

IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA VISUALISASI STRATEGI LATIHAN SEPAK BOLA PADA KLUB LOKAL AS RAEMANA

Nadio Rodriques Gili Raga^{1*}, Dewi Anggraini², Yohanis Malelak³

^{1,2,3}Teknik informatika Strata Satu, Universitas Uyelindo

^{1*}nadiogili17@gmail.com, ²thewifoeh@gmail.com, ³yohanismalelak32@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/mtk.v12i2.6196>

ABSTRACT

The development of Augmented Reality (AR) technology provides significant opportunities to improve the quality of sports training, particularly in soccer, through more interactive and realistic strategy visualization. This study aims to design and develop an AR application as a visualization medium for soccer training strategies at the local AS Raemana soccer club, which faces limitations in strategy delivery through conventional methods such as whiteboards and verbal instructions, making it difficult for players to understand formations and game patterns in attacking and defensive situations. This study employed the Research and Development (R&D) method consisting of assessment, needs assessment, front-end analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The application was developed using Unity Engine and Vuforia SDK for Android, with key features including formation selection, strategy selection, marker scanning, and real-time 3D object visualization. Functional testing results showed that all application features operated according to the design and were declared valid. Based on a questionnaire administered to 21 respondents consisting of coaches and players of AS Raemana, all aspects received positive responses, with the percentage of respondents selecting "Strongly Agree" ranging from 61.9% to 100%, while the remaining respondents selected "Agree." These results indicate that the application can help coaches deliver strategies more clearly and assist players in understanding formations, positions, movements, and game strategies in both attacking and defensive situations. This study contributes an interactive and innovative AR-based training medium that has the potential to support the improvement of tactical understanding and training quality in local soccer clubs.

Keywords: *Augmented Reality, Football Tactical Visualization, Unity Engine, Vuforia SDK, Football Training Strategy.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam dunia olahraga. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Augmented Reality (AR), yaitu teknologi yang mampu memadukan objek virtual 3D dengan lingkungan nyata secara interaktif. AR tidak hanya digunakan dalam bidang hiburan dan pendidikan, tetapi juga dapat diterapkan dalam bidang olahraga sebagai media untuk meningkatkan kualitas latihan, strategi, dan performa atlet.

Dengan memanfaatkan AR, pelatih maupun pemain dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas berupa 3D, interaktif, dan mudah dipahami terkait strategi permainan yang akan diterapkan. Penelitian sebelumnya bahkan menunjukkan bahwa media AR dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dalam praktik passing sepak bola. Selain itu, studi lain menemukan bahwa penggunaan AR berdampak positif terhadap hasil belajar teknik dasar passing[1]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pemanfaatan AR sebagai media pembelajaran teknik dasar sepak bola di lingkungan pendidikan. Penelitian yang secara khusus mengembangkan AR sebagai media visualisasi strategi dan taktik permainan pada proses latihan klub sepak bola lokal masih sangat terbatas.

Padahal, penyampaian strategi permainan memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi karena melibatkan koordinasi antarpemain, perubahan posisi,

serta pola pergerakan yang dinamis. Kesenjangan penelitian inilah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini.

Sepak bola sebagai olahraga yang populer membutuhkan strategi latihan yang terstruktur dan efektif. Klub-klub sepak bola, baik profesional maupun lokal, perlu memanfaatkan metode pelatihan modern agar mampu meningkatkan kualitas permainan. Namun, dalam kenyataannya, penyampaian strategi latihan sering kali masih menggunakan metode sederhana, seperti gambar di papan tulis atau instruksi verbal dari pelatih. Metode ini terkadang kurang efektif karena visualisasi strategi sulit dipahami secara menyeluruh oleh pemain, terutama dalam menggambarkan pergerakan dinamis di lapangan. Selain itu, penyampaian strategi dengan cara sederhana berpotensi menimbulkan perbedaan pemahaman antar pemain, sehingga hasil latihan tidak berjalan sesuai harapan.

Klub lokal AS Raemana yang berasal dari Bajawa, menghadapi tantangan dalam upaya meningkatkan kualitas latihan dan daya saing. Sebagai klub daerah, AS Raemana masih banyak menggunakan cara latihan sederhana yang hanya mengandalkan papan strategi dan penjelasan lisan dari pelatih, sehingga terkadang kurang efektif dalam penyampaian strategi permainan. Metode sederhana ini membuat pemain sering mengalami kesulitan dalam memahami formasi maupun pola pergerakan yang bersifat dinamis, karena visualisasi yang ditampilkan sangat terbatas dan tidak mampu menggambarkan situasi nyata di

lapangan. Selain itu, sebagian besar pemain lebih mengandalkan pengalaman bermain daripada pemahaman taktik yang mendalam, sehingga strategi yang dirancang pelatih sering kali tidak dapat diterapkan secara konsisten.

Hal ini menimbulkan kebingungan di kalangan pemain, terutama ketika harus membaca strategi dalam kondisi bertahan maupun menyerang, sehingga peran masing-masing pemain tidak berjalan optimal[1]. Akibatnya, terdapat potensi miskomunikasi antara pelatih dan pemain, perbedaan pemahaman strategi antar pemain, hingga kesalahan dalam implementasi saat pertandingan. Permasalahan ini menunjukkan perlunya penerapan media pembelajaran atau pelatihan yang lebih interaktif dan realistis, agar pelatih dapat menyampaikan strategi dengan lebih jelas dan pemain mampu memahami taktik secara visual. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan tersebut adalah Augmented Reality (AR).

Teknologi AR mampu menampilkan objek tiga dimensi ke dalam dunia nyata, sehingga strategi, formasi, dan pola pergerakan pemain dapat divisualisasikan secara langsung dan lebih mudah dipahami oleh seluruh anggota tim[2]. Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi Augmented Reality sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola pada Klub Lokal AS Raemana menggunakan Unity Engine dan Vuforia SDK berbasis Android, serta mengevaluasi penerapannya dalam membantu pelatih menyampaikan strategi permainan dan meningkatkan pemahaman pemain terhadap formasi serta pola permainan.

Sebagai solusi atas permasalahan keterbatasan media penyampaian strategi latihan yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini mengusulkan penerapan teknologi Augmented Reality (AR) dalam bentuk aplikasi visualisasi strategi sepak bola. Teknologi AR dimanfaatkan untuk menampilkan posisi pemain serta perubahan formasi permainan secara interaktif dalam kondisi bertahan maupun menyerang berupa visualisasi 3D. Melalui aplikasi ini, pelatih dapat menjelaskan formasi awal, seperti 4-3-3, kemudian memperlihatkan secara visual 3D bagaimana formasi tersebut mengalami perubahan ketika tim mulai melakukan serangan sesuai dengan strategi yang diterapkan. Dalam situasi menyerang, visualisasi 3D AR mampu menunjukkan pergeseran posisi pemain, seperti naiknya bek sayap, pergerakan gelandang ke area serang, atau adanya tambahan jumlah pemain yang terlibat saat tim membangun serangan. Sebaliknya, ketika berada dalam kondisi bertahan, teknologi AR juga memvisualisasikan penyesuaian formasi menjadi lebih rapat dan terorganisir.

