

Aplikasi Android Implementasi *Augmented Reality* untuk Pembelajaran Teknik Oper Sepak Bola

Estu Sinduningrum^{1,*}, Abi Yoga Pangestu², Sofia Pinardi³

¹⁾²⁾ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jl. Tanah Merdeka No.6, Pasar Rebo, Jakarta Timur

¹⁾ estu.ningrum@uhamka.ac.id

²⁾ biyogyog@gmail.com

³⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jl. Tanah Merdeka No.6, Pasar Rebo, Jakarta Timur

³⁾ sofiapinardi@uhamka.ac.id

Abstrak

Salah satu masalah yang terjadi di SDN Jatirangga II yaitu murid kurang antusias dalam mempelajari teknik bermain sepakbola, murid cenderung untuk bermain sepakbola dengan cara langsung tanpa mengetahui tekniknya. Dengan adanya teknologi *augmented reality* ini dapat mendukung visualisasi penyampaian dan penggambaran materi sebagai sarana media pembelajaran bagi murid. *Augmented reality* dapat digunakan di bermacam perangkat, yaitu: handphone, kacamata, layar monitor dan lainnya. Supaya alat tersebut bisa digunakan dengan benar, maka sejumlah data tersebut ditampilkan dalam bentuk animasi, 3 dimensi modeling atau gambar 2 dimensi. Untuk mengatasi masalah tersebut peneliti membuat sebuah aplikasi mengoper bola dengan teknologi *augmented reality* berbasis *android* agar murid mau mempelajari teknik dasar sepakbola, menggunakan metode *multimedia development life cycle* (MDLC). Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pemahaman terhadap teknik dasar sepakbola dengan animasi visual 3D berbasis *android*. Hasil uji tahap akhir aplikasi berlangsung dengan baik sesuai harapan dan mendapatkan nilai 89,4% sehingga aplikasi pembelajaran ini dapat memudahkan proses pembelajaran di SDN Jatirangga II.

Kata kunci: AR (*Augmented Reality*), *Mobile Android*, MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*), Sepak bola

Abstract

One of the problems that occurs at SDN Jatirangga II is that students are less enthusiastic about learning techniques for playing soccer, students tend to play soccer directly without knowing the technique. With the existence of augmented reality technology, it can support the visualization of delivery and depiction of material as a means of learning media for students. Augmented reality can be used on various devices, namely: cellphones, glasses, monitor screens and others. So that the tool can be used properly, some of the data is displayed in the form of animation, 3-dimensional modeling or 2-dimensional images. To overcome this problem, researchers created an application for passing the ball with Android-based augmented reality technology so that students would learn the basic techniques of football, using the multimedia development life cycle (MDLC) method. This application is expected to help understand the basic techniques of football with 3D visual animation based on Android. The results of the final stage of the application test went well as expected and got a score of 89.4% so that this learning application can facilitate the learning process at SDN Jatirangga II.

Keywords: AR (*Augmented reality*), *Mobile android*, MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*), *football*

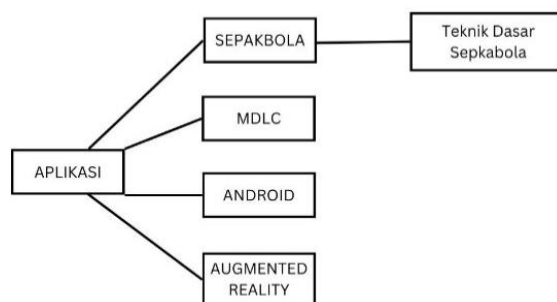
1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digitalisasi memberikan berbagai perubahan signifikan dalam kehidupan manusia, termasuk di bidang pendidikan [1]. Tantangan penelitian di bidang pendidikan adalah merancang sistem pembelajaran yang mampu meningkatkan kemandirian belajar siswa. Transformasi menuju pendidikan berbasis digital menjadi upaya penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Dalam pendidikan jasmani, kegiatan olahraga bertujuan meningkatkan kesehatan, kemampuan motorik, serta menanamkan nilai sportivitas [2]. Berlandaskan standar kompetensi pendidikan jasmani, dengan kegiatan olahraga dan kesehatan yang terencana dengan cara sistematis, adalah faktor terpenting dari pendidikan dengan cara keseluruhan.

Permasalahan di SDN Jatirangga II adalah rendahnya minat siswa dalam mempelajari teknik dasar sepak bola. Siswa cenderung langsung bermain tanpa memahami teknik yang benar. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini memanfaatkan teknologi *augmented reality* (AR) sebagai media pembelajaran berbasis Android. Teknologi AR dipilih karena mudah digunakan dan relatif lebih murah dibandingkan media pembelajaran lain, sehingga diharapkan dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap teknik dasar sepak bola.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kerangka teori dapat dilihat pada Gambar 1 yang menggambarkan hubungan yang meliputi aplikasi, yaitu aplikasi terkait teknik dasar sepakbola dengan menggunakan metode MDLC dalam implementasinya dan akan diterapkan ke dalam android.



