna dan taruni. Pendidikan dan pelatihan yang diberikan tentang bagaimana cara merawat dan memperbaiki pesawat udara, salah satu kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan adalah pembelajaran piston *engine*. Contohnya saja pada praktikum melepas dan memasang *engine* dari pesawat Cessna 152 yang terdapat di hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Pada kegiatan praktik program studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara telah memiliki fasilitas yang memadai saat melakukan praktikum, selain itu era globalisasi yang memaksa kita untuk turun tangan dan beradaptasi dengan perkembangan teknologi, hal ini dapat memunculkan ide untuk mengembangkan metode pembelajaran baru pada kurikulum teknologi perawatan pesawat terbang, khususnya pada bidang teknologi yang menggunakan teknologi. Saat ini yang sedang tren di dunia teknologi adalah menggunakan teknologi AR (*augmented reality*).

Penemuan teknologi informasi berupa *augmented reality* sudah ada sejak tahun 1957 – 1962 oleh seorang sinematografi bernama Morton Heilig (Nurus, 2020). *Augmented reality* merupakan sebuah teknologi yang dapat memproyeksikan benda maya pada model dua dimensi (2D) atau tiga dimensi (3D) ke dalam sebuah lingkungan nyata dan dalam waktu yang sebenarnya (*real-time*). Perkembangan teknologi yang semakin maju dapat mempengaruhi kehidupan manusia, salah satunya terhadap dunia penerbangan khususnya dibidang perawatan pesawat udara. Penggunaan *augmented reality* dalam kegiatan praktikum bertujuan untuk mengkorelasikan kegiatan praktikum yang dituangkan dalam bentuk virtual pada aplikasi *augmented reality*. Melalui aplikasi berbasis *augmented reality*, taruna dapat memahami bagaimana proses *install and removal engine* Cessna 152 dalam bentuk tiga dimensi secara virtual dan berinteraksi dengan objek virtual tersebut. *Augmented reality* memungkinkan taruna memahami secara visual dan interaktif bentuk sebenarnya dari *propeller* dan *engine* serta komponen lainnya. Sehingga *augmented reality* dapat dijadikan solusi sebagai media pembelajaran interaktif yang memberikan pengetahuan baru ke taruna/i untuk mengenalkan cara kerja *removal and installation engine* Cessna 152 di Politeknik Penerbangan Makassar.

Penggunaan *augmented reality* diharapkan menjadi alternatif yang dapat diambil saat ingin melaksanakan kegiatan praktik di hanggar dan dapat menarik perhatian taruna saat instruktur memberikan materi terhadap taruna, karena dengan *augmented reality* tersebut dapat menampilkan objek yang tidak ada menjadi ada, dan materi tidak dapat dipahami secara langsung jika bermodalkan buku ataupun gambarnya saja. Dengan adanya teknologi *augmented reality* diharapkan dapat meningkatkan *knowledge* dan *skill* taruna yang dapat diterapkan saat praktik maupun di dunia kerja.

2. METODE

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode *waterfall*. Metode *waterfall* berisi tahapan yang bersifat sistematis dan beruntun pada perangkat lunak yang dikembangkan (Pressman, 2015:42). Produk aplikasi yang dikembangkan berupa aplikasi *augmented reality* prosedur *remove and installation engine* Cessna

152. Menurut pandangan (Burhanudin, 2017), model *waterfall* dalam pada perkembangan perangkat lunak memiliki empat tahapan, yaitu:

- 1) Tahapan analisis, merupakan tahapan dalam mengumpulkan sebuah data berupa informasi yang berhubungan dengan tema penelitian. Hasil dari tahap analisis dijadikan pedoman untuk melanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu tahap desain.
- 2) Tahap desain, merupakan tahapan pembuatan konsep desain aplikasi yang dibuat yaitu Augmented Reality (AR) *removal* dan *installation* engine pesawat Cessna 152. Desain konsep aplikasi yang dibuat menggambarkan bagaimana aplikasi tersebut diaplikasikan dari awal hingga akhir. Hasil dari tahap desain dijadikan bahan untuk membuat aplikasi pada tahap implementasi.
- 3) Tahap implementasi, merupakan tahapan untuk menerjemahkan desain perangkat lunak menjadi kode program yang dapat dijalankan oleh komputer. Tahap implementasi meliputi pemrograman, pengujian unit dan integrasi. Hasil dari implementasi aplikasi tersebut adalah aplikasi yang sudah jadi dan siap diuji.
- 4) Tahap pengujian, merupakan tahapan untuk melakukan pengujian dari aplikasi tersebut sehingga diketahui kelayakan aplikasi tersebut.