Dengan penerapan teknologi AR ini, pelatih dan pemain dapat memiliki pemahaman strategi yang lebih jelas dan seragam, mengurangi miskomunikasi dalam latihan, serta meningkatkan efektivitas latihan sepak bola pada klub lokal AS Raemana.

II. KAJIAN TERKAIT

Augmented Reality

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* sehingga menghasilkan visualisasi yang lebih interaktif. AR membantu meningkatkan pemahaman pengguna melalui penyajian objek tiga dimensi yang lebih konkret. Penerapan AR dalam dunia olahraga mulai berkembang pesat karena dapat membantu atlet maupun pelatih memahami strategi dan teknik secara visual. Misalnya, penelitian sistemik menunjukkan bahwa AR dapat menampilkan gerakan taktis dalam olahraga dan meningkatkan kesadaran posisi dan formasi tim secara *real time* [3].

Dalam olahraga, AR dapat memvisualisasikan strategi, formasi, dan pergerakan pemain sehingga memudahkan atlet memahami instruksi latihan[4]. Penelitian Ut Gong et al. [2] dan Kang et al. [5] juga menunjukkan bahwa AR mampu meningkatkan komunikasi taktis dan efektivitas strategi latihan. Oleh karena itu, AR berpotensi menjadi media pendukung latihan sepak bola di klub lokal seperti AS Raemana.

Unity Engine

Unity merupakan *game engine* yang banyak digunakan untuk mengembangkan aplikasi interaktif karena menyediakan fitur lengkap, seperti pengelolaan objek 3D, animasi, audio, dan *scripting* C#. Selain mudah digunakan, Unity mendukung berbagai platform, seperti Android, iOS, Windows, dan WebGL, sehingga efisien untuk pengembangan aplikasi edukasi dan simulasi. Dalam pengembangan Augmented Reality, Unity dapat diintegrasikan dengan SDK seperti Vuforia, ARCore, dan ARKit untuk menampilkan objek 3D secara *real-time*.

Penelitian Syahputra et al. [6] dan Momongan [7] menunjukkan bahwa kombinasi Unity, Vuforia, dan Blender mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui visualisasi 3D yang interaktif. Oleh karena itu, Unity menjadi platform yang tepat untuk pengembangan aplikasi AR edukatif.

Vuforia SDK

Vuforia merupakan salah satu *Software Development Kit* (SDK) yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR) karena memiliki kemampuan *image tracking* yang stabil dan akurat. Vuforia mendukung berbagai jenis pelacakan seperti *Image Target*, *Object Target*, *Ground Plane*, dan *Model Target* yang memungkinkan pengembang menampilkan objek virtual secara presisi di lingkungan nyata. Menurut Riyanto dan Suharto [8], integrasi Vuforia SDK dengan Unity 3D memungkinkan aplikasi mengenali *marker* secara akurat dan menampilkan objek tiga dimensi secara *real-time*, sehingga efektif digunakan sebagai media pembelajaran interaktif.

Selain itu, integrasi Vuforia dengan Unity membuat proses pengembangan aplikasi AR lebih efisien karena pengembang dapat mengatur objek 3D, animasi, serta interaksi yang muncul ketika *marker* dikenali oleh kamera. Dengan keunggulan tersebut, Vuforia sangat sesuai digunakan dalam pengembangan aplikasi visualisasi strategi sepak bola yang

membutuhkan tampilan formasi dan pergerakan pemain secara realistis dan responsif.

Integrasi Vuforia dengan Unity memudahkan pengembang dalam menambahkan objek 3D, animasi, dan interaksi secara efisien. Dalam penelitian ini, Vuforia dimanfaatkan untuk menampilkan formasi dan pergerakan pemain sepak bola secara *real-time*, sehingga membantu pengguna memahami strategi permainan dengan lebih jelas dan interaktif.

Marker

Marker merupakan elemen utama dalam teknologi Augmented Reality (AR) yang berfungsi sebagai acuan untuk mendeteksi posisi dan orientasi objek virtual. Ketika kamera mengenali marker, sistem akan menampilkan objek 3D secara tepat dan stabil di atas marker tersebut.

Selain itu, penggunaan *marker* juga memberikan kemudahan dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* karena proses pelacakannya lebih sederhana dibandingkan metode *markerless* yang bergantung pada fitur lingkungan. SDK seperti Vuforia memanfaatkan teknologi *marker-based tracking* yang memungkinkan pengembang menentukan model 3D, animasi, maupun informasi tambahan yang akan ditampilkan ketika *marker* dikenali. Menurut Endra dan Saputra [9], aplikasi AR yang dibangun menggunakan Unity3D dan Vuforia mampu mengenali *marker* yang telah terdaftar pada basis data Vuforia, kemudian menampilkan objek tiga dimensi secara *real-time* sesuai *marker* yang terdeteksi.

Sepak Bola

Sepak bola merupakan olahraga beregu yang menuntut kemampuan teknik, kerja sama tim, dan pemahaman strategi untuk mencapai hasil yang optimal. Keberhasilan tim tidak hanya ditentukan oleh kemampuan individu, tetapi juga oleh penerapan taktik, seperti formasi, pola menyerang, bertahan, dan transisi permainan.

Perkembangan teknologi, khususnya Augmented Reality (AR), memberikan solusi untuk memvisualisasikan strategi sepak bola secara lebih interaktif melalui objek tiga dimensi. Dengan AR, pelatih dan pemain dapat memahami formasi, pergerakan, serta pola permainan secara lebih jelas dibandingkan metode konvensional.

Dalam penelitian ini, AR digunakan sebagai media visualisasi strategi latihan pada klub lokal sehingga pemain lebih mudah memahami tugas posisi, pola pergerakan, dan transisi permainan. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran taktik dan kualitas latihan.

Strategi dan Visualisasi Taktik dalam Sepak Bola

Strategi dan taktik merupakan aspek penting dalam permainan sepak bola. Strategi adalah rencana permainan yang disusun pelatih untuk mencapai tujuan tim, sedangkan taktik merupakan penerapan strategi tersebut sesuai situasi di lapangan. Strategi meliputi pola menyerang, bertahan, dan transisi yang diwujudkan melalui berbagai formasi, seperti 4-4-2, 4-3-3, atau 3-5-2. Keberhasilan penerapan strategi sangat bergantung pada kemampuan pelatih dalam menyampaikan konsep

permainan serta pemahaman pemain terhadap peran masing-masing.