Gambar 1. Kerangka teori

2.1 Kajian Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran mampu meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa. Penelitian oleh Wibowo mengembangkan media pembelajaran teknik dasar sepak bola berbasis AR dengan metode MDLC dan memperoleh hasil evaluasi 83,4% dengan kategori sangat baik. Namun, penggunaan AR masih terbatas pada visualisasi objek 3D tanpa interaktivitas yang mendalam [1]. Penelitian oleh Sintaro et al. juga mengembangkan aplikasi pembelajaran teknik dasar futsal berbasis AR, dengan hasil 83% responden tertarik menggunakan aplikasi, meskipun masih berfokus pada fungsi sebagai alat bantu visual [2]. Sementara itu, penelitian oleh Yang et al. dalam pembelajaran matematika berbasis AR menunjukkan bahwa aplikasi berjalan dengan baik berdasarkan pengujian *blackbox*, namun masih menekankan aspek visualisasi [3]. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian. Pertama, sebagian besar penelitian masih berfokus pada visualisasi objek 3D tanpa mengoptimalkan interaktivitas secara *real-time*. Kedua, pemanfaatan teknologi belum sepenuhnya terintegrasi secara optimal menggunakan platform modern seperti Unity dan Vuforia. Ketiga, pendekatan yang digunakan masih didominasi metode *marker-based* sederhana, belum mengarah pada metode yang lebih fleksibel. Keempat, evaluasi yang dilakukan umumnya terbatas pada kepuasan pengguna, belum mengukur efektivitas pembelajaran secara kuantitatif.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi pembelajaran teknik dasar sepak bola berbasis AR dengan integrasi teknologi Unity 3D, Vuforia, dan Blender untuk menghasilkan visualisasi yang lebih realistis dan interaktif. Aplikasi ini tidak hanya menampilkan objek, tetapi juga meningkatkan interaktivitas melalui *real-time tracking* dan penyajian materi yang lebih sistematis,

sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam menguasai teknik dasar sepak bola.

2.2 Augmented Reality (AR)

AR merupakan integrasi tiga dimensi dari objek yang *real* dan *virtual*, dalam lingkungan yang *real* berinteraksi dengan cara *real-time* [4]. Menurut Cawood dan Fiala, AR adalah metode untuk mengeksplorasi data dan objek 3D dengan mengintegrasikan virtual reality ke dalam lingkungan nyata. Secara umum, AR memiliki tiga karakteristik utama, yaitu menggabungkan dunia nyata dan virtual, bersifat interaktif secara real-time, serta menampilkan objek dalam bentuk tiga dimensi [5]. Sebagai pengembangan dari virtual reality, teknologi AR telah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang seperti hiburan, periklanan, robotika, pemetaan, dan visualisasi medis, serta terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan manusia yang tidak dapat dipenuhi oleh objek nyata saja.

2.3 Unity 3D

Menurut Alvendri, Unity merupakan mesin game atau perangkat lunak pengolah gambar dengan fitur untuk grafik, suara, dan hal lainnya [6]. Unity dirancang untuk membuat aplikasi dan game berbasis 2D maupun 3D, serta mendukung berbagai platform seperti Windows, macOS, Android, iOS, dan konsol.

2.4 Android

Android ialah kebijakan (*platform*) sistem operasi yang menikmati popularitas luas karena sifatnya yang *open-source*, yang membuat *user* dapat melakukan pengembangan [7]. Android awalnya dikembangkan oleh Android Inc., sebuah perusahaan rintisan di Palo Alto, California, yang didirikan oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White, sebelum kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi dengan fleksibilitas tinggi, sehingga mendorong kreativitas para pengembang dalam menciptakan berbagai inovasi aplikasi.

2.5 Skala Likert

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap atau persepsi individu maupun kelompok terhadap suatu fenomena sosial [8]. Skala ini terdiri dari pernyataan positif dan negatif, dengan penilaian umumnya menggunakan rentang 1 sampai 5. Pada pernyataan positif, skor diberikan dari 5 (sangat setuju) hingga 1 (sangat tidak setuju), sedangkan pada pernyataan negatif berlaku sebaliknya.

2.6 Pengujian

Aplikasi diuji melalui tahap pengujian *alpha* dan *beta* untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan dan tujuan sistem. Pengujian *alpha* berfokus pada aspek fungsional, yaitu memastikan setiap fitur, seperti tombol dan menu, berjalan dengan benar sesuai spesifikasi. Sementara itu, pengujian *beta* dilakukan langsung kepada pengguna melalui *User Acceptance Test* (UAT) untuk menilai tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi [9], [10].

