

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

Berdasarkan prosedur pengembangan dengan model pengembangan perangkat lunak, *Linear sequential model* atau model *Waterfall*. Model *Waterfall* terdiri dari empat tahapan, yaitu tahap analisis, desain, pengodean dan pengujian. Hasil yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini adalah media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* pada mata pelajaran gambar teknik. Berikut prosedur penelitian yang telah dideskripsikan sebagai berikut:

1. Analisis

a. Analisis Permasalahan

Analisis permasalahan dilakukan untuk menetapkan permasalahan yang akan dihadapi. Pada tahap ini didapat permasalahan yang ditemui siswa dalam proses pembelajaran dari hasil observasi di SMK Negeri 1 Seyegan. Berikut data yang diperoleh dalam analisis permasalahan yang ditemui:

- 1) Saat pembelajaran berlangsung, banyak siswa malah menggunakan *smartphone*. Penggunaannya sendiri lebih pada kegiatan hiburan seperti bermain *game*, *streaming* dan kegiatan yang tidak berhubungan dengan pelajaran pada saat KBM berlangsung
- 2) Media pembelajaran untuk mata pelajaran Gambar Teknik pada Kompetensi Keahlian Konstruksi Gedung, Sanitasi dan Perawatan (KGSP) di SMK N 1 Seyegan belum bervariasi dan masih minim.

- 3) Proses pembelajaran masih menggunakan media pembelajaran konvensional seperti papan tulis. Guru menerangkan materi pengenalan gambar teknik dan siswa duduk mendengarkan dan mencatat.
- 4) Media konvensional dan metode ceramah menjadi pilihan guru dalam mengajar.

b. Analisis Mata Pelajaran Proyeksi Orthogonal

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui materi apa yang akan digunakan dalam pengembangan media. Berdasarkan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi pada mata pelajaran gambar teknik proyeksi orthogonal (2D) maka materi-materi pokok media pembelajaran telah dipilih oleh peneliti. Kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi ditunjukkan pada tabel 21.

Tabel 1. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi Mata Pelajaran Gambar teknik Proyeksi Orthogonal (2D)

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.6 Menerapkan persyaratan gambar proyeksi orthogonal (2D)	3.6.1. Menjelaskan macam-macam atau jenis gambar proyeksi. 3.6.2. Menjelaskan pengertian dari gambar proyeksi orthogonal (2D). 3.6.3. Menjelaskan cara penyajian gambar proyeksi orthogonal (2D).

Berdasarkan pada tabel di atas, maka dirumuskan materi yang akan digunakan dalam media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* sebagai berikut:

- 1) Definisi proyeksi dan Jenis-Jenis Proyeksi dan contoh penerapan.
- 2) Pengertian, karakteristik dan contoh penerapan Proyeksi Eropa.
- 3) Pengertian, karakteristik dan contoh penerapan Proyeksi Amerika.

c. Analisis Kebutuhan Fungsional Media

Tahapan ini untuk menganalisis *software* dan *hardware* yang dibutuhkan untuk menunjang perancangan media pembelajaran ini. *software* yang dibutuhkan antara lain:

- 1) Unity 3D, *software* yang digunakan untuk mengembangkan atau merancang *augmented reality* untuk pembelajaran gambar teknik.
- 2) Corel Draw X8, digunakan untuk mendesain *background* dan tombol yang ada dalam media.
- 3) Adobe Photoshop CS6, merupakan *software* yang digunakan untuk mengedit gambar dan icon yang ada di dalam media.

Tabel 2. Spesifikasi Minimum *Hardware* Aplikasi *Unity 3D*

No.	Sistem Operasi	Versi/Spesifikasi
1.	Dekstop (<i>Operating System</i>)	Windows: 7 SP1+, 8, 10, 64-bit MacOS: 10.12+ Linux: Ubuntu 16.04, 18.04
2.	CPU	SSE2 introduction set support
3.	Graphic	DX10 (shader model 4.0)

Sedangkan untuk *hardware smartphone* untuk menjalankan aplikasi media pembelajaran gambar teknik dengan *augmented reality* ini spesifikasi minimum yang dibutuhkan sebagai berikut.

Tabel 3. Spesifikasi Minimum *Smartphone*

No.	Sistem Operasi	Versi/Spesifikasi
1.	<i>Operating System</i>	<i>Android v4.1 (Jelly Bean)</i>
2.	<i>Memory (RAM)</i>	768 MB
3.	Kamera	5 MP

2. Desain

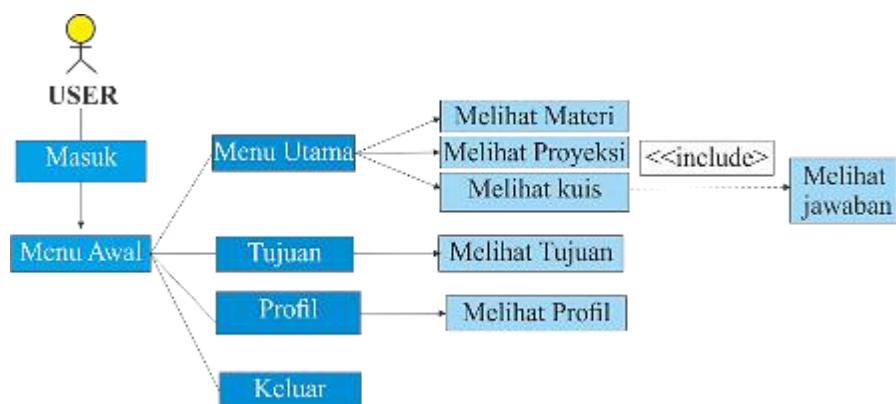
Perancangan pada pengembangan pembelajaran media ini meliputi *Unified Modeling Language* (UML), perancangan antarmuka, dan perancangan *marker*. Tahap perancangan merupakan tahap yang dilakukan untuk merancang desain sistem media pembelajaran yang akan dikembangkan beserta tahap-tahap perancangan.

a. Perancangan *Unified Modeling Language* (UML)

Pada perancangan *Unified Modelling Language* peneliti hanya menggunakan tiga perancangan antara lain: (1) perancangan *use case diagram*, (2) perancangan *activity diagram*, (3) perancangan *class diagram* dan (4) perancangan *sequence diagram*. Berikut penjelasan sebagai berikut:

1) Perancangan *Use Case Diagram*

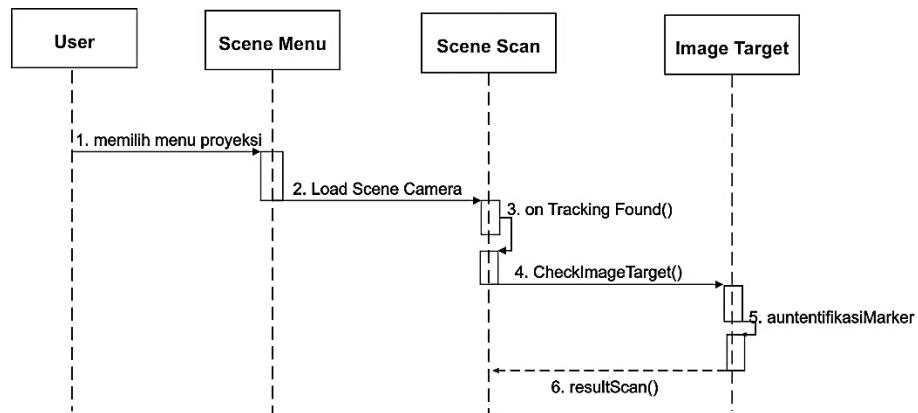
Use Case merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behaviour*) sistem yang akan dibuat. Perancangan *use-case diagram* ini dengan memberikan sebuah narasi dengan bentuk diagram sehingga nantinya berfungsi untuk mendeskripsikan interaksi antara pengguna dengan sistem. Pengguna masuk ke aplikasi kemudian muncul tampilan menu awal.