Dalam proses latihan, strategi umumnya disampaikan melalui papan taktik atau penjelasan lisan. Namun, metode tersebut memiliki keterbatasan dalam menggambarkan pergerakan pemain, rotasi posisi, dan dinamika permainan secara nyata. Oleh karena itu, penggunaan media visual seperti *Augmented Reality* (AR) menjadi alternatif yang lebih efektif karena mampu menampilkan simulasi formasi, pola pergerakan, serta strategi menyerang dan bertahan dalam bentuk tiga dimensi. Visualisasi ini membantu pemain memahami taktik secara lebih jelas, interaktif, dan mendekati kondisi pertandingan sehingga proses latihan menjadi lebih efektif [10]. Temuan tersebut sejalan dengan hasil *scoping review* yang menunjukkan bahwa penerapan AR dalam olahraga mampu meningkatkan kualitas latihan melalui visualisasi interaktif, *real-time feedback*, penguasaan keterampilan, serta pemahaman taktik dan pengambilan keputusan.

Penelitian Terdahulu

Penelitian berjudul *Football Augmented Reality Media Application for Student Learning Interests* bertujuan mengetahui pengaruh media AR terhadap minat belajar teknik *dribbling* sepak bola. Dengan metode eksperimen *pretest-posttest control group*, hasil penelitian menunjukkan peningkatan minat belajar sebesar 6,4% ($p < 0,05$), sehingga AR dinilai efektif meningkatkan ketertarikan siswa dalam pembelajaran sepak bola [11]. Penelitian berjudul *Pengaruh Media Augmented Reality terhadap Motivasi Belajar Passing Sepak Bola* menggunakan metode eksperimen kuasi untuk mengukur motivasi belajar siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media AR meningkatkan motivasi, fokus, dan pemahaman teknik *passing* melalui visualisasi tiga dimensi yang lebih interaktif [1]. Dalam penelitian *Pengembangan Media Pembelajaran Futsal Berbasis Augmented Reality 3D Visualization* menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model 4D. Media yang dikembangkan memperoleh validasi 90% dari ahli media dan 88% dari ahli materi sehingga dinyatakan sangat layak sebagai media pembelajaran strategi futsal [12].

Penelitian pengaruh AR terhadap hasil belajar *passing* sepak bola menggunakan metode *One Group Pretest-Posttest*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada kemampuan dan pengetahuan siswa dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), sehingga AR dinilai efektif meningkatkan hasil belajar [13].

Dalam penelitian *Memperkenalkan Rumah Adat TTU Melalui Teknologi Augmented Reality* mengembangkan aplikasi AR berbasis Unity dan Vuforia menggunakan metode MDLC [14]. Hasilnya, aplikasi berhasil menampilkan model 3D rumah adat secara *real-time* dan meningkatkan pengalaman belajar budaya yang lebih interaktif.

Alfayet [15] mengembangkan aplikasi AR sebagai media promosi wisata Waerebo menggunakan Unity dan *marker-based tracking*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa visualisasi objek 3D dan animasi mampu

meningkatkan daya tarik promosi serta memudahkan pengguna memahami informasi budaya dan wisata. Ut Gong et al. [2] melalui penelitian *Collaborative XRTactics: Augmented Reality for Tactical Communication in Team Sports* mengembangkan sistem AR untuk komunikasi taktis olahraga tim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR meningkatkan pemahaman strategi pemain hingga 35% dibandingkan metode visualisasi konvensional.

AS Raemana

Klub AS Raemana merupakan klub sepak bola lokal yang berasal dari Bajawa, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Klub ini didirikan pada tahun 2002 oleh pemuda Watujaji sebagai wadah pembinaan dan pengembangan bakat sepak bola bagi generasi muda di daerah tersebut.

AS Raemana telah mengikuti berbagai turnamen lokal dan regional dengan prestasi yang cukup membanggakan, di antaranya meraih Runner-up Copa Flores 2007 dan Top 4 Senandung Cup 1 tahun 2025. Prestasi tersebut menunjukkan perkembangan serta daya saing klub dalam kompetisi sepak bola daerah.

Selain menjalankan latihan rutin, AS Raemana juga telah membentuk akademi sepak bola untuk membina pemain usia muda melalui program latihan yang lebih terstruktur. Langkah ini menunjukkan komitmen klub dalam meningkatkan kualitas pemain dan mendukung perkembangan sepak bola lokal di Nusa Tenggara Timur.

III. METODE

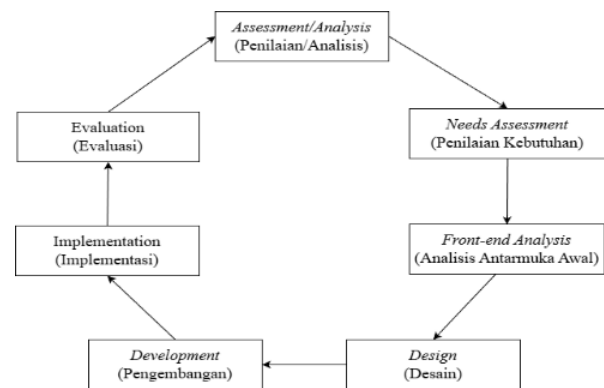
Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk mendukung pengembangan serta pengujian aplikasi Augmented Reality (AR). Perangkat keras yang digunakan yaitu laptop ASUS Vivobook dengan prosesor AMD Ryzen 5 5600H, RAM 16 GB, Windows 11 untuk proses perancangan dan pengembangan aplikasi, serta smartphone Infinix HOT 30i Android 13/14 dengan RAM 8 GB untuk pengujian pemindaian marker dan visualisasi objek 3D. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Windows, Unity Hub, Vuforia SDK, Blender, Google Chrome, dan marker sebagai media pendukung pengembangan aplikasi AR.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Lee dan Owens (2004). Metode R&D bertujuan menghasilkan suatu produk serta menguji kelayakannya melalui tahapan yang sistematis. Model Lee dan Owens dipilih karena dirancang khusus untuk pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia. Dalam penelitian ini digunakan model pengembangan tujuh tahap, yaitu Assessment/Analysis, Needs Assessment, Front-end Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan melalui observasi dan wawancara pada klub AS Raemana, yang menunjukkan bahwa penyampaian strategi masih menggunakan metode sederhana sehingga pemain kesulitan memahami formasi.

Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan dan perancangan aplikasi, meliputi desain antarmuka, marker, alur sistem, serta model 3D. Tahap pengembangan dilakukan dengan membuat aplikasi AR menggunakan Unity dan Vuforia, kemudian diimplementasikan pada sesi latihan untuk menguji fungsi marker, tampilan objek 3D, dan pemahaman strategi. Tahap akhir berupa evaluasi melalui masukan pelatih dan pemain terhadap kemudahan penggunaan, kejelasan visualisasi, serta efektivitas aplikasi dalam membantu penyampaian strategi latihan sepak bola. Subjek penelitian terdiri atas 21 responden yang merupakan pelatih dan pemain Klub Lokal AS Raemana.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, serta kuesioner menggunakan skala Likert empat tingkat, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase jawaban responden untuk mengetahui tingkat penerimaan dan efektivitas aplikasi Augmented Reality sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola.



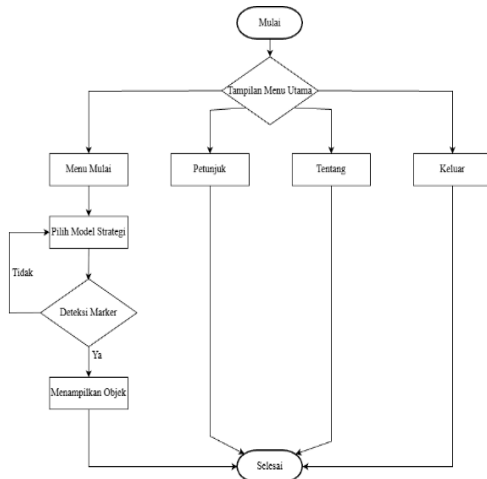
Gambar 1. Model R&D

Perancangan Sistem

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja aplikasi Augmented Reality (AR) strategi sepak bola secara keseluruhan, dimulai dari pengguna membuka aplikasi hingga proses visualisasi objek 3D. Ketika aplikasi dijalankan, pengguna akan diarahkan ke Tampilan Menu Utama yang menyediakan beberapa pilihan, yaitu Mulai, Instruksi, Tentang, dan Keluar. Jika pengguna memilih menu Mulai, sistem akan membawa pengguna ke halaman pemilihan model strategi untuk menentukan jenis formasi atau pola permainan yang ingin divisualisasikan. Setelah strategi dipilih, aplikasi memasuki tahap deteksi marker. Pada tahap ini, kamera perangkat akan memindai marker yang telah disediakan.

Apabila marker belum terdeteksi, pengguna diminta untuk mencoba kembali sampai marker dikenali. Jika marker berhasil terdeteksi, aplikasi akan menampilkan objek 3D berupa visualisasi formasi atau strategi sepak bola sesuai yang dipilih pengguna. Di sisi lain, jika pengguna memilih menu Instruksi, aplikasi akan menampilkan halaman petunjuk penggunaan yang berisi panduan singkat mengenai cara mengoperasikan

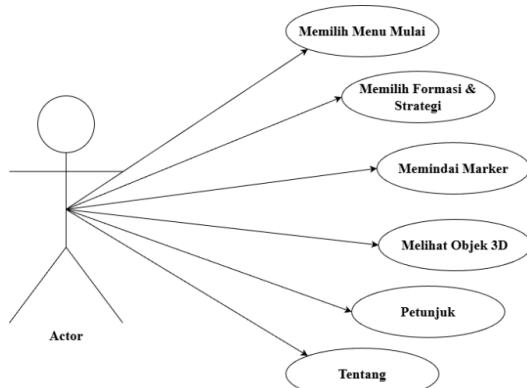
aplikasi. Pemilihan menu Tentang akan mengarahkan pengguna ke halaman informasi mengenai aplikasi, termasuk tujuan pengembangan dan penjelasan singkat terkait fungsi aplikasi. Apabila pengguna memilih menu Keluar, aplikasi akan langsung dihentikan dan proses berakhir. Seluruh alur pada flowchart ini menunjukkan bagaimana aplikasi memberikan navigasi yang jelas dan terstruktur sehingga pengguna dapat mengakses fitur utama aplikasi AR dengan mudah dan intuitif.



Gambar 2. Flowchart Aplikasi

Usecase diagram menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna aplikasi) dengan fitur-fitur utama yang tersedia dalam aplikasi *Augmented Reality* (AR) visualisasi strategi sepak bola. Terdapat beberapa aktivitas yang dapat dilakukan oleh pengguna, dimulai dari Memilih Menu Mulai, yaitu langkah awal untuk mengakses fitur utama aplikasi.

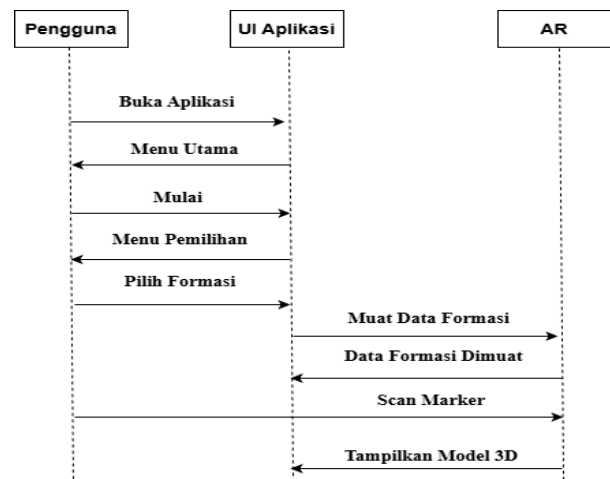
Setelah itu pengguna dapat Memilih Formasi dan Strategi, yang memungkinkan mereka menentukan jenis strategi permainan yang ingin divisualisasikan. Selanjutnya, pengguna dapat melakukan Pemindaian *Marker*, yaitu proses pemindaian gambar *marker* untuk memunculkan objek virtual. Setelah *marker* berhasil dikenali, pengguna dapat Melihat Objek 3D, yaitu visualisasi formasi atau strategi sepak bola dalam bentuk tiga dimensi. Selain fitur utama, pengguna juga dapat mengakses menu Petunjuk, yang berfungsi memberikan informasi mengenai cara penggunaan aplikasi, serta menu Tentang, yang berisi informasi singkat mengenai aplikasi dan tujuan pengembangannya.



Gambar 3. Usecase Diagram

Sequence diagram menggambarkan urutan interaksi antara pengguna, antarmuka aplikasi, dan sistem *Augmented Reality* dalam proses visualisasi strategi latihan sepak bola. Proses dimulai ketika pengguna membuka aplikasi, kemudian sistem menampilkan menu utama sebagai antarmuka awal. Dari menu utama, pengguna memilih menu Mulai untuk mengakses fitur utama aplikasi.