2.1. Perancangan Aplikasi

Dalam merancang suatu aplikasi augmented reality yang didalamnya menampilkan objek 3D dari cara *removal* dan *installation engine* Cessna 152 diperlukan desain awal dari aplikasi tersebut yaitu *storyboard*. *Storyboard* ini menjelaskan serangkaian tahapan tahapan yang menggambarkan suatu urutan (alur cerita) elemen-elemen yang diusulkan pada aplikasi augmented reality ini. Berikut pada tabel 1 menunjukkan *storyboard* dari aplikasi augmented realiy pada prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152.

Tabel1.*Storyboard* Augmented Reality pada Prosedur *Removal* dan *Installation Engine* Cessna 152

No	Nama	Desain Tampilan Aplikasi	Deskripsi
1	Halaman Awal		Halaman Awal menampilkan judul dan 6 menu utama yakni menu <i>installation</i> , <i>Removal</i> , <i>About</i> , <i>Exit</i> , <i>Reference</i> , dan <i>Tutorial</i>
2	Halaman Installation		Halaman <i>Installation</i> menampilkan langkah-langkah <i>install engine</i> dalam bentuk animasi AR berdasarkan <i>Task Card</i> dan <i>Service Manual</i>
3	Halaman Removal		Halaman <i>Removal</i> menampilkan langkah-langkah <i>Remove engine</i> dalam bentuk animasi AR berdasarkan <i>Task Card</i> dan <i>Service Manual</i>

4	Halaman Reference	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Reference</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; background-color: #4a86e8; color: white;">AMM, Task Card, Service Manual</div>	Halaman <i>Reference</i> menampilkan beberapa <i>task card</i> , <i>service manual</i> dan AMM Cessna 152
5	Halaman Tutorial	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Halaman Tutorial</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; background-color: #4a86e8; color: white;">Langkah-langkah menggunakan Aplikasi</div>	Halaman Tutorial menampilkan tata cara penggunaan aplikasi

Pada tahapan membuat augmented reality ini, kombinasi *software* dibutuhkan agar rancangan ini dapat terealisasi. Berikut tahapan pembuatan augmented reality dengan beberapa *software* diantaranya yaitu :

1. Pembuatan objek 3D *engine* Cessna 152 dengan *software* blender mengacu pada *service manual* dan *maintenance manual* Cessna 152.
2. Pembuatan animasi dengan *software* blender, proses animasi bertujuan untuk menggerakkan 3D model, sehingga dapat menggambarkan setiap proses dari *removal* dan *installation engine* Cessna 152. Dalam pembuatan setiap animasi disusun dalam sebuah timeline yang berisi sekumpulan *frame* dan di dalam sekumpulan *frame* terdapat *keyframe*.
3. Pembuatan *marker* menggunakan *software* Vuforia. *Marker* digunakan sebagai memunculkan objek augmented reality pada saat aplikasi digunakan.
4. Pembuatan audio dengan menggunakan suatu *website speech of text*, yang kemudian di masukan pada aplikasi unity 3D. *Website speech of text* mampu mengubah teks menjadi audio Cara pembuatan audio yaitu dengan mengetik teks yang ingin dijadikan audio pada kolom *text*, kemudian pilih jenis suara yang diinginkan. Setelah itu klik *submit* maka akan memunculkan audio yang telah dibuat. Kemudian klik *download*.
5. Pembuatan Script C, Script merupakan pengimplementasian bahasa program C# yang digunakan untuk memindah *scene* pada aplikasi dan juga digunakan untuk mengaktifkan fungsi tombol pada aplikasi.
6. Setelah semua proses telah selesai dilakukan maka langkah selanjutnya yaitu proses *building* atau membangun aplikasi untuk android dengan format Apk.