Gambar 1. *Use Case Diagram* Aplikasi

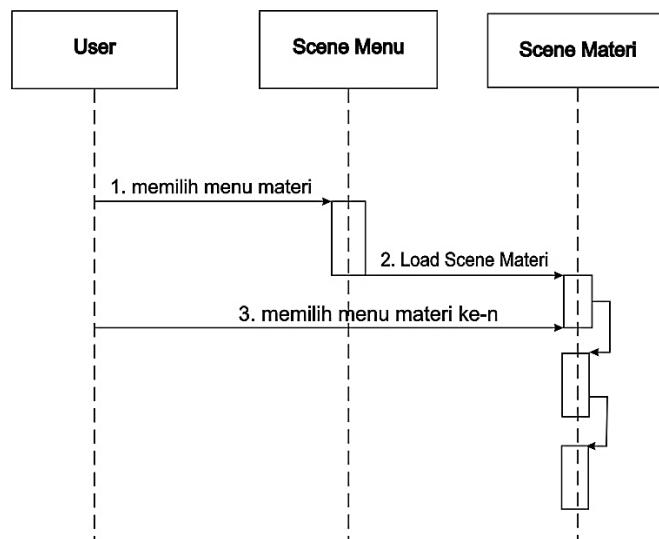
2) Perancangan *Sequence Diagram*

Squence diagram adalah diagram yang menggambarkan alur sistem pada setiap fungsionalitas untuk menggambarkan interaksi antar objek antar *use-case* dengan mendeskripsikan objek yang sedang berjalan kemudian pesan yang akan dikirimkan antara objek yang saling terkait.



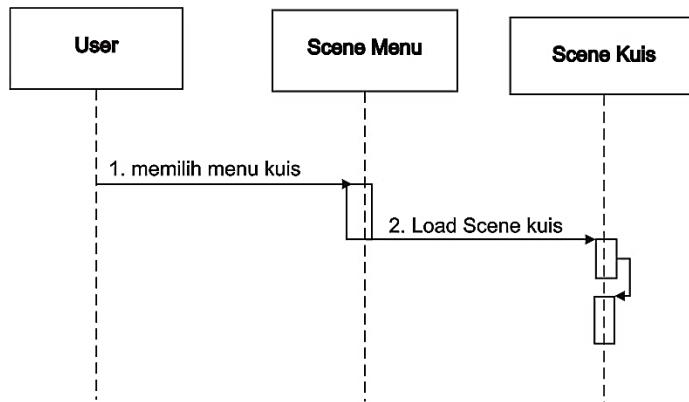
Gambar 2. *Squence Diagram* Menu Proyeksi

Sequence diagram yang menampilkan menu proyeksi. *Sequence diagram* berfungsi untuk menampilkan proses kerja menampilkan menu proyeksi.



Gambar 3. *Sequence Diagram* Menu Materi

Sequence diagram yang menampilkan menu materi. *Sequence diagram* berfungsi untuk menampilkan proses kerja menampilkan menu materi.

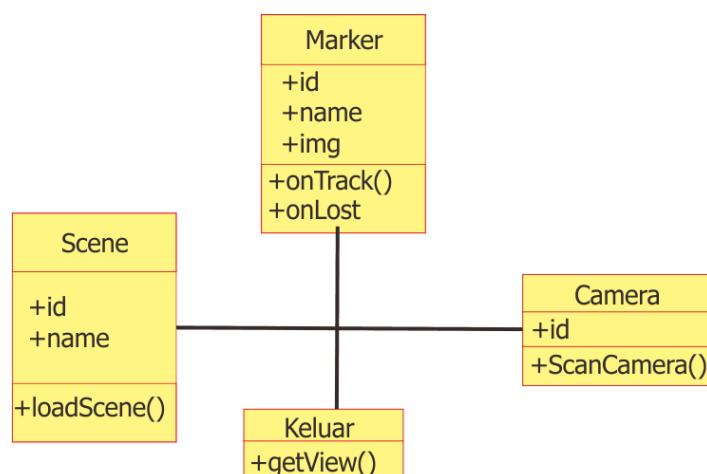


Gambar 4. Sequence Diagram Menu Kuis

Sequence diagram yang menampilkan menu kuis. *Sequence diagram* berfungsi untuk menampilkan proses kerja menampilkan menu kuis.

3) Perancangan *Class Diagram*

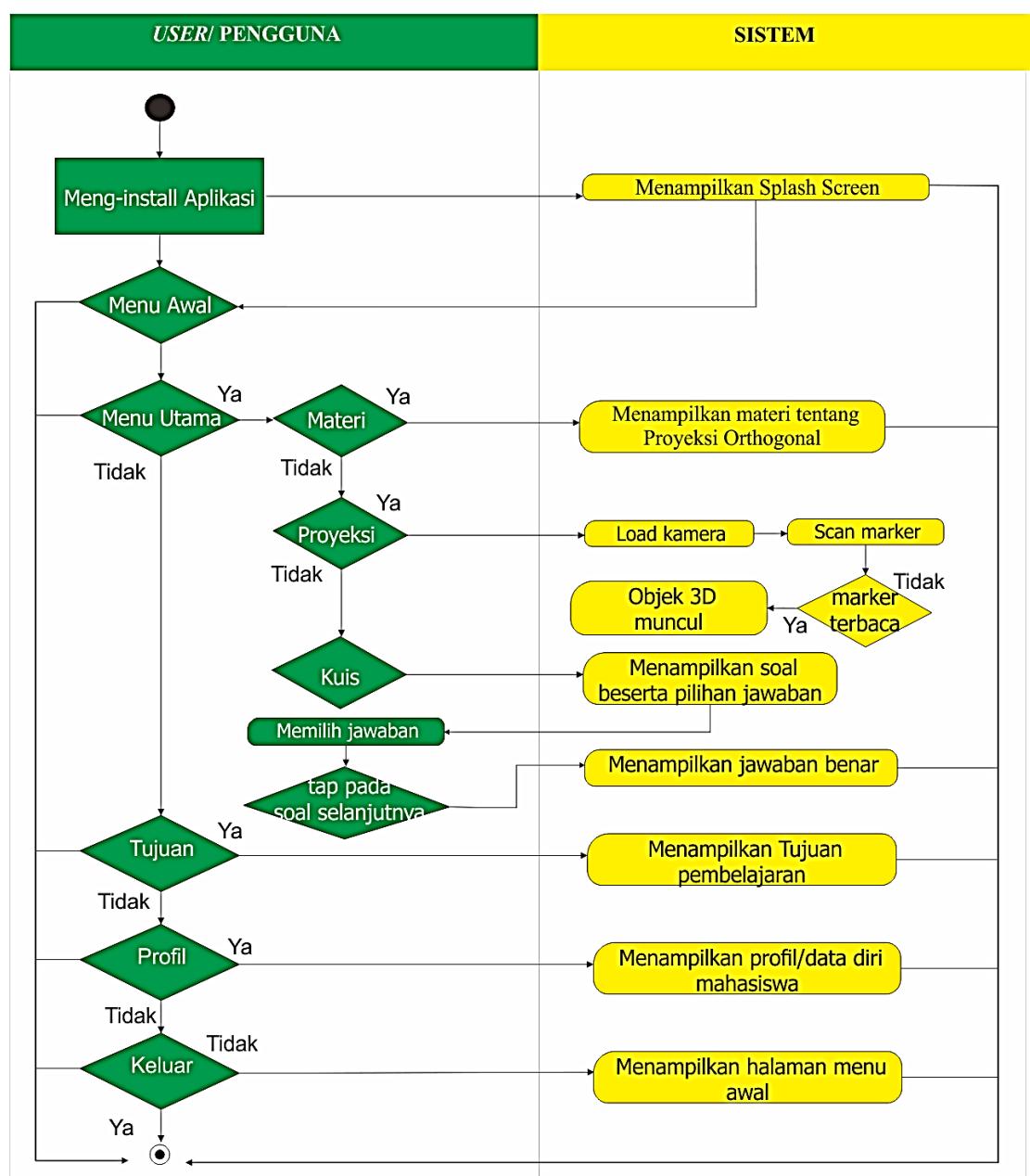
Perancangan *class diagram* ini berfungsi untuk menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Desain *class diagram* dari media pembelajaran ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. *Class Diagram* Menu Proyeksi