Setelah menu pemilihan strategi ditampilkan, pengguna memilih strategi atau formasi sepak bola yang diinginkan. Pilihan tersebut kemudian dikirim ke sistem untuk diproses sebagai data visualisasi. Selanjutnya, aplikasi mengaktifkan kamera perangkat untuk melakukan proses pemindaian *marker*. Sistem AR melalui *Vuforia* mendeteksi *marker* yang diarahkan oleh pengguna. Apabila *marker* berhasil dikenali, sistem akan memuat objek dan animasi 3D strategi sepak bola dari assets yang tersedia. Objek 3D kemudian ditampilkan secara real-time di atas *marker* pada layar perangkat. Proses ini memungkinkan pengguna melihat visualisasi formasi, posisi pemain, serta pola pergerakan secara interaktif. Setelah selesai, pengguna dapat kembali ke menu utama atau keluar dari aplikasi. Sequence diagram ini menunjukkan bahwa setiap aksi pengguna direspons oleh UI aplikasi dan diproses oleh sistem AR secara berurutan hingga menghasilkan visualisasi strategi sepak bola berbasis *Augmented Reality*.



Gambar 4. Sequence Diagram

Perancangan antarmuka pengguna (*User Interface/UI*) pada aplikasi *Augmented Reality* (AR) dibuat untuk memudahkan pelatih dan pemain AS Raemana dalam menggunakan aplikasi secara sederhana dan interaktif. Desain antarmuka terdiri dari beberapa halaman, yaitu menu utama, menu mulai, petunjuk, dan tentang. Menu utama menyediakan akses ke fitur mulai, petunjuk, informasi aplikasi, dan keluar. Pada menu mulai, pengguna dapat memilih formasi dan strategi yang akan divisualisasikan sebelum melakukan pemindaian *marker*. Setelah *marker* terdeteksi, aplikasi menampilkan objek 3D formasi pemain beserta informasi strategi, termasuk pola pergerakan saat menyerang dan bertahan yang didukung dengan audio penjelasan. Menu petunjuk berisi panduan penggunaan aplikasi, sedangkan menu tentang menampilkan

informasi mengenai tujuan dan manfaat aplikasi sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola berbasis AR.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi dilakukan untuk menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam sistem yang terstruktur. Aplikasi Augmented Reality (AR) visualisasi strategi sepak bola dirancang menggunakan Unity Engine yang terintegrasi dengan Vuforia SDK untuk proses pelacakan marker dan penampilan objek 3D. Aplikasi berbasis Android ini mencakup perancangan antarmuka, integrasi marker, serta penggabungan model 3D dari Blender ke Unity. Pengguna dapat memilih formasi dan strategi, kemudian melakukan pemindaian marker untuk menampilkan visualisasi strategi sepak bola secara *real-time*. Aplikasi dirancang sederhana dan interaktif agar membantu pelatih dan pemain memahami taktik permainan dengan lebih mudah dibandingkan metode konvensional.

Halaman Menu Utama

Halaman menu utama merupakan pusat navigasi aplikasi yang muncul setelah *splash screen*. Tampilan ini menampilkan judul aplikasi, latar bertema sepak bola, serta tombol utama seperti “Mulai”, “Tentang”, “Petunjuk”, dan “Keluar”. Logo AS Raemana juga ditampilkan sebagai identitas aplikasi. Desain menu utama dibuat sederhana dan mudah digunakan untuk mendukung akses pengguna terhadap fitur aplikasi.



Gambar 5. Halaman Menu Utama

Halaman Pemilihan Formasi

Halaman Pemilihan Formasi berfungsi untuk memilih formasi sepak bola yang akan divisualisasikan menggunakan teknologi Augmented Reality (AR). Pengguna dapat memilih opsi formasi 4-3-3 atau 4-4-2 sesuai kebutuhan latihan. Tampilan halaman menggunakan tema lapangan sepak bola dengan judul dan pilihan formasi yang mudah dipahami. Setelah formasi dipilih, pengguna diarahkan ke tahap pemindaian marker untuk menampilkan objek 3D, serta tersedia tombol kembali untuk menuju menu utama.



Gambar 6. Halaman Pemilihan Formasi

Halaman Pemilihan Strategi

Halaman Pemilihan Strategi berfungsi untuk menentukan strategi permainan yang akan divisualisasikan menggunakan AR. Pengguna dapat memilih dua opsi strategi, yaitu Menyerang dan Bertahan. Tampilan halaman menggunakan tema lapangan sepak bola dengan pilihan strategi yang mudah dipahami. Setelah strategi dipilih, pengguna diarahkan ke proses pemindaian marker untuk menampilkan objek 3D sesuai strategi yang dipilih, serta tersedia tombol kembali untuk menuju halaman sebelumnya.



Gambar 7. Halaman Pemilihan Strategi

Halaman Pindai Marker

Halaman Augmented Reality (AR) pada fitur pindai marker berfungsi untuk menampilkan visualisasi formasi sepak bola secara interaktif. Ketika kamera mendeteksi marker, sistem akan menampilkan objek 3D berupa lapangan sepak bola beserta susunan pemain sesuai formasi yang dipilih, seperti 4-3-3. Tampilan juga dilengkapi informasi posisi pemain dan tombol navigasi. Teknologi AR memungkinkan objek virtual mengikuti posisi marker secara *real-time*, sehingga membantu pengguna memahami strategi dan formasi permainan dengan lebih mudah.

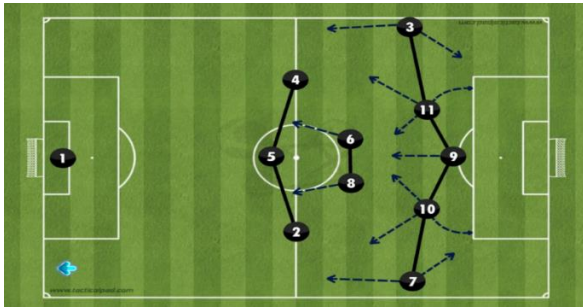


Gambar 85. Tampilan Pindai Marker

Halaman Info

Halaman info berfungsi memberikan penjelasan visual dan audio mengenai pola pergerakan pemain dalam suatu formasi sepak bola. Tampilan menampilkan posisi pemain, jalur umpan, serta arah pergerakan melalui garis

dan panah untuk menggambarkan strategi menyerang maupun transisi permainan. Halaman ini membantu pengguna memahami peran, koordinasi, dan pola permainan secara lebih jelas, serta dilengkapi tombol kembali untuk navigasi.



Gambar 9. Tampilan Halaman Info

Halaman Tentang

Halaman Tentang berfungsi memberikan informasi singkat mengenai tujuan dan fungsi aplikasi berbasis Augmented Reality (AR) sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola dalam bentuk objek 3D. Halaman ini menjelaskan manfaat aplikasi dalam membantu pelatih dan pemain memahami formasi serta taktik permainan secara interaktif. Tampilan menggunakan tema sepak bola dengan tombol kembali untuk navigasi ke menu utama.