2.7 Marker

Augmented reality marker-based merupakan teknik yang menggunakan penanda (*marker*) untuk menampilkan objek 3D melalui proses pemindaian oleh kamera. Selain itu, terdapat metode tanpa *marker* seperti *image target*, yaitu penggunaan gambar sebagai objek pelacakan tanpa memerlukan pola khusus seperti *marker* hitam-putih. Metode ini bekerja dengan membandingkan fitur gambar dengan database sehingga sistem dapat mengenali dan melacak objek secara *real-time* selama berada dalam jangkauan kamera [8].

2.8 UML

Unified Modelling Language (UML) digunakan untuk memodelkan fungsi dari sebuah sistem atau perangkat lunak, tujuan utama pemodelan adalah untuk membuat masalah lingkungan menjadi lebih

sederhana dan lebih mudah untuk dipelajari dan dipahami [11]. Beberapa diagram UML adalah sebagai berikut:

- a. Diagram *use case*, menunjukkan banyak kasus penggunaan dan aktor (tipe kelas tertentu). *Use case diagram* menunjukkan bagaimana aktor dan sistem berinteraksi [10]. Diagram *use case* digunakan untuk mendefinisikan fungsionalitas sistem dan tujuan penggunaan.
- b. *Activity diagram* menunjukkan bagian dari sistem atau proses bisnis, seperti tugas atau operasi. Untuk setiap *use case* yang didefinisikan dalam desain *use case diagram*, struktur *activity diagram* disesuaikan dengan skenario sebelumnya [12].
- c. *Sequence diagram* menggambarkan kegiatan objek dalam kasus penggunaan dengan menggambarkan masa hidup pesan yang dikirim dan diterima antara objek dan objek. *Sequence diagram* dibuat setidaknya sesering definisi *use case*, yang memiliki prosesnya sendiri, atau yang paling penting, semua *use case* yang didefinisikan berinteraksi dengan cara pesan terkandung dalam *diagram sequence*. Jadi, semakin banyak *use case* yang didefinisikan, semakin banyak *sequence diagram* yang harus dibuat [13].

2.9 Vuforia

Penciptaan aplikasi AR, sebelumnya dikenal sebagai QCAR (*Qualcomm Company Augmented Reality*), dimungkinkan oleh Vuforia, *Software Development Kit* (SDK) [14]. Vuforia memakai visi komputer untuk dengan cara instan mengidentifikasi dan mengikuti target gambar serta objek tiga dimensi seperti kotak. *Application Programming Interface* (API) di C++, Java, dan Objective-C dibuat lebih mudah oleh Vuforia dan mendukung *build* Android serta iOS.

2.10 Blender 3D

Blender merupakan program animasi Windows gratis (*open source*) dan *portable*. *Software* ini dapat membuat animasi baik 2D maupun 3D [15]. Selain itu, Blender juga dapat digunakan untuk pengeditan video, efek visual, dan pengembangan *game*. Aplikasi ini bersifat gratis dan kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan macOS.

2.11 Sepak bola

Sepak bola telah dikenal sejak abad ke-2 hingga ke-3 SM di China pada masa Dinasti Han, dengan permainan yang melibatkan menggiring dan menendang bola ke arah jaring [16]. Permainan serupa juga berkembang di Jepang (kemari) dan Italia. Dalam perkembangannya, sepak bola tidak hanya membutuhkan kondisi fisik yang baik, tetapi juga penguasaan keterampilan teknis dasar yang harus dilatih sejak usia dini sebagai bagian penting dalam proses latihan.

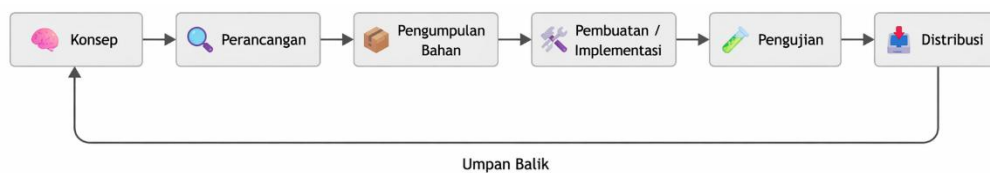
3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari beberapa tahapan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Metode ini menjelaskan alur pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis AR:

- Konsep dicari melalui studi literatur tahap ini data dikumpulkan dari jurnal terpublikasi nasional dan internasional, buku dan artikel online tentang penelitian. Pada tahap ini peneliti memilih salah satu dari beberapa ide atau konsep yang mereka rancang sebagai acuan untuk merancang media pembelajaran olahraga yang memakai AR. Peneliti memilih tema merancang aplikasi mengoper bola dengan teknologi AR.
- Perancangan didapatkan dari wawancara ataupun dengan kuesioner kepada pihak terkait dengan penelitian. Pada tahapan ini penulis merincikan sistem berbentuk perancangan, supaya mudah dipahami oleh *user*. Tahapan ini terdiri dari penggambaran *storyboard* serta merancang tatap muka aplikasi.
- Pengumpulan bahan berupa informasi tentang kebutuhan aplikasi kepada siswa sekolah dasar sebagai sarana pembelajaran teknik oper bola. Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan bahan yang

dipergunakan saat membuat aplikasi, yaitu terdiri dari *modelling* 3D, video intro, tombol *button*, materi pelajaran.