4) Perancangan *Activity Diagram*

Perancangan *activity diagram* berfungsi sebagai menggambarkan sebuah alur proses program secara keseluruhan dari perancangan awal atau proses penginstallan aplikasi hingga aplikasi ditutup.

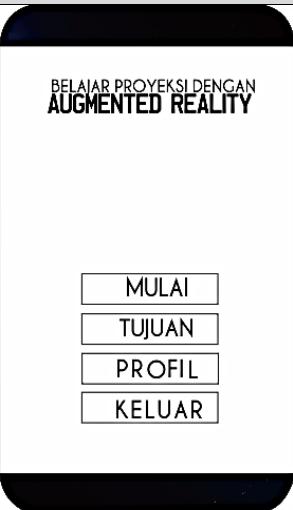


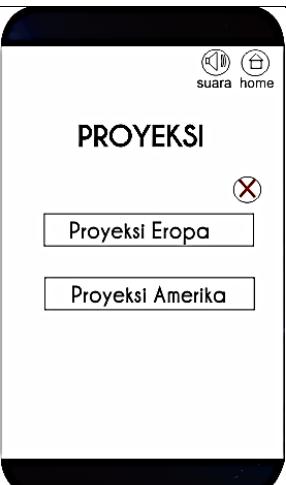
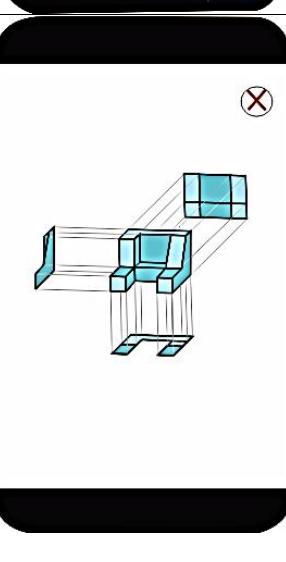
Gambar 6. *Activity Diagram* Aplikasi

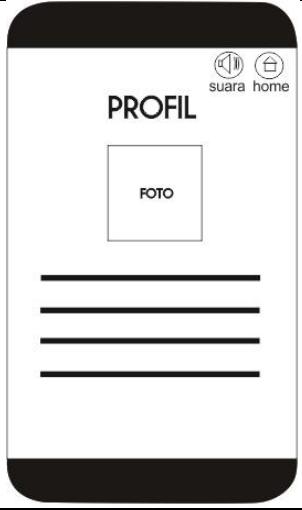
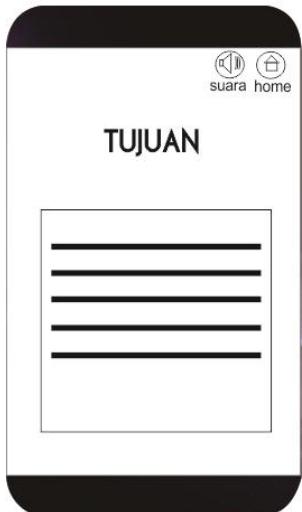
b. Desain antarmuka (*user interface*)

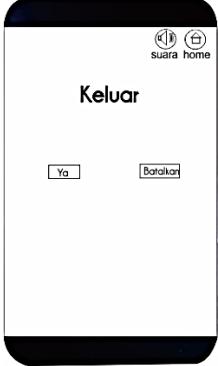
Perancangan desain antarmuka atau *user interface* adalah tahap pembuatan desain tampilan utama dalam pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality*. Desain antarmuka dijelaskan dalam bentuk *storyboard*. Dalam *storyboard* terdapat desain *scene* aplikasi dan konten materi informasi yang ditampilkan.

Tabel 4. Desain Antarmuka Aplikasi Pembelajaran Gambar Teknik

No	Nama	Desain	Keterangan
1	Menu Awal		Halaman awal aplikasi yang menampilkan: - Judul Aplikasi - Menu Utama - Menu Penunjang
2	Menu Utama		Halaman Menu utama aplikasi yang menampilkan: - Menu Materi - Menu Proyeksi - Menu Kuis - Tombol Suara (menghidupkan/mematikan musik) - Tombol Home (kembali ke halaman awal)

3	Menu Materi		<p>Halaman Menu Materi yang menampilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sub Menu Mengenal Proyeksi - Sub Menu Proyeksi Eropa - Sub Menu Proyeksi Amerika - Tombol Suara (menghidupkan/mematikan musik) - Tombol Home (kembali ke halaman awal)
4	Menu Proyeksi		<p>Halaman Menu proyeksi yang menampilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sub Menu Proyeksi Eropa - Sub Menu Proyeksi Amerika - Tombol Suara (menghidupkan/mematikan musik) - Tombol Home (kembali ke halaman awal)
5	AR Proyeksi		<p>Halaman Sub Menu proyeksi yang menampilkan <i>augmented reality</i> objek tiga dimensi beserta proyeksinya.</p>

6	Menu Kuis		<p>Halaman Menu kuis yang menampilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soal-soal - Pilihan Jawaban - Tombol Suara (menghidupkan/mematiakan musik) - Tombol Home (kembali ke halaman awal)
7	Menu Profil		<p>Halaman Menu Profil yang menampilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foto - Identitas mahasiswa
8	Menu Tujuan		<p>Halaman Menu Tujuan yang menampilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tujuan pembelajaran yang ingin dicapai setelah mencoba aplikasi ini. - Tombol Suara (menghidupkan/mematiakan musik) - Tombol Home (kembali ke halaman awal)

9	Menu Konfirmasi Keluar		Halaman Menu Konfirmasi keluar yang menampilkan: - Tombol ya (jika ingin keluar aplikasi) - Batalkan (jika ingin kembali ke aplikasi)
---	------------------------	---	---

c. Perancangan maker

Pada perancangan *marker* di aplikasi pembelajaran dengan *augmented reality* terdapat 3 objek untuk Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika.