Gambar 6. Halaman Tentang

Halaman Petunjuk

Halaman Petunjuk berfungsi memberikan panduan penggunaan aplikasi AR, mulai dari pemilihan formasi, pemindaian marker, hingga menampilkan objek 3D strategi permainan. Tampilan dirancang sederhana agar pelatih dan pemain mudah memahami alur penggunaan aplikasi, serta dilengkapi tombol kembali menuju menu utama.



Gambar 11. Halaman Petunjuk

Metode dan hasil pengujian aplikasi Augmented Reality visualisasi strategi latihan sepak bola pada klub lokal AS Raemana dilakukan menggunakan metode Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah berjalan sesuai fungsi yang dirancang serta dapat digunakan dengan baik oleh pelatih dan pemain dalam proses latihan dan pemahaman strategi sepak bola.

Table 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

No	Skenario Pengujian	Kasus Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Instalasi aplikasi	Menginstall aplikasi AR strategi sepak bola pada perangkat Android	Aplikasi berhasil terinstal dan dapat dijalankan	Sesuai harapan	Valid
2.	Navigasi menu utama	Klik tombol "Mulai"	Tampil halaman pemilihan formasi	Sesuai harapan	Valid
3.	Pemilihan formasi	Memilih formasi 4-3-3	Tampil halaman pemilihan strategi	Sesuai harapan	Valid
4.	Pemilihan strategi	Memilih strategi menyerang	Sistem menampilkan halaman pemindaian marker strategi menyerang	Sesuai harapan	Valid
5.	Pemindaian marker	Mengarahkan kamera ke marker strategi	Kamera mendeteksi marker yang digunakan Objek 3D formasi	Sesuai harapan	Valid
6.	Deteksi marker strategi	Deteksi marker strategi	dan strategi muncul di atas marker	Sesuai harapan	Valid
7.	Navigasi info	Klik tombol "Info"	Menampilkan detail strategi	Sesuai harapan	Valid
8.	Navigasi kembali	Klik tombol "Panah"	Kembali ke halaman sebelumnya	Sesuai harapan	Valid
9.	Menu petunjuk	Klik tombol "Petunjuk"	Sistem menampilkan langkah penggunaan aplikasi	Sesuai harapan	Valid
10.	Menu tentang	Klik tombol "Tentang"	Sistem menampilkan informasi aplikasi	Sesuai harapan	Valid
11.	Pengujian kondisi cahaya	Menggunakan aplikasi pada kondisi pencahayaan berbeda	Marker tetap dapat dideteksi dengan baik pada cahaya yang cukup	Sesuai harapan	Valid
12.	Keluar aplikasi	Klik tombol "Keluar"	Aplikasi tertutup	Sesuai harapan	Valid

Metode dan Hasil Pengujian

Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh fitur utama pada aplikasi Augmented Reality visualisasi strategi latihan sepak bola dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Alur navigasi mulai dari menu utama, pemilihan strategi atau formasi, proses pendeteksian marker, hingga tampilan objek 3D strategi sepak bola berjalan dengan lancar dan responsif. Selain itu, sistem mampu menampilkan visualisasi formasi dan strategi dengan baik sehingga memudahkan pelatih dan pemain dalam memahami taktik permainan.

Implementasi Pada Klub AS Raemana

Implementasi aplikasi Augmented Reality (AR) visualisasi strategi latihan sepak bola pada klub AS Raemana dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu koordinasi dengan pihak klub, persiapan perangkat dan marker, pengenalan aplikasi kepada pelatih dan pemain, penyampaian strategi permainan, serta penerapan aplikasi dalam sesi latihan. Aplikasi digunakan untuk menampilkan visualisasi formasi dan pola permainan dalam bentuk objek 3D, kemudian pemain mempraktikkan strategi berdasarkan hasil visualisasi. Tahap akhir dilakukan dengan penyebaran kuesioner untuk memperoleh tanggapan dan evaluasi terhadap penggunaan aplikasi AR.



Gambar 12. Pemain sedang mendengarkan instruksi dari Pelatih

Gambar ini menunjukkan pengenalan aplikasi kepada pelatih dan pemain. Terlihat semua pemain berkumpul dan mendengarkan arahan dari pelatih. Pelatih juga memberikan instruksi kepada pemain mengenai strategi atau formasi yang akan digunakan dalam aplikasi startegi sepak bola.



Gambar 13. Implementasi aplikasi di sesi latihan

Gambar di atas menunjukkan para pemain sedang menggunakan aplikasi strategi sepak bola pada sesi latihan. Terlihat beberapa pemain sedang fokus dalam penggunaan teknologi AR untuk memahami visualisasi strategi atau yang akan digunakan.



Gambar 14. Pemain sedang melakukan latihan

Gambar diatas menunjukkan para pemain sedang melakukan sesi latihan. Situasi dilapangan menunjukkan pemain sedang menguasai bola untuk melakukan proses penyerangan. Terlihat beberapa pemain dari tim menyerang sedang melakukan pergerakan tanpa bola ke arah posisinya. Salah satu pemain sedang melihat arah bola dan mencoba melakukan pergerakan sesuai peran dan posisinya dalam formasi atau strategi menyerang 4-3-3.

Hasil Kusioner Responden.

Data penelitian diperoleh melalui observasi dan penyebaran kuesioner kepada 21 responden yang terdiri atas pelatih dan pemain klub AS Raemana yang terlibat dalam implementasi aplikasi *Augmented Reality* (AR). Observasi dilakukan selama proses penerapan aplikasi untuk mengetahui kesesuaian fungsi aplikasi dengan kebutuhan latihan strategi sepak bola. Selanjutnya, kuesioner digunakan untuk memperoleh tanggapan pengguna terhadap aplikasi yang telah dikembangkan. Instrumen kuesioner menggunakan skala Likert 4 poin, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Penggunaan skala empat tingkat bertujuan untuk menghindari pilihan netral sehingga responden memberikan penilaian yang lebih jelas terhadap setiap pernyataan.

Kuesioner terdiri atas 10 butir pernyataan yang disusun berdasarkan beberapa indikator penilaian, yaitu: (1) tampilan antarmuka aplikasi, (2) kemudahan penggunaan menu dan fitur, (3) kemudahan proses pemindaian *marker*, (4) kualitas visualisasi objek tiga dimensi (3D), (5) kejelasan visualisasi formasi permainan, (6) kejelasan visualisasi strategi menyerang, (7) kejelasan visualisasi strategi bertahan, (8) manfaat aplikasi dalam membantu pelatih menjelaskan strategi serta membantu pemain memahami posisi dan perannya, (9) tingkat ketertarikan pengguna terhadap penggunaan teknologi *Augmented Reality* dalam latihan sepak bola, dan (10) manfaat aplikasi secara keseluruhan sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola.