2.2. Teknik Pengujian

1. *Black-box Testing*

Metode *black-box testing* adalah suatu langkah pengujian terhadap fungsional atau kegunaan suatu *software* aplikasi untuk menghindari kesalahan alur yang telah dibuat tanpa mengetahui struktur internal kode. Menurut Rosa dan Salahuddin (2015:275) *Blackbox testing* yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pada pengujian ini penulis sendiri yang melakukan pengujian pada aplikasi. Pengujian ini dilakukan dengan menguji fungsi dari *virtual button* dan pemindaian *marker* untuk menampilkan *augmentasi* 3D. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah perangkat lunak berfungsi dengan benar berupa pengecekan tombol-tombol, tampilan, animasi, dan *marker* apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan, semakin sedikit tombol yang tidak merespons berarti aplikasi akan semakin baik. *Black-box testing* menguji ke tampilan luar (*Interface*) dari suatu aplikasi agar mudah digunakan oleh pengguna. Pada pengujian ini akan diuji beberapa aspek pada aplikasi augmented reality berikut:

- a. Fungsional tombol pada aplikasi
- b. Performa
- c. Tampilan dan animasi
- d. *Marker*
- e. Struktur data atau akses database external

2. Usability Testing

Usability merupakan sebuah pengujian untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dibuat layak untuk digunakan atau tidak. Cara yang dapat digunakan untuk menilai kelayakan suatu aplikasi dapat menggunakan suatu kuesioner. Kuesioner yang penulis gunakan dalam melakukan *usability testing* merujuk kepada *USE Questioner* (Hanafi, 2019). Menurut (Hanafi, 2019), *USE Questioner* merupakan sebuah kuesioner untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap aplikasi yang dijalankan dengan aspek yang diuji berupa *usefulness* (tingkat kegunaan), *satisfaction* (tingkat kepuasan), *ease of use* (tingkat kemudahan penggunaan), dan *ease of learning* (tingkat kemudahan untuk dipelajari). Berikut adalah aspek yang digunakan pada kuesioner dalam menilai suatu aplikasi.

Tabel 2. Tabel USE Questioner

Aspek Pertanyaan	STS	TS	CS	S	SS
<i>Usefulness</i> (Tingkat Kegunaan)					
<i>Satisfaction</i> (Tingkat Kepuasan)					
<i>Ease of Use</i> (Tingkat Kemudahan Penggunaan)					
<i>Ease of Learning</i> (Tingkat Kemudahan untuk dipelajari)					

Aspek pertama yaitu mengenai kegunaan aplikasi (*usefulness*) aspek tersebut mendeskripsikan tentang kegunaan aplikasi, apakah dengan adanya aplikasi tersebut mampu membuat pekerjaan menjadi lebih mudah, lebih mengefisienkan waktu dalam melakukan praktikum ataupun dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Aspek kedua yaitu mengenai kemudahan penggunaan aplikasi (*ease of use*) mendeskripsikan tentang bagaimana kemudahan aplikasi tersebut digunakan. Aplikasi tersebut dikatakan mudah untuk digunakan apabila penggunaan aplikasi tersebut mudah dipahami, dapat fleksibel digunakan dimana dan kapan saja, tidak terjadi *error* pada aplikasi saat dioperasikan. Aspek ketiga yaitu mengenai kemudahan dalam belajar (*ease of learning*) mendeskripsikan bagaimana aplikasi tersebut memberi kemudahan saat digunakan pada pembelajaran. Aspek keempat mengenai kepuasan pengguna (*satisfaction*) yang menjelaskan kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi augmented reality. Kepuasan pengguna dapat dinilai dari beberapa aspek seperti kemudahan, kenyamanan, kepuasan pengguna pada fitur-fitur yang ada di aplikasi.