Gambar 7. Desain *Marker* Proyeksi Eropa



Gambar 8. Desain *Marker* Proyeksi Amerika

3. Pengodean

Pada pengodean, rancangan desain media direalisasikan sebagai serangkaian program *android*. Hasil dari tahap ini terdiri atas implementasi layout desain antarmuka (*user interface*) aplikasi dari *use case diagram*, *activity diagram*, *class diagram* dan *sequence diagram*.

a. Realisasi Desain antarmuka (*user interface*)

1) Halaman Menu Awal

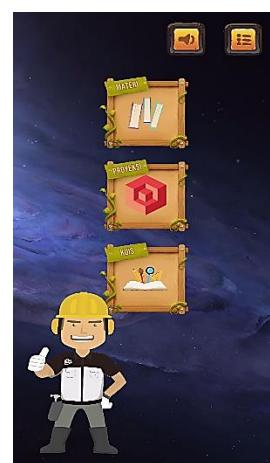
Halaman menu awal terdapat tombol-tombol untuk mengakses menu di media. Menu media tersebut terdiri dari menu utama (mulai), menu tujuan, menu profil, dan menu keluar.



Gambar 9. Tampilan Halaman Awal Aplikasi

2) Halaman Menu Utama

Halaman menu awal terdapat tombol-tombol untuk mengakses menu di menu utama. Menu utama tersebut terdiri dari menu materi, menu proyeksi dan menu kuis.

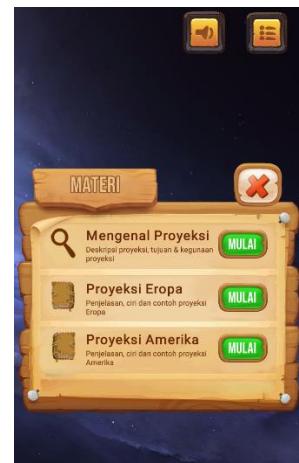


Gambar 10. Tampilan Menu Utama Aplikasi

3) Halaman Menu Materi

Pada halaman menu materi terdapat ringkasan materi terkait proyeksi.

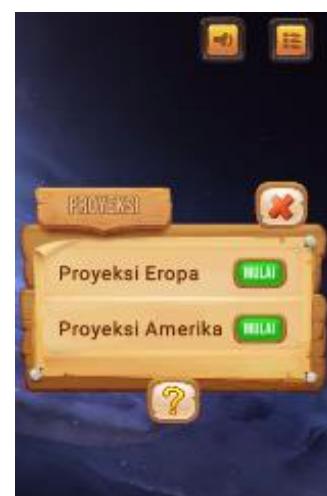
Sub menu materi terdiri dari Pengenalan Proyeksi, Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika.



Gambar 11. Tampilan Menu Materi

4) Halaman Menu Proyeksi

Pada halaman menu proyeksi terdapat contoh proyeksi dengan *augmented reality*. Sub menu proyeksi terdiri dari Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika.



Gambar 12. Tampilan Menu Proyeksi

5) Halaman Menu Kuis

Pada halaman menu kuis terdapat soal beserta jawabannya terkait dengan proyeksi.



Gambar 13. Tampilan Menu Kuis

6) Halaman Menu Profil

Pada halaman menu profil terdapat informasi mahasiswa selaku pengembang media pembelajaran berbasis aplikasi dengan *augmented reality*.



Gambar 14. Tampilan Menu Profil

7) Halaman Menu Tujuan

Pada halaman menu tujuan terdapat tujuan pembelajaran yang ingin dicapai setelah pengguna menggunakan aplikasi pembelajaran ini.



Gambar 15. Tampilan Menu Tujuan

8) Halaman Menu Keluar

Pada halaman menu keluar terdapat konfirmasi pilahan keluar. Pilihan tersebut antara "ya" dan "tidak".



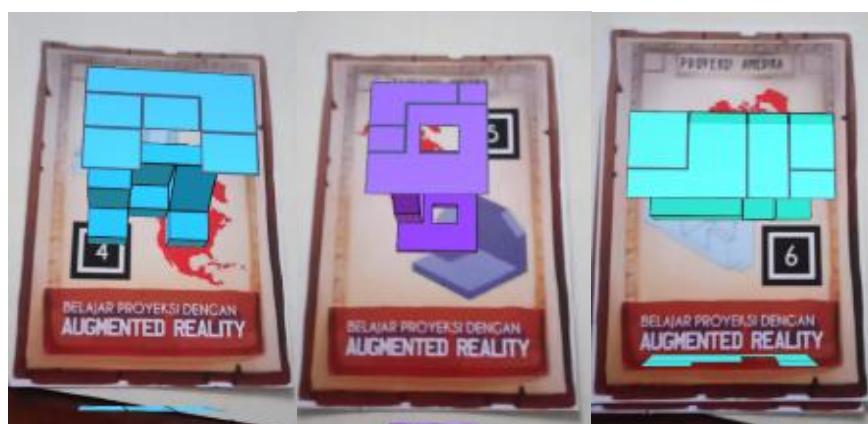
Gambar 16. Tampilan Halaman Konfirmasi Keluar

b. Realisasi Desain *Marker*

Realisasi *marker* dalam perancangan desain di atas diwujudkan dalam tiga objek untuk masing-masing proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika. Realisasi *marker* proyeksi dalam aplikasi ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 17. Realisasi *Marker* Proyeksi Eropa pada Aplikasi



Gambar 18. Realisasi *Marker* Proyeksi Amerika pada Aplikasi

4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan dengan instrumen penelitian sesuai dengan standar ISO 25010 yaitu meliputi pengujian aspek *functional suitability*, aspek *compatibility*, aspek *usability*, dan aspek *performance efficiency*.

B. Analisis Data

1. Analisis Pengujian Aspek Materi

Pada validasi uji materi terdiri dari dua aspek yang digunakan dalam angket, yaitu kualitas isi dan tujuan serta kualitas pembelajaran. Angket dalam validasi materi terdiri dari 24 butir pernyataan dengan 14 butir pernyataan untuk aspek kualitas isi dan tujuan serta 10 butir pernyataan untuk aspek pembelajarannya. Validasi materi dilakukan oleh Dr. Sativa, M.T, selaku dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. Data hasil validasi yang didapat kemudian dikonversikan ke dalam skor skala empat dengan empat kategori penilaian interval skor seperti pada Tabel 25.

Tabel 5. Konversi Skor Ahli Materi Skala Empat

No.	Kategori Penilaian	Interval Skor
1.	Sangat Layak	$78 < X \leq 96$
2.	Layak	$60 < X \leq 78$
3.	Kurang Layak	$42 < X \leq 60$
4.	Tidak Layak	$24 < X \leq 42$

Untuk mengetahui kelayakan media dari tiap aspek penilaian, maka disusun tabel konversi skor skala empat tiap aspek. Penilaian aspek kualitas isi dan tujuan dinilai dari 14 butir pernyataan. Kemudian didapat skor maksimal bernilai 56, skor minimal 14, rerata ideal (M_i) 35 dan simpangan deviasi (S_d) sebesar 7. Konversi rerata skor skala empat aspek materi belajar dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 6. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Kualitas Isi dan Tujuan

No.	Kategori Penilaian	Kualitas Isi dan Tujuan
1.	Sangat Layak	$46 < X \leq 56$
2.	Layak	$35 < X \leq 46$
3.	Kurang Layak	$25 < X \leq 35$
4.	Tidak Layak	$14 < X \leq 25$

Penilaian aspek pembelajaran dinilai dari 10 butir pernyataan. Kemudian didapat skor maksimal bernilai 40, skor minimal 10, rerata ideal (Mi) 25 dan simpangan deviasi (Sdi) sebesar 5. Konversi rerata skor skala empat aspek materi belajar dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 7. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Kualitas Pembelajaran

No.	Kategori Penilaian	Kualitas Pembelajaran
1.	Sangat Layak	$33 < X \leq 40$
2.	Layak	$25 < X \leq 33$
3.	Kurang Layak	$18 < X \leq 25$
4.	Tidak Layak	$10 < X \leq 18$

Pada tabel 28 hasil analisis data berdasarkan penilaian ahli materi dapat dilihat bahwa hasil penilaian ahli materi mendapatkan skor 89 dengan kategori “**Sangat Layak**”. Skor total yang diperoleh dari 2 aspek yaitu aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan skor 51 dengan kategori “**Sangat Layak**” dan aspek kualitas pembelajaran mendapatkan rerata skor 38 dengan kategori “**Sangat Layak**”.