Data hasil kuesioner selanjutnya direkapitulasi dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat penerimaan dan keberhasilan implementasi aplikasi *Augmented*

Reality sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola pada klub AS Raemana.

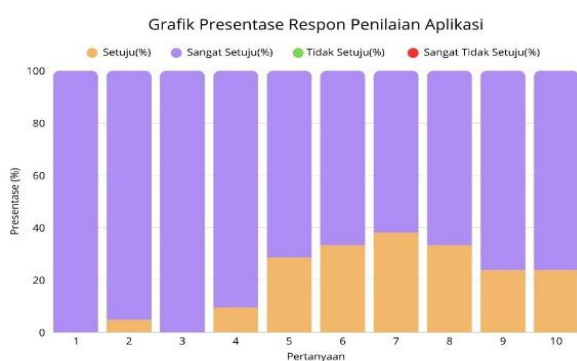
Table 2. Hasil Kuesioner Responden

Pertanyaan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju	Total Responden
1.	21	0	0	0	21
2.	20	1	0	0	21
3.	21	0	0	0	21
4.	19	2	0	0	21
5.	15	6	0	0	21
6.	14	7	0	0	21
7.	13	8	0	0	21
8.	14	7	0	0	21
9.	16	5	0	0	21
10.	16	5	0	0	21

Dari data diatas, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian yang positif terhadap aplikasi strategi sepak bola dengan rincian sebagai berikut:

Table 3. Presentase Penilaian Responden

Pertanyaan	Sangat Setuju(%)	Setuju (%)	Tidak Setuju (%)	Sangat Tidak Setuju(%)
1.	100	0.0	0.0	0.0
2.	95.2	4.8	0.0	0.0
3.	100	0.0	0.0	0.0
4.	90.5	9.5	0.0	0.0
5.	71.4	28.6	0.0	0.0
6.	66.7	33.3	0.0	0.0
7.	61.9	38.1	0.0	0.0
8.	66.7	33.3	0.0	0.0
9.	76.2	23.8	0.0	0.0
10.	76.2	23.8	0.0	0.0



Gambar 7. Grafik Presentase Respon Penilaian Aplikasi

Grafik di atas menunjukkan hasil kuesioner dari 21 responden terhadap aplikasi *Augmented Reality* visualisasi strategi latihan sepak bola, di mana sebagian besar responden memberikan penilaian “Sangat Setuju” dan “Setuju” pada setiap aspek aplikasi.

Rumus persentase

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase hasil penilaian

F = Frekuensi/jumlah responden yang memilih suatu jawaban

N = Jumlah seluruh responden

100% = Nilai pengali untuk mendapatkan persentase



Gambar 8. Pemain sedang menggunakan aplikasi

Pada gambar diatas menunjukan para pemain sedang menggunakan aplikasi secara berkelompok. Karena keterbatasan jumlah perangkat, para pemain harus bergantian menggunakan aplikasi. Meski demikian, para pemain terlihat aktif dan saling memberi arahan.



Gambar 9. Pemain sedang mengarahkan kamera ke marker

Gambar diatas menampilkan pemain sedang mengarahkan kamera ponsel ke *marker* formasi. Konsentrasi pemain dalam memastikan kamera dapat mendeteksi *marker* agar menampilkan objek 3D.



Gambar 10. Pemain sedang memahami strategi

Gambar diatas melihatkan pemain sedang mencoba memahami startegi atau peran dan posisinya saat

bermain sesuai dengan strategi yang coba di jalankan pada aplikasi.

Analisis Hasil Implementasi

Berdasarkan hasil observasi dan penyebaran kuesioner kepada 21 responden, diperoleh beberapa temuan mengenai implementasi aplikasi *Augmented Reality* (AR) sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola pada klub AS Raemana.

Dari aspek kemenarikan aplikasi, seluruh responden (100%) menyatakan Sangat Setuju bahwa tampilan aplikasi dirancang dengan jelas, menarik, dan mudah digunakan. Selain itu, aspek visualisasi objek tiga dimensi (3D) memperoleh tanggapan positif, yaitu sebesar 90,5% responden memilih Sangat Setuju dan 9,5% memilih Setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa visualisasi berbasis AR mampu memberikan tampilan yang lebih menarik, realistis, dan membantu pengguna memahami strategi permainan sepak bola.

Pada aspek kemudahan penggunaan, sebanyak 95,2% responden menyatakan Sangat Setuju dan 4,8% menyatakan Setuju bahwa menu dan fitur aplikasi mudah dipahami tanpa memerlukan bantuan orang lain. Persentase tersebut menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat *usability* yang baik, meskipun sebagian kecil pengguna masih memerlukan sedikit pendampingan pada saat penggunaan awal.

Berdasarkan aspek kinerja teknis aplikasi, seluruh responden (100%) menyatakan Sangat Setuju bahwa proses pemindaian *marker* dapat dilakukan dengan mudah dan berjalan dengan baik. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa aplikasi mampu mendeteksi *marker* secara cepat dan stabil tanpa mengalami kendala yang berarti, termasuk pada kondisi pencahayaan yang kurang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi *marker-based tracking* pada aplikasi telah berfungsi dengan baik selama proses pengujian.

Pada aspek pemahaman formasi dan strategi, visualisasi formasi 4-3-3 dan 4-4-2 memperoleh tanggapan positif, yaitu 71,4% responden menyatakan Sangat Setuju dan 28,6% menyatakan Setuju. Selanjutnya, visualisasi strategi menyerang memperoleh nilai 66,7% Sangat Setuju dan 33,3% Setuju, sedangkan visualisasi strategi bertahan memperoleh nilai 61,9% Sangat Setuju dan 38,1% Setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa visualisasi berbasis AR mampu membantu pengguna memahami posisi pemain, pola pergerakan, serta strategi menyerang dan bertahan dengan lebih jelas dibandingkan penyampaian strategi secara konvensional.