- Pembuatan tahap pengumpulan bahan dibawa ke tahap ini. Pada tahap ini dirancang media pembelajaran mengoper bola memakai *augmented reality* berbasis Android setelah semua model dibuat. Peneliti membuat aplikasi dengan memakai perangkat lunak *library* Vuforia SDK Unity 3 dimensi.
- Pengujian. Setelah semua tahapan pembuatan selesai, maka program akan diuji dengan menjalankannya untuk melihat apakah ada kesalahan. Tahap awal dari tahapan ini, yang disebut dengan tahap pengujian *alpha* (*alpha test*), ialah yang mana pembuat dalam tahap pengembangan aplikasi melakukan pengujian. Setelah pengujian *alpha* selesai, pengujian *beta* akan memakai siswa sebagai pengguna yang dituju untuk aplikasi ini.
- Distribusi, pada tahap ini apabila perangkat lunak atau aplikasi sudah selesai di uji coba serta dinyatakan benar dan sesuai dengan pembuat, maka akan digunakan kepada pihak sekolah SDN Jatirangga II.

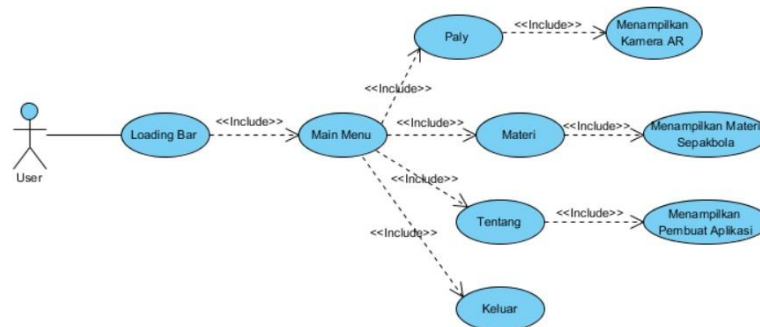


Gambar 2. Diagram alur penelitian

4. PEMBAHASAN

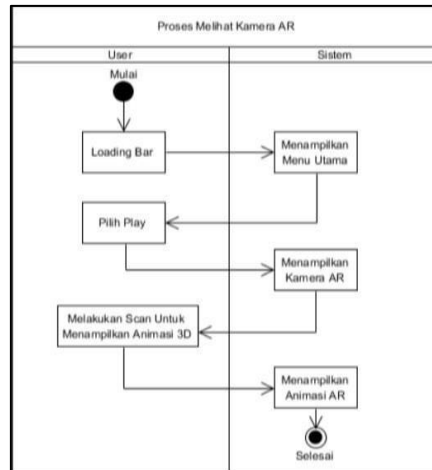
4.1 Diagram UML

Use case diagram ini dirancang serta berfungsi agar mudah memahami interaksi dan kegiatan yang terjadi di dalam sistem ini. Gambar 3 merupakan *use case diagram* dari penelitian ini.



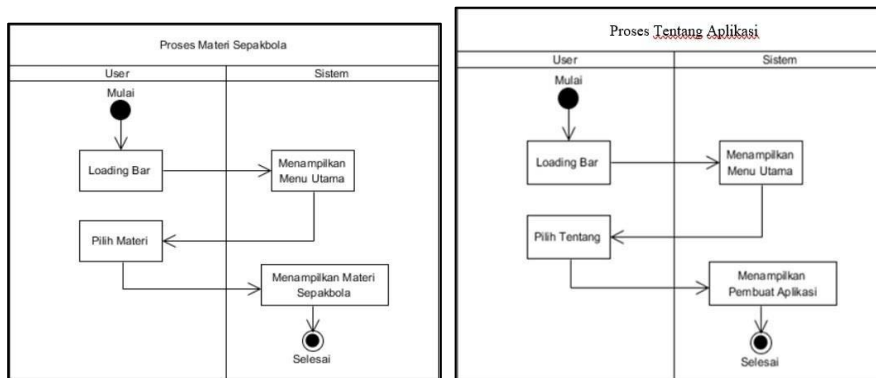
Gambar 3. *Use case diagram*

Pada diagram *activity* aplikasi yang dibuat memberi gambaran aliran kerja aplikasi untuk memodelkan aksi ketika setiap operasi atau fitur dijalankan. *Activity Play*, menggambarkan kegiatan *user* yang akan menampilkan animasi AR melalui kamera AR, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Activity diagram saat melihat kamera AR