Pada *usability testing* untuk menentukan nilai kelayakan pada augmented reality ini digunakan skala likert atau skala 5 pilihan yang merupakan jenis skala yang digunakan untuk mengukur persepsi seseorang. Jawaban pada pengujian ini terbagi menjadi 5 pilihan jawaban dan masing-masing pilihan jawaban memiliki nilai yaitu seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Skala Likert

No	Simbol	Keterangan	Poin
1	SS	Sangat Setuju	5
2	S	Setuju	4
3	CS	Cukup Setuju	3
4	TS	Tidak Setuju	2
5	STS	Sangat Tidak Setuju	1

Responden yang menjadi subjek penelitian ini adalah Taruna. Kemudian, data yang sudah diperoleh dari hasil kuesioner selanjutnya diolah dengan menggunakan rumus yaitu

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\sum \text{nilai yang diperoleh}}{\sum \text{total nilai}} \times 100\%$$

Hasil yang didapat berupa sebuah persentase yang kemudian dikonversikan ke dalam sebuah pernyataan predikat seperti pada tabel.

Tabel 4. Skala Persentase Kelayakan

Persentase Nilai	Keterangan
100-80%	Sangat Layak
80-60%	Layak
60-40%	Netral
40-20%	Tidak Layak
20-0%	Sangat Tidak Layak

2.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif merupakan sebuah analisis pengolahan data secara yang bertujuan mengubah sekumpulan data mentah menjadi bentuk informasi yang ringkas (Adinugraha, 2018). Analisa data yang digunakan dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan bilangan atau berbentuk angka-angka data yang telah terkumpul yang dibentuk pada hasil akhir tabel ataupun grafik kemudian penafsiran terhadap hasil data serta menampilkan hasil olahan.

Pada penelitian ini analisis data yang digunakan merupakan hasil dari kuesioner mengenai kelayakan aplikasi augmented reality pada prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 dan kemampuan pengetahuan taruna sebelum dan sesudah menggunakan media berbasis augmented pada prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 yakni dari hasil belajar dari *pre-test* dan *post-test*. Analisis hasil ini dilakukan untuk mengetahui seberapa layak augmented reality digunakan untuk prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 dan mengetahui apakah terjadi peningkatan hasil belajar kemampuan pengetahuan taruna melalui media pembelajaran prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 berbasis augmented reality.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Aplikasi Augmented Reality Pada Prosedur Removal dan Installation Engine Cessna 152

Setelah dilakukan proses pembuatan aplikasi augmented reality untuk prosedur *removal* and *installation engine* Cessna 152, selanjutnya akan dilakukan uji coba rancangan dengan dua metode pengujian yaitu dengan metode *blackbox testing* dan *usability testing*.

1. Black-box Testing

Pada tahap ini akan menguji fungsionalitas dari fitur-fitur yang disediakan di aplikasi. Aspek yang akan diujikan pada *black-box testing* seperti pemasangan aplikasi, tombol-tombol, fitur-fitur, tampilan animasi yang ada di aplikasi. Pada tabel 5 ditampilkan hasil dari pengujian fungsionalitas aplikasi.

Tabel 5. Hasil Pengujian Black-box Testing

No	Komponen Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	<i>Instal</i> Aplikasi	Aplikasi dapat terinstal atau terpasang pada smartphone android dengan baik	Berhasil
2	Memproses aplikasi yang terpasang	Berjalan dan aplikasi dapat terbuka dengan baik	Berhasil
3	<i>Splash screen</i>	Menampilkan tampilan gambaran awal aplikasi	Berhasil
4	Menu Utama	Menampilkan tampilan menu utama	Berhasil
5	Tombol <i>Installation</i>	Menampilkan Menu <i>Installation</i>	Berhasil
6	Tombol <i>Removal</i>	Menampilkan Menu <i>Removal</i>	Berhasil
7	Tombol step-step pada menu <i>Removal</i> dan <i>Installation</i>	Menampilkan animasi sesuai step-stepnya	Berhasil