Tabel 8. Hasil Analisis Data Berdasarkan Penilaian Ahli Materi

	Aspek		Total
	Kualitas Isi Dan Tujuan	Kualitas Pembelajaran	
	51	38	
%	91,07%	95%	92,7%
kategori	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

2. Analisis Pengujian Aspek Media

a. Analisis Pengujian Aspek *Functional Suitability*

Pengujian ini menggunakan *black-box testing* berupa kuisioner tentang fungsionalitas dari aplikasi pembelajaran. Pengujian *functional suitability* dilakukan oleh Dr. Drs. V. Lilik Hariyanto, M.Pd, selaku dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY.

Tabel 9. Hasil Analisis Data Berdasarkan Penilaian Ahli Media

No	Fitur	Kegiatan	Deskripsi	Tara ketercapaian	
				Ya	Tidak
1	Membuka aplikasi	Memulai aplikasi	Aplikasi menampilkan menu awal aplikasi (mulai, tujuan, profil dan keluar)	1	0
2	Menu utama	Menyentuh tombol menu 'mulai'	Aplikasi menampilkan menu utama (materi, proyeksi dan kuis)	1	0
3	Menu materi	Menyentuh tombol menu 'materi' pada menu utama	Aplikasi menampilkan sub menu (Mengenal proyeksi, proyeksi Amerika dan proyeksi Eropa)	1	0
		Menyentuh tombol menu 'mulai' di sub menu mengenal proyeksi	Aplikasi menampilkan ringkasan materi tentang proyeksi, jenis-jenis proyeksi beserta contohnya	1	0
		Menyentuh tombol 'mulai' di sub menu proyeksi Eropa	Aplikasi menampilkan ringkasan materi tentang Proyeksi Eropa	1	0
		Menyentuh tombol 'mulai' di sub menu proyeksi Amerika	Aplikasi menampilkan ringkasan materi tentang Proyeksi Amerika	1	0
		Menyentuh icon	Aplikasi menampilkan halaman materi selanjutnya	1	0
		Menyentuh icon	Aplikasi akan menampilkan materi sebelumnya	1	0
		Menyentuh icon	Aplikasi akan kembali ke halaman menu proyeksi	1	0
4	Menu proyeksi	Menyentuh tombol menu 'proyeksi' pada menu utama	Aplikasi menampilkan sub menu proyeksi antara lain petunjuk penggunaan, proyeksi Eropa, proyeksi Amerika.	1	0
		Menyentuh icon "?"	Aplikasi akan menampilkan petunjuk cara kerja <i>augmented reality</i> gambar proyeksi	1	0
		Menyentuh tombol menu 'mulai' di sub menu proyeksi	Aplikasi mendeteksi <i>marker</i> untuk menampilkan <i>augmented reality</i> dari contoh proyeksi orthogonal. Aplikasi akan	1	0

		Eropa, proyeksi Amerika. Menyentuh icon 	menampilkan gambar tiga dimensi sesuai aturan proyeksi Aplikasi akan kembali ke halaman proyeksi		
		Menyentuh icon 	Aplikasi akan kembali ke halaman proyeksi	1	0
5	Menu kuis	Menyentuh tombol menu 'Kuis' pada menu utama	Aplikasi menampilkan soal-soal beserta pilihan jawaban berbentuk pilihan ganda. Pengguna dapat memilih jawaban yang dirasa benar	1	0
		Menyentuh icon 	Pengguna dapat meneruskan ke soal berikutnya	1	0
		Menyentuh icon 	Pengguna dapat kembali ke soal sebelumnya	1	0
6	Menu tujuan	Menyentuh tombol menu 'tujuan' pada menu awal	Aplikasi akan menampilkan tujuan pembelajaran yang diharapkan setelah menggunakan aplikasi	1	0
		Menyentuh icon 	Aplikasi akan kembali ke halaman utama	1	0
7	Menu profil	Menyentuh tombol menu 'profil' pada menu awal	Aplikasi akan menampilkan profil dari mahasiswa sebagai pengembang aplikasi	1	0
		Menyentuh icon 	Aplikasi akan kembali ke halaman utama	1	0
8	Konfirmasi keluar aplikasi	Menyentuh tombol batalkan	Sistem akan kembali ke halaman awal	1	0
		Meyentuh tombol keluar	Sistem akan keluar dari aplikasi	1	0
9	Menu <i>home</i>	Menyentuh icon  pada layar	Aplikasi akan kembali ke halaman awak	1	0
10	Menu <i>musik</i>	Menyentuh icon  pada layar	Aplikasi akan memutar musik latar	1	0
		Menyentuh icon  pada layar	Aplikasi akan mematikan musik latar	1	0
Total				25	0

Berdasarkan hasil pengujian ahli materi, maka diketahui jumlah fungsi yang tidak berfungsi secara benar berjumlah 0, sedangkan total fungsi yang dievaluasi berjumlah 25. Perhitungan aspek *functionality suitability* ahli media adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Kelayakan} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kelayakan adalah 100%, sehingga aplikasi gambar teknik memenuhi standar *functionality suitability* dengan kategori “**Sangat Layak**”.

b. Analisis Pengujian Aspek *Compatibility*

Uji *compatibility* terdiri dari beberapa sub uji, yakni *co-existence* dan pengujian pada berbagai tipe perangkat. Berikut hasil uji compatibility sebagai berikut:

1) Hasil uji *co-existence*

Uji *co-existence* dilakukan dengan cara observasi. Berikut hasil uji *co-existence* pada tabel 30.

Tabel 10. Hasil Uji *Co-Existence*

No	Aplikasi yang dijalankan	Berhasil	Gagal
1	Aplikasi Gambar Teknik <i>Google Crome</i>	1	0
2	Aplikasi Gambar Teknik <i>Whatssap</i>	1	0
3	Aplikasi Gambar Teknik <i>Instagram</i>	1	0
4	Aplikasi Gambar Teknik <i>Maps</i>	1	0
5	Aplikasi Gambar Teknik <i>WPS</i>	1	0
<i>Total</i>		5	0

Tabel hasil uji *co-existence* diatas menunjukan hasil pengujian aplikasi yang dijalankan bersama-sama dengan 5 aplikasi lain dalam satu perangkat. Berdasarkan hasil uji tersebut, maka dapat diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut.

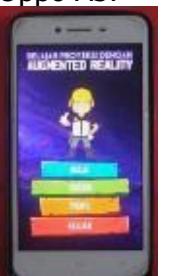
$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Kelayakan} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan persentase kelayakan adalah 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* dari sisi *co-Existence* **“Sangat Layak”**.