Activity diagram Materi, kegiatan user untuk melihat materi sepak bola, sedangkan Activity diagram Tentang Aplikasi merupakan kegiatan user untuk melihat pembuat aplikasi, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Activity diagram saat melihat Materi sepak bola (kiri) dan melihat Tentang Aplikasi (kanan)

4.2 Perancangan Antarmuka (User Interface)

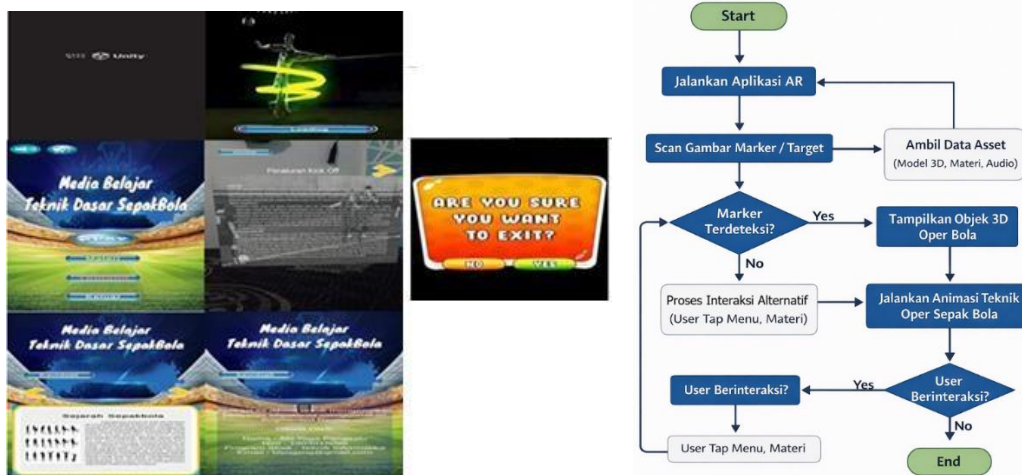
Perancangan antarmuka adalah penggambaran aplikasi yang akan dibuat dan dipakai oleh pengguna. Antarmuka dirancang agar mudah dipahami pengguna. Antarmuka didesain dalam beberapa tampilan yaitu splash screen, menu utama (mulai, materi, tentang, keluar) ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perancangan user interface

4.3 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan fase memahami rencana storyboard aplikasi yang telah disusun dengan cara benar agar aplikasi yang telah dibuat tidak mengalami kesalahan, sehingga aplikasi mudah dipahami dan mudah dipakai oleh user. Gambar 7 menunjukkan implementasi sistem dan diagram alur aplikasi AR.



Gambar 7. Implementasi sistem (kiri) dan diagram alur AR (kanan)

Penjelasan diagram alur pada Gambar 7 merupakan alur kerja sistem pada aplikasi AR yang digunakan sebagai pembelajaran teknik sepak bola, khususnya teknik oper bola. Proses dimulai dari tahap Start, yang menandakan awal eksekusi aplikasi. Selanjutnya sistem menjalankan proses “Jalankan Aplikasi AR”, di mana aplikasi diaktifkan pada perangkat android. Setelah aplikasi berjalan, sistem akan masuk ke tahap pemindaian marker atau image target melalui kamera perangkat. Pada tahap berikutnya, sistem melakukan proses pengambilan data dari asset yang tersedia, meliputi model 3D, materi pembelajaran dan audio. Data ini akan digunakan pada saat marker berhasil dikenali. Kemudian sistem melakukan pengecekan kondisi pada proses “marker terdeteksi?”. Pada tahap ini terdapat dua kemungkinan:

- Jika marker terdeteksi (*Yes*), maka sistem akan menampilkan objek 3D teknik oper bola di atas marker secara *real time*. Setelah itu, sistem melanjutkan ke proses menjalankan animasi Teknik oper sepak bola, sehingga pengguna dapat melihat visualisasi gerakan secara interaktif.
- Jika marker tidak terdeteksi (*No*), maka sistem akan mengarahkan pengguna ke proses interaksi alternatif, yaitu mengakses menu atau materi pembelajaran melalui input pengguna (*tap menu*).

Setelah animasi ditampilkan, sistem akan melakukan pengecekan pada kondisi “User berinteraksi”. Jika pengguna melakukan interaksi (*Yes*), seperti memilih menu atau membuka materi, maka sistem akan memproses input tersebut dan Kembali kelur interaksi (*loop*). Namun, jika pengguna tidak melakukan interaksi (*No*), maka akan berakhir pada tahap *End*.