8	Tombol <i>About</i>	Menampilkan <i>scene</i> about yang berisi informasi tentang aplikasi	Berhasil
9	Tombol <i>Exit</i>	Keluar dari aplikasi	Berhasil
10	Tombol <i>Tutorial</i>	Menampilkan <i>scene</i> panduan penggunaan aplikasi <i>Engineer AR</i>	Berhasil
11	Tombol <i>Reference</i>	Menampilkan <i>scene taskcard</i>	Berhasil
12	Deteksi <i>marker</i> pada fitur <i>Installation</i>	Menampilkan objek 3D dari <i>engine Cessna 152</i>	Berhasil
13	Deteksi <i>marker</i> pada fitur <i>Removal</i>	Menampilkan objek 3D dari <i>engine Cessna 152</i>	Berhasil

Berdasarkan tabel hasil pengujian dapat diketahui bahwa secara keseluruhan aplikasi dapat bekerja dan berfungsi sesuai harapan yaitu dengan ditunjukkan pada hasil pengujian aplikasi bahwa aplikasi berhasil berfungsi dari semua komponen pengujian dari tombol maupun tampilan animasi dari awal hingga akhir aplikasi.

2. *Usability Testing*

Aplikasi *Augmented Reality removal* dan *installation engine Cessna 152* kemudian diimplementasikan kepada taruna Teknik Pesawat Udara. Selanjutnya, tiap pengguna mengisi instrument kuesioner yang disediakan. Kueisoner tersebut berisi sebanyak empat aspek yaitu *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning* dan *satisfaction*. Hasil dari respoenden kueisoner tersebut tersaji pada gambar 1 sebagai berikut.

Aspek	Responden															Jumlah	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Usefulness	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	73	2933
	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74	
	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	74	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	
	5	5	5	5	5	3	4	4	5	5	5	5	4	5	5	70	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	73	
	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	71	
	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	71	
	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	72	
	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	73	
Ease Of Use	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	
	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	71		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	72		
	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	72		
	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	5	69	
	4	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	4	5	5	70	
	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	72	
Ease Of Learning	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	73		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	73		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
	Satisfaction	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74	
4		5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	73		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
4		5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	73		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74		
4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74		

Gambar 1. Hasil Kuesioner *Usability Testing*

Hasil pengolahan pada penilaian hasil kuisisoner digunakan untuk mengetahui persentase kelayakan dari aplikasi tersebut. Dari jumlah penilaian kuisisoner tersebut diperoleh nilai sebanyak 2933 dari total total keseluruhan nilai yaitu 3000. Persentase kelayakan aplikasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kelayakan} &= \frac{\Sigma \text{nilai yang diperoleh}}{\Sigma \text{total nilai}} \times 100\% \\ &= \frac{2933}{3000} \times 100\% \\ &= 0,977 \times 100\% \\ &= 97,7\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan persentase kelayakan dapat disimpulkan bahwa penilaian dari pengguna pada aplikasi Augmented Reality *removal* dan *installation engine* Cessna 152 dikategorikan “Sangat Layak” dengan persentase kelayakan sebesar 97,7%. Hal itu membuktikan penilaian responden menyatakan sangat setuju terhadap kelayakan dari aplikasi Augmented Reality *removal* dan *installation engine* Cessna 152, baik itu dari segi kegunaan aplikasi, kemudahan penggunaan aplikasi, kemudahan dalam belajar, dan kepuasan pengguna setelah memakai aplikasi *Engineer AR*.