2) Hasil uji pada berbagai tipe perangkat

Pengujian ini dilakukan dengan uji coba langsung pada perangkat android dengan versi, *processor*, RAM dan ukuran layar yang berbeda. Aplikasi AR gambar teknik diuji dengan menunjukkan hasil 5 perangkat berhasil menjalankan aplikasi tanpa *error*.

Tabel 11. Hasil Uji pada Berbagai Tipe Perangkat

No	Device	Spesifikasi Android	Hasil Instalasi	Keterangan
1	Samsung Duos 2 	Versi 4.2 (<i>Jellybean</i>) Processor: Qualcore RAM : 768 MB Layar: 4 inch Kamera : 5 MP	Berhasil	Aplikasi berjalan tanpa <i>error</i>
2.	Oppo A37 	Versi 5.1 (<i>Lollipop</i>) Processor:Qualcom mMSM8916Squad RAM : 2 GB Layar: 5 inch Kamera: 5MP dan 8 MP	Berhasil	Aplikasi berjalan tanpa <i>error</i>
3.	Vivo Y53 	Versi 6.0 (<i>Marshmallow</i>) Processor: Quad core RAM: 2GB Layar: 5 inch Kamera: 5MP dan 8 MP	Berhasil	Aplikasi berjalan tanpa <i>error</i>

4.	Oppo A83 	versi 7.1 (<i>Nougat</i>) processor:Octa Core RAM: 2 GB Layar: 5.7 inch Kamera: 8MP dan 13 MP	Berhasil	Aplikasi berjalan tanpa <i>error</i>
5.	Redmi Note 8 	versi 9.0 (pie) processor: Qualcomm Snapdragon RAM 4 GB Layar:6.3 inch Kamera: 48 MP	Berhasil	Aplikasi berjalan tanpa <i>error</i>

Berdasarkan hasil uji tersebut, maka dapat diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Presentase Kelayakan} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\ &= \frac{5}{5} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* memenuhi standar pengujian Hasil uji pada berbagai tipe perangkat dengan kategori "**Sangat Layak**".

c. Analisis Pengujian Aspek *Usability*

Tahap pengujian pada pengguna ini dilaksanakan setelah uji validasi media dan materi dilakukan. Tahap uji coba media pembelajaran kemudian dilakukan pada pengguna yaitu siswa, yang merupakan sasaran utama pengembangan media pembelajaran ini. Pengujian dilakukan pada siswa kelas

X di SMK Negeri 1 Seyegan Kompetensi Keahlian Konstruksi Gedung Sanitasi dan Perawatan sebanyak 31 siswa. Pengguna atau siswa menilai serta memberikan komentar atau saran terhadap media pembelajaran.

Pengujian ini menggunakan angket *System Usability Scale* (SUS) sebanyak 10 pernyataan dengan 5 pilihan jawaban untuk mengukur aspek *usability* atau kebergunaannya. Data hasil pengguna dapat dilihat di tabel 32.

Tabel 12. Hasil Uji *Usability* pada Pengguna

Reponden	Jumlah	Nilai (Jumlah x 2.5)	%	Grade	Rating
1	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
2	31	77.5	77.5 %	B	Good
3	31	77.5	77.5 %	B	Good
4	35	87.5	87.5 %	A	Excelent
5	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
6	30	75	75 %	B	Good
7	34	85	85 %	A	Excelent
8	35	87.5	87.5 %	A	Excelent
9	32	80	80 %	B	Good
10	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
11	32	80	80 %	B	Good
12	29	72.5	72.5 %	B	Good
13	37	92.5	92.5 %	A	Excelent
14	29	72.5	72.5 %	B	Good
15	32	80	80 %	B	Good
16	36	90	90 %	A	Excelent
17	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
18	31	77.5	77.5 %	B	Good
19	31	77.5	77.5 %	B	Good
20	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
21	30	75	75 %	B	Good
22	29	72.5	72.5 %	B	Good
23	29	72.5	72.5 %	B	Good
24	30	75	75 %	B	Good
25	32	80	80 %	B	Good
26	32	80	80 %	B	Good
27	31	77.5	77.5 %	B	Good
28	32	80	80 %	B	Good
29	30	75	75 %	B	Good
30	32	80	80 %	B	Good
31	33	82.5	82.5 %	A	Excelent
Skor rata-rata		79.8	79.8 %	B	Good

Tabel 32 menunjukkan hasil uji *usability* aplikasi oleh pengguna. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh skor rata-rata akhir 79,8 sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* memenuhi standar *usability* menurut pengujian *System Usability Scale* dengan kategori "Good" atau "Baik" dan tergolong dalam kelas B.

d. Analisis Pengujian Aspek *Performance Efisiensi*

1) Time behaviour

Time behaviour diujikan dengan menghitung rata-rata waktu respon aplikasi untuk *launching*. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan tabel kepuasan pengguna Hoxmeier dan DiCesare (2000: 347).

Beberapa perangkat dengan spesifikasi yang berbeda diuji waktu *launching*-nya setelah aplikasi di*install*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 34.

Tabel 13. Hasil Pengujian Waktu *Launching* Aplikasi

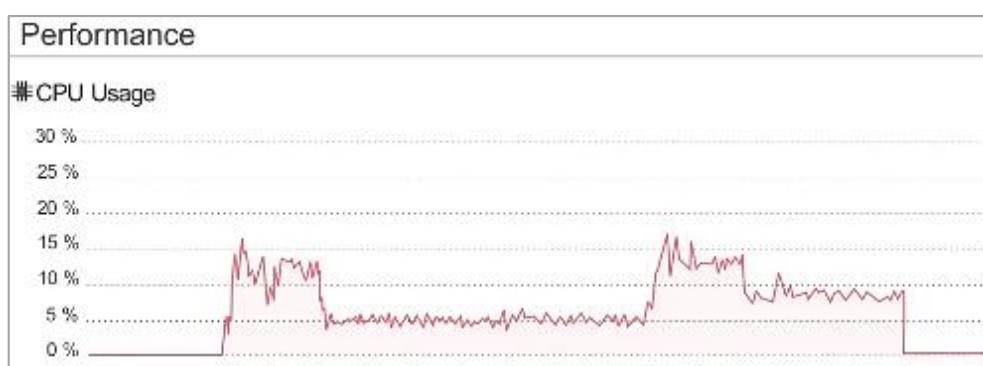
No	Perangkat	Spesifikasi	Respon Waktu
1	Samsung Duos 2	<i>Android Versi 4.2.2 (Jellybean)</i> Processor: Qualcore RAM: 768 MB Layar: 4 inch Kamera: 5MP	5,2 detik
2.	Oppo A37	<i>Android Versi 5.1.1 (Lollipop)</i> Processor: Qualcomm RAM: 2 GB Layar: 5 inch Kamera: 5 MP dan 8MP	4,2 detik
3.	Vivo Y53	<i>Android Versi 6.0 (Marshmallow)</i> Processor: Quad core RAM: 2GB Layar: 5 inch Kamera: 5 MP	4,2 detik
4.	Oppo A83	<i>Android versi 7.1.1 (Nougat)</i> processor: Octa Core RAM 2 GB Layar:5.7 inch	3,5 detik

		Kamera: 8 MP dan 13 MP	
5.	Redmi Note 8	Kamera: 8 MP dan 13 MP Android versi 9.0 (Pie) processor: Qualcomm Snapdragon RAM 4 GB Layar: 6.3 inch Kamera: 48 MP	3 detik
		Rata-rata	4,02 detik

Berdasarkan tabel 20 pada halaman 62 tentang Pengukuran Kepuasan Pengguna menunjukkan bahwa aplikasi berhasil diluncurkan pada beberapa device dengan rata-rata waktu *launching* 4,02 detik. Sehingga dari aspek performance efficiency berada dalam kriteria “**Puas**”. Dari tabel ini pun terlihat dimana semakin tinggi spesifikasi perangkat android yang digunakan maka semakin cepat juga waktu *launching* aplikasi.