4.4 Pengujian Aplikasi

4.4.1 Pengujian Alpha

Pengujian *alpha* dilakukan langsung oleh pembuat aplikasi dengan uji coba data sehingga tidak terjadi kesalahan sebanyak mungkin sebelum diuji coba oleh *user*, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *alpha*

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian	Hasil
1	Tampilan awal aplikasi (<i>splashscreen</i>)	User membuka aplikasi, sistem menampilkan <i>splashscreen</i>	Berhasil
2	Tampilan <i>loading bar</i>	User sebelum memasuki tampilan menu utama, sistem menampilkan <i>splashscreen</i>	Berhasil
3	Tampilan menu Utama	User masuk ke menu utama, sistem menampilkan menu utama dari aplikasi	Berhasil
4	Tampilan menu <i>play/mulai</i>	User masuk ke menu <i>play</i> , sistem menampilkan objek AR	Berhasil
5	Tampilan menu materi	User masuk ke menu materi, sistem menampilkan informasi mengenai sepak bola	Berhasil
6	Tampilan menu tentang	User masuk ke menu tentang, sistem menampilkan informasi tentang pembuat aplikasi	Berhasil
7	Tampilan menu <i>exit</i>	User memilih tombol keluar, sistem merespon untuk keluar aplikasi	Berhasil

4.4.2 Pengujian Beta

Pengujian dilakukan oleh setidaknya satu atau lebih *user* dalam lingkungan dengan cara nyata. Penulis memberikan kesempatan kepada murid SDN Jatirangga II yang didampingi oleh guru untuk melakukan pengujian beta testing pada aplikasi ini. Pengumpulan data pengujian yang dilakukan oleh guru menggunakan metode wawancara, sedangkan data pengujian yang dilakukan oleh murid yang didampingi oleh guru berbentuk kuesioner akhir penelitian dengan metode skala likert yang terdiri dari 5 pertanyaan dengan 5 tingkat persetujuan yang harus diisi penguji. Adapun hasil dari penelitian aplikasi mengoper bola ini terdapat pada Tabel 2 dengan Interval hasil pengujian adalah 20 didapatkan dari $100 / \text{jumlah skor} (100 / 5)$ yang berarti nilai 0 – 19,99% sama dengan sangat tidak setuju, 20 – 39,99% sama dengan tidak setuju, 40 – 59,99% sama dengan kurang setuju, 60 – 79,99% sama dengan setuju, 80 – 100% sama dengan sangat setuju. Kuesioner terdiri dari 5 pertanyaan yaitu:

- Aplikasi AR mudah digunakan.
- Tampilan desain, animasi, dan audio dalam aplikasi menarik.
- Aplikasi AR mudah untuk dipahami.
- Aplikasi AR dapat membantu pembelajaran dalam mengenali teknik dasar sepak bola.

Materi-materi dan objek 3D dalam bentuk animasi sudah sesuai dengan materi pembelajaran olahraga. Pertanyaan diisi oleh 2 Guru dan 30 Murid SDN Jatirangga II. Hasil perhitungan kuesioner akhir pengujian aplikasi mengoper bola dengan teknologi augmented reality dapat dilihat pada Tabel 2 dengan keterangan:

- Kuesioner terdiri 5 pertanyaan.
- Jumlah responden: 32 orang.
- Skor ideal (jumlah responden x poin tertinggi) = $32 \times 5 = 160$
- Persentase: $(\text{jumlah}(a) / \text{skor ideal}) \times 100$
- Interval = $100 / \text{skor tertinggi} = 100 / 5 = 20$

Berdasarkan hasil kuesioner, dapat diketahui bahwa pada pernyataan pertama mengenai aplikasi ini mudah digunakan, sebanyak 18 responden (56,3%) menjawab sangat setuju, 13 responden (40,6%) menjawab setuju, dan 1 reponden (3,1%) menjawab kurang setuju.

Pernyataan kedua mengenai tampilan desain, animasi, dan audio dalam aplikasi menarik sebanyak 15 responden (46,9%) menjawab sangat setuju, 14 responden (43,8%) menjawab setuju, dan 3 responden (9,4%) menjawab kurang setuju. Pernyataan ketiga mengenai aplikasi AR mudah untuk dipahami sebanyak 19 responden (59,4%) menjawab sangat setuju, 12 responden (37,5%) menjawab setuju dan 1 responden (3,1%) menjawab kurang setuju. Pernyataan keempat mengenai aplikasi AR dapat membantu pembelajaran dalam mengenali teknik dasar sepakbola sebanyak 16 responden (50%) menjawab sangat setuju, 14 responden (43,8%) menjawab setuju, dan 2 responden (6,3%) menjawab kurang setuju. Pernyataan kelima mengenai materi-materi dan objek 3D dalam bentuk animasi sudah sesuai dengan materi pembelajaran olahraga 15 responden (46,9%) menjawab sangat setuju dan setuju dan 2 responden (6,3%) menjawab kurang setuju.