3.2. Peningkatan Hasil Belajar

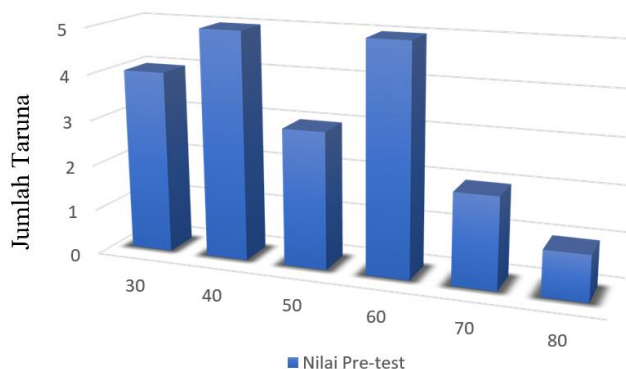
Penilaian peningkatan hasil belajar dilakukan dengan melakukan *pre-test* dan *post-test* Taruna/I muda remaja Program Studi TPPU Politeknik Penerbangan Makassar yang dipilih secara acak. Berdasarkan nilai dari hasil *pre-test* dan *post-test* 20 Taruna/I program studi TPPU diketahui hasil nilai *pre-test* dan *post-test* pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Nilai *Pre-Test*

No	Responden	Hasil Pre-Test
1	Responden 1	60
2	Responden 2	60
3	Responden 3	30
4	Responden 4	60
5	Responden 5	60
6	Responden 6	50
7	Responden 7	40
8	Responden 8	30
9	Responden 9	30
10	Responden 10	40
11	Responden 11	30
12	Responden 12	80
13	Responden 13	70
14	Responden 14	40
15	Responden 15	70

16	Responden 16	50
17	Responden 17	40
18	Responden 18	40
19	Responden 19	60
20	Responden 20	50
Total		990
Rata-Rata		49,5

Bedasarkan tabel diatas dapat diketahui perolehan nilai maksimal *pre-test* dari 20 orang responden yaitu dengan nilai 80. Sedangkan nilai minimum yang diperoleh yaitu dengan nilai 30. Nilai rata-rata dari *pre-test* diperoleh dengan perhitungan keseluruhan nilai yang dibagi dengan jumlah frekuensi yang ada. Nilai rata-rata yang diperoleh dapat mendeksripsikan sebaran data pre test. Nilai rata-rata yang diperoleh pada *pre-test* ini adalah 49,5.



Gambar 2. Diagram Hasil Nilai Pre-Test

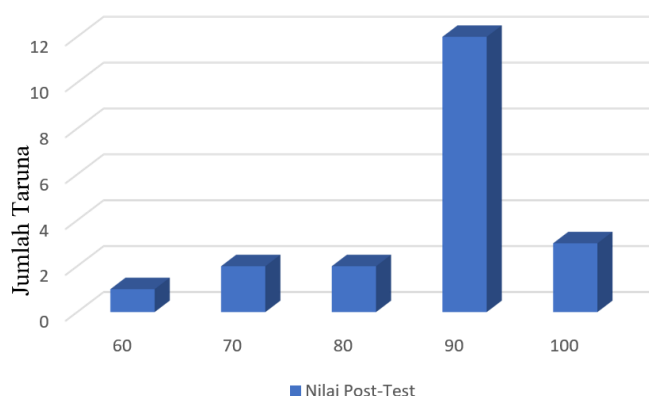
Bedasarkan gambar diatas, terdapat lima taruna yang memperoleh nilai 40 dan 60, empat taruna memperoleh nilai 30, tiga taruna memperoleh nilai 50, dua taruna memperoleh nilai 70 dan ada satu taruna yang memperoleh nilai 80. Bedasarkan nilai *pre-test* yang jumlah respondennya itu sebanyak 20 taruna mempunyai nilai maksimal sebesar 80 dan nilai minimum sebesar 30 dengan nilai rata-rata sebesar 49,5. Selanjutnya akan dilakukan penjelasan materi pembelajaran dengan AR kepada 20 taruna yang telah melaksanakan *pre-test*, Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai *post-test* setelah dilakukan penjelasan materi pembelajaran. Perolehan nilai *post-test* pada tiap responden sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Nilai Post-Test

No	Responden	Hasil Post-Test
1	Responden 1	90
2	Responden 2	90
3	Responden 3	90
4	Responden 4	80
5	Responden 5	100
6	Responden 6	80