Secara keseluruhan, aplikasi memperoleh tanggapan yang sangat positif dari responden. Aspek penggunaan teknologi *Augmented Reality* dalam latihan strategi sepak bola memperoleh nilai 76,2% Sangat Setuju dan 23,8% Setuju, yang menunjukkan bahwa penggunaan AR membuat proses latihan menjadi lebih menarik dan interaktif. Selain itu, aspek manfaat aplikasi dalam membantu memahami strategi latihan sepak bola juga memperoleh hasil yang sama, yaitu 76,2% Sangat Setuju dan 23,8% Setuju. Temuan ini menunjukkan bahwa aplikasi *Augmented Reality* yang dikembangkan mampu menjadi media pembelajaran yang efektif untuk membantu pelatih dalam menjelaskan strategi

permainan serta meningkatkan pemahaman pemain terhadap formasi, posisi, dan pola permainan sepak bola. Dari hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi strategi sepak bola mendapatkan penerimaan yang sangat baik sebagai media visualisasi startegi pada klub AS Raemana. Kemenarikan aplikasi,kinerja aplikasi,dan pemahaman strategi membantu pemain memahami peran dan posisinya saat bermain.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putra dan Komaini[12] mengenai pengembangan media pembelajaran futsal berbasis *Augmented Reality* 3D Visualization. Penelitian tersebut memperoleh validasi sebesar 90% dari ahli media dan 88% dari ahli materi serta menunjukkan bahwa media AR membantu pengguna memahami formasi, pola serangan, dan pergerakan pemain secara lebih realistis. Perbedaannya, penelitian Putra dan Komaini berfokus pada validasi kelayakan media, sedangkan penelitian ini berfokus pada tanggapan langsung pelatih dan pemain Klub AS Raemana setelah aplikasi diterapkan dalam kegiatan latihan.

Kelebihan dan Kekurangan Aplikasi

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, aplikasi *Augmented Reality* (AR) visualisasi strategi sepak bola pada klub AS Raemana memiliki kelebihan berupa tampilan yang mudah digunakan, proses pemindaian *marker* yang stabil, serta visualisasi objek 3D yang membantu pemain memahami formasi, strategi menyerang, dan bertahan dengan lebih jelas. Aplikasi juga memudahkan pelatih dalam menyampaikan taktik secara interaktif. Namun, aplikasi masih memiliki beberapa kekurangan, seperti keterbatasan animasi pergerakan pemain, belum adanya indikator arah serangan, pilihan formasi yang terbatas, ukuran aplikasi yang cukup besar (974mb), serta kebutuhan perangkat dengan spesifikasi yang memadai. Pengembangan selanjutnya diharapkan dapat menambahkan fitur dan meningkatkan interaktivitas visualisasi strategi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi aplikasi *Augmented Reality* (AR) sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola pada klub lokal AS Raemana, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) berbasis Android menggunakan Unity dan Vuforia SDK sebagai media visualisasi strategi latihan sepak bola. Aplikasi yang dikembangkan mampu menampilkan visualisasi strategi dan formasi permainan dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) melalui proses pemindaian *marker* secara *real-time*. Aplikasi ini dilengkapi dengan beberapa fitur utama, yaitu menu pemilihan formasi, pemilihan strategi menyerang dan bertahan, tampilan objek 3D, menu petunjuk, serta menu tentang yang telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.

Penerapan teknologi AR pada aplikasi ini juga mampu membantu pelatih dalam menyampaikan strategi permainan secara lebih interaktif, jelas, dan mudah dipahami dibandingkan metode konvensional seperti penggunaan papan tulis maupun penjelasan secara lisan. Melalui visualisasi objek 3D, pemain dapat memahami

posisi pemain, perubahan formasi, serta pola strategi dalam kondisi menyerang dan bertahan secara lebih realistis. Dengan demikian, aplikasi ini dapat meningkatkan efektivitas komunikasi taktik antara pelatih dan pemain serta mendukung proses latihan sepak bola pada klub AS Raemana menjadi lebih modern, interaktif, dan mudah dipahami.

,” vol. 14, no. c, pp. 48–58, 2023.

REFERENSI

- [1] W. Asih and Mochamad Ridwan, “Pengaruh Media Augmented Reality Terhadap Motivasi Belajar Passing Sepak Bola,” *J. Mhs. Pendidik. Olahraga*, vol. 3, no. 2, pp. 123–130, 2023, doi: 10.55081/jumper.v3i2.903.
- [2] U. Gong, H. John, A. Paulson, Q. Zhang, Z. Yin, and S. Zollmann, “Collaborative XRTactics: A Formative Study on Tactical Communication in Outdoor Team Sports,” 2024, [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2408.14305>
- [3] P. Soltani and A. H. P. Morice, “Augmented reality tools for sports education and training .,” pp. 0–33, 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.103923.
- [4] A. Rama and W. Lofandri, “Paradigma augmented reality dalam pelatihan olahraga : studi konseptual tentang cognitive load theory,” vol. 10, pp. 259–276, 2025, doi: 10.23916/086248011.
- [5] M. Telepresence, “PanoCoach: Enhancing Tactical Coaching and Communication in Soccer with Mixed-Reality Telepresence”.
- [6] F. Syahputra, T. Naufal, E. Haqnizo, and W. Ramadhi, “Penggunaan Teknologi Augmented Reality pada Aplikasi Bangun Ruang Sederhana Berbasis Unity dan Vuforia Engine,” vol. 2, no. 4, 2024.
- [7] E. Gallant, G. Momongan, S. M. Lumenta, and P. D. K. Manembu, “Augmented Reality User Defined Target Aplikasi Pembelajaran Rangka Manusia Berbasis Android”.
- [8] R. Artikel and A. Suharso, “Implementasi Augmented Reality Pengenalan Hewan , Buah dan Kendaraan Untuk Pendidikan Usia Dini Implementation of Augmented Reality Introduction of Animals , Fruits and Vehicles for Early Childhood Education,” vol. 8, pp. 351–363, 2022.
- [9] R. Y. Endra and M. Saputra, “Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Metode Marker untuk Alternatif Pembelajaran Praktek Perakitan Komputer,” vol. 15, no. 2, 2022.
- [10] N. Gazali, A. Rahmadani, R. Cendra, and M. F. Makorohim, “Global trends and research directions of augmented reality in sports: A bibliometric and scoping review,” vol. 4, no. 1, pp. 97–116, 2026.
- [11] J. P. Jasmani, “No Title,” vol. 4, no. 1, pp. 97–106, 2023.
- [12] B. R. Ilahi and F. Hiasa, “Kinestetik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani Development of Futsal Learning Media Based on Augmented Reality 3D Visualization to Improve Physical Education Students Practicum Learning Results,” vol. 7, no. 3, pp. 833–842, 2023.
- [13] A. N. Kumalasari and Mochamad Ridwan, “Pengaruh Penggunaan Media Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Passing Sepak Bola Peserta Didik,” *J. Mhs. Pendidik. Olahraga*, vol. 3, no. 2, pp. 76–85, 2023, doi: 10.55081/jumper.v3i2.904.
- [14] J. Lin, “AUGMENTED REALITY MENJAGA WARISAN BUDAYA DI ERA DIGITAL,” vol. 4, 2025.
- [15] P. W. Waerebo, “Program Studi Teknik Informatika