Tabel 2. Pengujian beta

No	Skor					N-Max	Jumlah skor					Jumlah	Persentase (%)
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
1	0	0	1	13	18		0	0	3	52	90	145	91
2	0	0	3	14	15		0	0	9	56	75	140	88
3	0	0	1	12	19	160	0	0	3	48	95	146	91
4	0	0	2	14	16		0	0	6	56	80	142	89
5	0	0	2	15	15		0	0	6	60	75	141	88
												Jumlah	447
												Rerata (%)	89,4

4.4.3 Pengujian Waktu Respon Aplikasi

Tabel 3 merupakan pengujian *response time* dari aplikasi AR. Pengujian performa sistem dilakukan dengan mengukur waktu respon aplikasi ketika menampilkan objek *augmented reality* sejak *marker* terdeteksi oleh kamera. Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi, yaitu variasi pencahayaan (terang,

sedang, redup) dan jarak kamera terhadap *marker*. Berdasarkan hasil yang didapatkan didapatkan waktu respon sebesar 1,96 detik. Waktu respon tercepat 1,4 detik dan waktu terlama terjadi pada kondisi pencahayaan redup dengan jarak lebih jauh, yaitu 2,7 detik. Pada kondisi pencahayaan terang, waktu respon yang diperoleh relatif cepat, yaitu 1,4 detik pada jarak 20 cm; 1,6 detik pada 30 cm; dan 1,7 detik pada 40 cm. Selanjutnya pada kondisi pencahayaan sedang, waktu respon meningkat menjadi 1,8 detik (20 cm), 2 detik (30 cm) dan 2,1 detik (40 cm). Sementara itu pada kondisi pencahayaan redup, waktu respon menjadi paling lama, yaitu 2,3 detik pada jarak 20 cm; 2,5 detik pada 30 cm; dan 2,7 detik pada 40 cm. Namun terdapat satu hasil berbeda pada percobaan ke-10, yaitu pada kondisi redup dengan jarak 25 cm menghasilkan waktu respon 1,5 detik yang lebih cepat dibandingkan kondisi redup lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pencahayaan dan jarak kamera sangat mempengaruhi performa sistem dalam menampilkan.

Tabel 3. Hasil pengujian waktu respon aplikasi

Percobaan	Kondisi pencahayaan	Jarak kamera ke marker	Waktu respon (detik)
Uji 1	Terang	20 cm	1,4
Uji 2	Terang	30 cm	1,6
Uji 3	Terang	40 cm	1,7
Uji 4	Sedang	20 cm	1,8
Uji 5	Sedang	30 cm	2,0
Uji 6	Sedang	40 cm	2,1
Uji 7	Redup	20 cm	2,3
Uji 8	Redup	30 cm	2,5
Uji 9	Redup	40 cm	2,7
Uji 10	Redup	25 cm	1,5

5. KESIMPULAN

Dilakukan perancangan sistem dan pengujian aplikasi AR maka dapat disimpulkan: Perancangan aplikasi animasi AR pada Android dapat berlangsung pada level API 24 hingga API 30 (Android 7.0 Nougat – Android 11 Red Velvet Cake). Fitur-fitur yang membantu pembelajaran siswa/siswi kelas 4 sd dengan kapasitas penyimpanan memori sebesar 73 Mb, dari hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2 mendapatkan hasil sebesar 89,4 % dari kuesioner yang telah disebar kepada guru dan siswa. Memakai metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*), *Vuforia engine* untuk menampilkan animasi 3D, dan *software* Unity, dari hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2 soal nomer 4 mendapatkan hasil 88,75%, sehingga aplikasi animasi AR dapat membantu pembelajaran dan menambah pengetahuan mengenai teknik dasar sepakbola. Hasil pengujian Tabel 3 menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk penggunaan aplikasi adalah pada pencahayaan terang dengan jarak kamera sekitar 20 cm, yang menghasilkan waktu respon tercepat. Sementara itu, kondisi paling tidak optimal terjadi pada pencahayaan redup dengan jarak 40 cm, yang menghasilkan waktu respon paling lama. Performa terbaik pengguna aplikasi AR disarankan dilakukan pada lingkungan dengan pencahayaan dengan pencahayaan yang cukup dan jarak kamera yang tidak terlalu jauh dari *marker*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Wibowo, "Perancangan media pembelajaran teknik dasar sepak bola menggunakan teknologi augmented reality berbasis multi maker (studi kasus: SMA PGRI Klampok)," Universitas Amikom Purwokerto, Purwokerto, 2020.
- [2] S. Sintaro, A. Surahman, and N. Khairandi, "Aplikasi pembelajaran teknik dasar futsal menggunakan augmented reality berbasis android," *TELEFORTECH: Journal of Telematics and Information Technology*, vol. 1, no. 1, Jul. 2020, doi: 10.33365/tft.v1i1.860.
- [3] L. Yang, W. Susanti, A. Hajjah, Y. N. Marlim, and G. Tendra, "Perancangan media pembelajaran matematika menggunakan teknologi augmented reality," *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, vol. 20, no. 1, pp. 122–136, Jun. 2022, doi: 10.31571/edukasi.v20i1.3830.
- [4] R. T. Lolowang, A. S. M. Lumenta, and M. Putro, "Penerapan augmented reality 3 dimensi berbasis android untuk menentukan letak perabot dalam rumah," *Jurnal Teknik Informatika Unsrat*, vol. 11, no. 1, p. 142109, 2017.