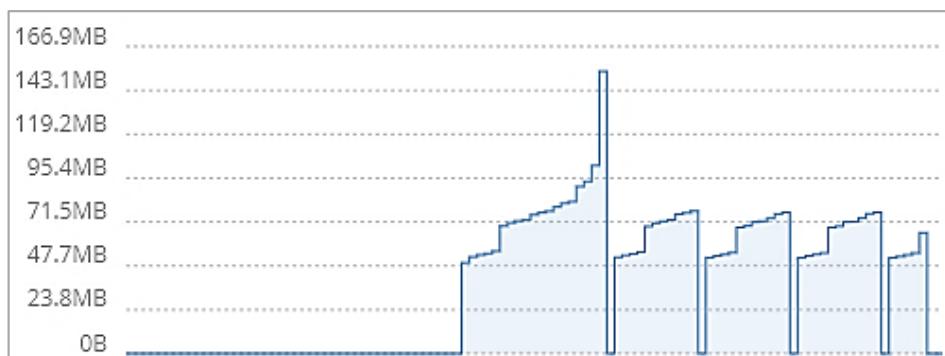
2) CPU dan Memory

Penggunaan *CPU* menunjukkan seberapa besar kinerja *CPU* dalam menjalankan aplikasi serta penggunaan *memory* menunjukkan sumber daya yang dibutuhkan ketika menjalankan aplikasi. Hasil perhitungan penggunaan *CPU* dan *memory* dalam perhitungan pada *tools TestDroid* terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 19. Grafik Penggunaan *CPU* dalam Aplikasi

Gambar di atas menunjukkan aplikasi ini menggunakan CPU rerata berada pada angka dibawah 10%. Angka tersebut masih berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh Little Eye (*mobile app analysis tools*) yaitu 15%.



Gambar 20. Grafik Penggunaan *Memory* dalam Aplikasi

Penggunaan memori atau RAM di angka sekitar 75 MB. Penggunaan *memory* tersebut masih terbilang kecil dibanding RAM minimum perangkat yakni 768 MB. Sementara itu, aplikasi juga dapat berjalan tanpa mengalami kekurangan *memory* yang menyebabkan aplikasi berhenti karena terjadi *memory leak*. Berikut kesimpulan hasil pengujian aspek *performance efficiency* yang dijelaskan dari penjebaran di atas.

Tabel 14. Hasil Pengujian Aspek *Performance Efficiency*

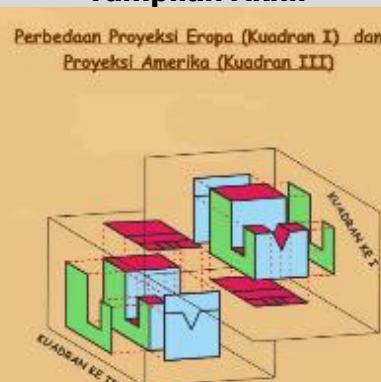
No	Hasil yang diinginkan	Hasil Pengujian
1	Aplikasi mampu menjalankan proses <i>launching application</i> dalam waktu tertentu tanpa mengalami kendala	Puas
2	Penggunaan <i>CPU</i> maksimum dalam aplikasi tidak melebihi persentase 15%	Memenuhi
3	Aplikasi ini dapat berjalan tanpa mengalami kekurangan <i>memory</i>	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian aspek *performance efficiency* pada tabel 34, memperoleh hasil yang memenuhi standar, sehingga dapat dikatakan media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* ini berada pada kriteria *performance efficiency* yang baik.

C. Revisi Produk

Pada validasi materi dan media yang dilakukan oleh para ahli didapat beberapa saran terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Untuk memperbaiki kekurangan pada media dilakukan revisi agar media menjadi lebih baik.

Tabel 15. Revisi Produk Akhir

No.	Revisi	Tampilan Akhir
1.	Perbaikan materi Proyeksi Eropa dan Amerika	
2.	Penambahan contoh di masing-masing materi proyeksi Eropa dan Amerika	

3.	Penambahan jumlah Soal di menu kuis	 <p>The table contains four screenshots of a mobile application interface. The top two screenshots show 2D projection questions with objects labeled a, b, c, and d. The bottom two screenshots show 3D projection questions with objects labeled a, b, c, and d. Each screenshot displays a question number (e.g., 11, 12, 13, 14), the question text, and multiple-choice options at the bottom.</p>
4.	Penambahan fitur skor di menu kuis	 <p>The table contains one screenshot of a mobile application interface. It shows a summary screen with three gold stars and a text input field below them. The screen has a 'Back' button at the bottom.</p>

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Aplikasi *android* dengan *augmented reality* adalah sebuah aplikasi yang memberikan bantuan belajar untuk mata pelajaran Gambar Teknik khususnya Proyeksi Orthogonal (2D). Aplikasi ini telah melalui seluruh tahapan pengembangan model *Waterfall* yang dimulai dari analisis, desain, pengodean, dan pengujian.

Tahap analisis dimulai dari menganalisis permasalahan yang ada di kelas terkait pembelajaran, menganalisis mata pelajaran, dan menganalisis kebutuhan fungsional media. Didapat permasalahan siswa yakni, penggunaan *smartphone* saat pembelajaran, media kurang variasi dan metode guru mengajar yang masih konvensional. *Software* yang digunakan adalah Unity 3D, Corel Draw X8, dan Adobe Photoshop CS6 sedangkan minimum *hardware smartphone* yang dibutuhkan yaitu *android versi 4.0 Jellybean* dengan RAM 768 MB dan kamera 5 MP. Hasil analisis materi pelajaran didapat materi Proyeksi Orthogonal, Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika.

Tahap desain dilakukan perancangan *Unified Modeling Language* (UML), dan desain antarmuka (*user interface*). Diagram UML meliputi *use case diagram*, *activity diagram*, *class diagram* dan *sequence diagram*.

Tahap pengodean adalah implementasi dari desain yang telah dirancang sesuai dengan desain antarmuka (*user interface*) dan UML. Desain diterjemahkan dalam bahasa pemrograman C+ dengan *Unity 3D* sehingga menghasilkan program yang diwujudkan dalam tampilan gambar, teks, objek 3D *augmented reality* dan musik.

Tahap pengujian yang dilakukan adalah uji materi dan uji media berdasarkan ISO/IEC 25010 menurut teori Ben David yang mengacu pada *aspek functional suitability, compatibility, usability* dan *performance efficiency*.

1. Pengujian Aspek Materi

Pengujian materi bertujuan untuk memastikan konten yang ditampilkan dengan aplikasi gambar teknik dengan Augmented Reality ini sudah sesuai dengan sumber materi dan sudah layak untuk digunakan dalam penelitian. validasi materi meliputi aspek kualitas isi materi dan aspek kualitas pembelajaran.