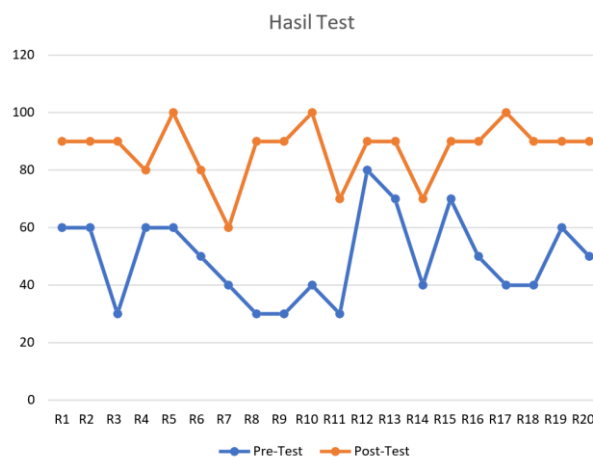
7	Responden 7	60
8	Responden 8	90
9	Responden 9	90
10	Responden 10	100
11	Responden 11	70
12	Responden 12	90
13	Responden 13	90
14	Responden 14	70
15	Responden 15	90
16	Responden 16	90
17	Responden 17	100
18	Responden 18	90
19	Responden 19	90
20	Responden 20	90
Total		1740
Rata-Rata		87

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui perolehan nilai maksimal *post-test* dari 20 orang responden yaitu dengan nilai 100. Sedangkan nilai minimum yang diperoleh yaitu dengan nilai 60. Nilai rata-rata dari pre-test diperoleh dengan perhitungan keseluruhan nilai yang dibagi dengan jumlah frekuensi yang ada. Nilai rata-rata yang diperoleh dapat mendeksripsikan sebaran data *post-test*. Nilai rata-rata yang diperoleh pada *post-test* ini adalah 87.



Gambar 3. Diagram Hasil Nilai Post Test

Berdasarkan gambar diatas, sebanyak satu taruna yang mendapatkan nilai 60, dua taruna mendapatkan nilai 70, dua taruna mendapatkan nilai 80, 12 taruna mendapatkan nilai 90 dan hanya ada tiga taruna yang mendapatkan nilai 100. Dari nilai post-test, modus dari hasil ini yaitu taruna mendapatkan nilai 90 dan hanya ada lima taruna yang mempunyai nilai di bawah rata-rata di 87, berbeda dengan hasil uji *pre-test* mayoritas taruna mendapatkan nilai di bawah 80.



Gambar 4. Grafik Nilai Hasil Test

Berdasarkan gambar diatas , *trend* naik ditunjukkan pada hasil *post-test* dibandingkan nilai *pre-test* dan tidak terjadi simpangan antara garis *pre-test* dan garis *post-test*. Peningkatan nilai yang tinggi ditunjukkan oleh responden 8 dan responden 9 yang awalnya hanya mendapatkan nilai 30 meningkat menjadi 90 dan R10 yang awalnya hanya mendapat nilai 40 meningkat menjadi 100. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai yang signifikan pada semua taruna setelah menggunakan aplikasi *Engineer AR*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi augmented reality pada prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 ini layak untuk diterapkan sebagai media pembelajaran. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian *blackbox testing* (fungsionalitas), aplikasi tersebut dinyatakan layak karena fungsi keseluruhan dari aplikasi berjalan dengan baik. Selain itu berdasarkan pengujian kelayakan dengan *usability testing*, aplikasi ini dinyatakan “Sangat Layak” digunakan dengan persentase nilai yang diperoleh sebesar 97,7 %. Selanjutnya dalam hasil belajar diketahui bahwa taruna setelah menggunakan aplikasi augmented reality untuk simulasi prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152 dapat meningkatkan hasil belajar taruna/i serta pemahaman dalam dasar-dasar dari prosedur *removal* dan *installation engine* Cessna 152, hal ini dibuktikan dengan hasil nilai *pre-test* sebelum menggunakan aplikasi augmented reality diperoleh rata-rata nilai taruna/i sebesar 49,5 dan nilai *post-test* setelah menggunakan aplikasi augmented reality diperoleh nilai rata-rata sebesar 87,0.