-
- [5] A. S. Yudhistira, F. F. Purba, S. S. Munthe, and Y. I. Kristanto, "Media pembelajaran mengenal olahraga bola dengan menerapkan augmented reality (AR)," ResearchGate. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication>
- [6] D. Alvendri, Y. Huda, and R. Darni, "Perancangan media pembelajaran interaktif konsep dasar seluler menggunakan aplikasi unity berbasis android," *Journal on Education*, vol. 5, no. 4, pp. 11062–11076, 2023.
- [7] E. Erlinda and M. Masriadi, "Perancangan aplikasi mobile kamus istilah komputer untuk mahasiswa baru bidang ilmu komputer berbasis android," *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, vol. 3, no. 1, pp. 30–43, 2020.
- [8] M. Siddik and S. Samsir, "Rancang bangun sistem informasi POS (Point of Sale) untuk kasir menggunakan konsep bahasa pemrograman orientasi objek," *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, vol. 4, no. 1, p. 43, Jun. 2020, doi: 10.35145/joisie.v4i1.607.
- [9] G. Perdana, A. Cahyo, and A. A. R. Awaludin, "Sistem informasi pengolahan penjualan dan persediaan obat pada apotek fifa," *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, vol. 4, no. 02, pp. 203–210, Apr. 2023, doi: 10.30998/jrami.v4i02.5395.
- [10] H. E. Kartikawati and S. C. Wibawa, "Pengaruh pembelajaran daring dengan metode Q&A menggunakan aplikasi crossword puzzle game terhadap penerimaan pembelajaran mahasiswa dengan user acceptance test," *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, vol. 5, no. 1, pp. 307–316, 2020.
- [11] M. Wijana and L. D. Prasetio, "Rancang rancang bangun sistem informasi perpustakaan berbasis website di SMK Piramida Rancaekek," *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 15, no. 2, pp. 181–190, Nov. 2023, doi: 10.37424/informasi.v15i2.260.
- [12] G. Wulanndari, H. Rahmawati, and Y. L. N. Faizah, "Penerapan metode fifo fefo sistem informasi penjualan obat berbasis website pada apotek," *Sistematis*, vol. 2, no. 2, pp. 81–96, 2026.
- [13] S. I. W. Putra, "Implementasi teknologi markerless augmented reality menggunakan metode algoritma fast corner detection berbasis android (studi kasus multimedia buku interaktif kebudayaan lokal kalimantan barat)," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 7, no. 01, Jan. 2019, doi: 10.26418/coding.v7i01.30807.
- [14] T. V. Pharausia, T. Afrianto, and F. Amalia, "Penerapan teknologi augmented reality dalam pengenalan struktur hardware komputer pada media pembelajaran untuk meningkatkan minat belajar siswa SMK TKJ," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 7, no. 1, p. 38, Dec. 2021, doi: 10.21111/fij.v7i1.6432.
- [15] M. Y. S. Pasang, B. S. Narasiang, and B. A. Sugiarto, "Marble application development," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 16, no. 4, pp. 409–420, 2021.
- [16] A. N. Wahyudi, *Buku ajar sepak bola dasar*. Madiun: CV. Bayfa Cendekia Indonesia, 2020.

Biodata Penulis

Estu Sinduningrum, M.T. Lahir Jakarta, 14 September 1984, menyelesaikan Magister Manajemen Teknik Telekomunikasi di Universitas Telekom Bandung. Menjadi Dosen Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka (2014) sampai dengan saat ini (2025).

Abi Yoga Pangestu, S.T. Lahir Jakarta 2 Juli 2001, menyelesaikan pendidikan formal S1 Teknik Informatika di Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka (2022).

Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T. Lahir di Jakarta, 30 September 1969, menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Elektronika di Institut Sains dan Teknologi Nasional, S2 Teknik Telekomunikasi di Universitas Indonesia, dan S3 Teknik Telekomunikasi di International Islamic University Malaysia. Saat ini menjadi Dosen Tetap di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (2022–sekarang).