Aspek isi materi mencakup 8 indikator dengan jumlah 14 butir soal diantaranya ketetapan isi materi, kepentingan isi materi, keseimbangan isi materi, minat pelatihan, format penyajian, kesesuaian dengan peserta didik, urutan materi dan kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia. Aspek kualitas pembelajaran mencakup 6 indikator dengan berjumlah 10 butir soal diantaranya memberikan kesempatan belajar, memberikan bantuan belajar, fleksibilitas instruksional, kualitas interaksi pembelajaran, kualitas penilaian dan pemberian dampak positif bagi siswa.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 28 halaman 80, hasil analisis data berdasarkan penilaian ahli materi mendapatkan skor 89 dengan kategori "Sangat Layak". Skor total yang diperoleh dari 2 aspek yaitu aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan skor 51 dengan kategori "Sangat Layak" dan aspek kualitas pembelajaran mendapatkan rerata skor 38 dengan kategori "Sangat Layak".

2. Pengujian *Functional Suitability*

Pengujian *functional suitability* bertujuan mengetahui kemampuan perangkat lunak untuk menyediakan fungsi sesuai kebutuhan pengguna, ketika digunakan dalam kondisi tertentu. Pengujian ini menggunakan *black-box testing* berupa kuisioner tentang fungsionalitas dari aplikasi pembelajaran.

Berdasarkan hasil pengujian aspek *functional suitability* oleh ahli media pada tabel 29 halaman 81 mendapatkan nilai presentase 100% yang berada pada skala "sangat layak". Hasil konversi dari nilai yang berada pada skala "sangat baik" menunjukkan bahwa fungsi-fungsi dalam media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* sudah berjalan dengan baik tanpa terdapat fungsi yang gagal (error) dalam menjalankan perintah sistem dalam aplikasi.

3. Pengujian *Compatibility*

Pengujian aspek *compatibility* terdiri dari beberapa sub uji, yakni *co-existence* dan pengujian pada berbagai tipe perangkat. *Co-existence* menguji sejauh mana produk atau sistem dapat menjalankan fungsi yang dibutuhkan secara efisien sementara berbagi sumber daya dengan produk atau sistem lain tanpa merugikan produk atau sistem tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan aplikasi android bersamaan dengan 5 aplikasi lain seperti *Google Crome*, *Whatssap*, *Instagram*, *Maps*, dan *WPS*. Pada tabel 30 halaman 83 didapat, nilai persentase kelayakan 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* dari sisi *co-existence* "Sangat Layak".

Hasil uji pada berbagai tipe perangkat dilakukan dengan uji coba langsung pada perangkat android dengan versi, *processor*, RAM, Kamera dan ukuran layar yang berbeda. Aplikasi *android* dengan *augmented reality* untuk gambar teknik diuji dengan 5 perangkat yaitu, Samsung Duos 2, Oppo A37, Vivo Y53, Oppo A83, dan Redmi Note 8. Hasil pada tabel 31 halaman 84 menunjukkan aplikasi berhasil dijalankan tanpa *error* di semua perangkat. Aspek pengujian *co-existence* dan uji pada berbagai tipe perangkat masing-masing mendapat presentase 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* memenuhi standar pengujian hasil uji pada berbagai tipe perangkat dengan kategori "Sangat Layak".

4. Pengujian *Usability*

Pengujian *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) yang dikembangkan oleh John Brooke (1986), berjumlah 10 pernyataan dengan jawaban Skala lima. Pengujian dilakukan oleh guru gambar teknik dan 30 siswa

kelas X Kompetensi Keahlian Konstruksi Gedung Sanitasi dan Perawatan di SMK Negeri 1 Seyegan.

Berdasarkan hasil analisis data pada tabel 32 halaman 86 diperoleh skor rata-rata akhir pengguna adalah 79,8 dengan nilai persentase 79,8% sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* dengan *augmented reality* memenuhi standar *usability* menurut pengujian *System Usability Scale* dengan kategori "Good" atau "Baik" dan tergolong dalam kelas B.

5. Pengujian *Performance Efficiency*

Time behaviour diujikan dengan menghitung rata-rata waktu respon aplikasi untuk *launching*. Beberapa perangkat dengan spesifikasi yang berbeda diuji waktu *launching*-nya setelah aplikasi *installed*. berdasarkan hasil pengujian pada tabel 34. aplikasi berhasil diluncurkan pada beberapa device dengan rata-rata waktu *launching* 4,02 detik. Sehingga dari aspek *performance efficiency* berada dalam kriteria "Puas".

Penggunaan *CPU* menunjukkan seberapa besar kinerja *CPU* dalam menjalankan aplikasi serta penggunaan *memory* menunjukkan sumber daya yang dibutuhkan ketika menjalankan aplikasi.

Berdasarkan hasil uji dari Testdroid pada gambar 29 halaman 88, menunjukkan aplikasi ini menggunakan CPU rerata berada pada angka dibawah 10%. Angka tersebut masih berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh Little Eye (*mobile app analysis tools*) yaitu 15%.

Pada gambar 30 halaman 89, didapat penggunaan memori atau RAM di angka sekitar 75 MB. Angka tersebut masih terbilang kecil dibanding RAM minimum perangkat yakni 768 MB. Sementara itu, aplikasi juga dapat berjalan tanpa

mengalami kekurangan memori yang menyebabkan aplikasi berhenti karena terjadi *memory leak*.

Hasil pengujian aplikasi pembelajaran berbasis *android* dengan *augmented reality* untuk mata pelajaran gambar teknik dilihat pada tabel 36.

Tabel 16. Ringkasan Hasil Pengujian

No.	Aspek	Hasil	%	Kategori
1.	Uji materi	Aplikasi dinyatakan Sangat Layak digunakan dengan perbaikan oleh ahli materi.	92.7%	Sangat Layak
2.	<i>Functional Suitability</i>	keseluruhan fungsi dalam aplikasi dinyatakan dapat berjalan 100% oleh ahli media.	100%	Sangat Layak
3.	<i>Compatibility</i>	Aplikasi dapat berjalan berdampingan dengan aplikasi lain serta dapat berjalan diberbagai tipe perangkat dan versi android	100%	Sangat Layak
4.	<i>Usability</i>	Aplikasi memperoleh skor <i>usability</i> sebesar 79,8 setelah diuji oleh 31 responden kelas X KGSP SMKN 1 Seyegan.	79,8 %	Baik
5.	<i>Performance Efficiency</i>	Aplikasi mampu menjalankan proses <i>launching application</i> dalam waktu tertentu tanpa mengalami kendala	-	Puas
		Penggunaan <i>CPU</i> maksimum dalam aplikasi tidak melebihi persentase 15%	-	Memenuhi
		Aplikasi ini dapat berjalan tanpa mengalami kekurangan <i>memory</i>	-	Memenuhi

Dari kelima aspek yang meliputi pengujian aspek materi, *functional suitability*, *compatibility*, *usability*, dan *performance efficiency* dapat disimpulkan bahwa seluruh aspek dinyatakan telah memenuhi standar kualitas materi dan kualitas media menurut ISO 25010, sehingga media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* telah layak dan sesuai sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Gambar Teknik.

E. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi *android* dengan *augmented reality* untuk mata pelajaran gambar teknik tentunya masih memiliki keterbatasan. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini antara lain:

1. Objek 3D masih sederhana dan terbatas jumlahnya dalam proyeksi yang ditampilkan.
2. Dari segi materi, cakupan mata pelajaran aplikasi pembelajaran ini masih terbatas pada satu kompetensi dasar.
3. Media pembelajaran belum diujicobakan keefektifan sebagai sumber belajar untuk siswa SMK.
4. Media ini hanya bisa digunakan pada *smartphone android*.