REFERENSI

- [1] Affandi, M., Chamalah, E., Wardani, O. P. (2013). Model dan Metode Pembelajaran di Sekolah. Semarang: Unissula Press.
- [2] Alwano, E. J. (2021). Rancangan Augmented Reality Pada Proses Dynamic Propeller Balancing Menggunakan Aces Analyzer 2020 di Pt Ani. Curug. Indonesia.
- [3] Basith, A. (2021). Rancangan Prosedur Inspeksi Oil Cooler Blower 206-061-432- 111 Helikopter Bell 206 BIII Berbasis Augmented Reality di Politeknik Penerbangan Indonesia. Curug. Indonesia.
- [4] Burhanudin, A. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Dasar Eelektronika Di SMK HAMONG PUTERA 2 PAKEM. Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, 7, 266-274.
- [5] Civil Aviation Safety Regulation (CASR) part 43 tentang Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding and Alteration.
- [6] Craig, A. B. (2013). What Is Augmented Reality? Understanding Augmented Reality, 1–37. <https://doi.org/10.1016/b978-0-240-82408-6.00001-1>
- [7] Docobot. (2018). Augmented Reality, menggabungkan dunia virtual dan dunia nyata. <https://blog.docotel.com/augmented-reality-menggabungkan-dunia-virtual-dan-dunia-nyata/>
- [8] FAA. (2018). Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant Volume 1. Washington DC. Amerika Serikat: Author.
- [9] Flavell, L. (2010). Beginning Blender : Open Source 3D Modeling, Animation, and Game Design. Apress.
- [10] Filali, Y. El, & Salah-ddine, K. (2019). Augmented reality types and popular use cases. April.
- [11] Gitleman, L. (2014). Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents, 8–18. Durham. Amerika Serikat.
- [12] Hanafi. (2017). Konsep Penelitian R&D Dalam Bidang Pendidikan. Saintifika Islamica: Jurnal Kajian Keislaman, Vol. 4, No. 2, Hal. 129-150.
- [13] Herdian, C. A. (2020). Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer. 1(2), 60–64. <https://doi.org/10.31219/osf.io/79fy2>
- [14] Lyu, M. R. (2012). Digital Interactive Game Interface Table Apps for Ipad.
- [15] Hongkong: The Chinese Univesity of Hongkong.

-
- [16] Muzaky, A. (2021). Rancangan Prosedur Corrosion And Mechanical Damage Inspection Pada Main Rotor Yoke Helikopter Bell 206 Berbasis Augmented Reality di Politeknik Penerbangan Indonesia. Curug, Indonesia.
- [17] Nurnajmi. (2015). Aplikasi Augmented Reality Dengan Metode Marker Based tracking Untuk Memvisualisasikan Gedung-Gedung Pada Kampus di Universitas Islam. *Augmented Reality Application Development*, 59.
- [18] Nurus. (2020, March 14). Sejarah Augmented Reality. Retrieved from Cyber Media: <https://cymed.id/sejarah-augmented-reality/>
- [19] Putri, N. E. (2017). Sistem Informasi Pengolahan Data Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) Terpadu Amalia Syukra Padang. *Edik Informatika*, 2(2), 203–212. <https://doi.org/10.22202/ei.2016.v2i2.1464>
- [20] Pressman. 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi Buku I*. Yogyakarta: Andi.
- [21] Restika, A. P. (2021). Implementasi Augmented Reality Dan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Komponen Total Station. Makassar. Indonesia.
- [22] Rinanda, W. R. (2021). Rancangan Prosedur Assembly Freewheel Part Number 206-961-032 Pada Helikopter Bell 206b-Iii Berbasis Augmented Reality Di Politeknik Penerbangan Indonesia. Curug, Indonesia.
- [23] Sanaba, M. A. A. (2021). Pengembangan Praktikum Replacement Of Fuel Injection System Pada Engine TSIO-360 Berbasis Augmented Reality. Curug, Indonesia.
- [24] Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- [25] Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [26] Textron Aviation Inc. (2020). *Maintenance Manual Model 172 Series 1996 & On Revision 23*. Kansas, USA: Author.