

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK) merupakan salah satu bidang yang memiliki peran penting dalam pengembangan fisik, mental, dan sosial peserta didik. Namun, dalam pelaksanaannya, terdapat berbagai tantangan, termasuk keterbatasan media pembelajaran yang interaktif dan inovatif. Teknologi *Augmented Reality* (AR) menawarkan solusi potensial untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan menyediakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif. Melalui AR, materi PJOK dapat disampaikan dengan visualisasi yang lebih menarik dan interaktif, meningkatkan pemahaman dan motivasi. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada pengembangan media pembelajaran berbasis AR untuk mata pelajaran PJOK.

Pendidikan Jasmani Olahraga dan Kesehatan yang diajarkan disekolah memiliki peran yang sangat penting yaitu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam berbagai pengalaman belajar melalui aktivitas jasmani, olahraga, dan kesehatan yang dilakukan secara sistematis. Pembelajaran Pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan diarahkan untuk membina pertumbuhan fisik dan pengembangan psikis yang lebih baik.

Pada zaman ini hampir seluruh masyarakat Indonesia memiliki perangkat yang dinamakan *smartphone*. Kehadiran *smartphone* sebagai media pendukung proses belajar menjadi sangat dibutuhkan untuk penerapan sistem tersebut. Disertai

dengan internet, kecanggihan *smartphone* untuk mengakses berbagai macam informasi akan lebih cepat dan mudah. Proses pembelajaran antara guru dan siswa juga akan lebih interaktif. *Smartphone* merupakan salah satu wujud realisasi *ubiquitous computing (ubicom)* di mana teknologi tersebut memungkinkan proses komputasi dapat terintegrasi dengan berbagai aktifitas keseharian manusia dengan jangkauannya yang tidak dibatasi dalam satu wilayah atau suatu *scope area*. Dari latar belakang tersebut maka peneliti akan membuat suatu judul penelitian yaitu **“Media Pembelajaran Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*,** yang bertujuan untuk memberikan penjelasan tentang teori dari gerakan-gerakan berolahraga khususnya olahraga renang. Sistem ini akan menggunakan teknologi *Augmented Reality* dimana siswa akan merasakan sensasi pembelajaran teori olahraga akan lebih berbeda dibandingkan hanya melihat dari buku pelajaran. yang mana siswa dapat melihat materi pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan melalui teknologi *augmented reality* menampilkan tampilan materi berbentuk tiga dimensi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan media pembelajaran PJOK berbasis *Augmented Reality*?
2. Apa saja tantangan dan kendala dalam implementasi media pembelajaran berbasis AR di kelas PJOK?

C. Batasan Masalah

Untuk dapat menghasilkan penelitian yang lengkap, akurat dan tepat waktu dalam Sistem yang dibangun, Maka penulis membatasi beberapa permasalahan berikut:

1. Rancang bangun aplikasi sebagai media pembelajaran ini hanya terfokus pada cabang olahraga Renang.
2. Sistem Menggunakan *Markerless* .
3. Aplikasi ini hanya bisa diakses pada *smartphone android* saja.

D. Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah rincian tujuan berdasarkan rumusan masalah yang telah di definisikan dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang bangun aplikasi *augmented reality* berdasarkan materi pembelajaran olahraga renang.
2. Menampilkan aplikasi media pembelajaran *augmented reality* berdasarkan materi pembelajaran olahraga renang.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam pembuatan aplikasi ini yaitu:

1. Manfaat untuk penulis

Adapun manfaat bagi penulis adalah dapat mengembangkan teknologi *Augmented Reality* dan lebih memahami teknologi ini.

2. Manfaat untuk Siswa

Adapun manfaat bagi siswa adalah dapat merasakan sensasi yang berbeda saat belajar Pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan dalam

pengenalan olahraga renang.

3. Manfaat untuk universitas

Adapun manfaat bagi universitas adalah dapat menjadi referensi dan bahan untuk mengembangkan aplikasi yang sudah ada bagi peneliti selanjutnya.

F. Sistematika Penulisan

Agar pembahasan lebih sistematis, maka tulisan ini dibuat dalam lima bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang uraian latar belakang pemilihan judul Pengembangan media pembelajaran Pendidikan jasman olahraga dan Kesehatan menggunakan teknologi *Augmented Reality*, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan tentang teori-teori yang mendukung dalam pembahasan penyusunan skripsi ini serta bahasa pemrograman yang digunakan sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikan masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilalui dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu jenis penelitian, tempat penelitian, waktu penelitian, metode pengumpulan data, alat, dan bahan penelitian, tahapan

penelitian, rancangan penelitian serta *Flowchart* sistem yang dibuat untuk penelitian ini.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai rancangan sistem yang telah dibuat, metode dan teknik pengujian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini penelitian mencantumkan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality* untuk Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar
 - a) Peneliti: Dr. Aulia Syafira
 - b) Tempat Penelitian: Makassar, 2021
 - c) Deskripsi: Penelitian ini mengembangkan aplikasi AR untuk memperkaya pembelajaran IPA dengan visualisasi interaktif yang meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah.
2. Implementasi *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Matematika untuk Siswa Sekolah Basar
 - a) Peneliti: Dr. Rachmat Andi
 - b) Tempat Penelitian: Gowa, 2020
 - c) Deskripsi: Penelitian ini memanfaatkan AR untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep matematika seperti geometri dan aritmetika, dengan peningkatan signifikan dalam keterlibatan siswa.

3. Penggunaan Teknologi *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Sains di Sulawesi Selatan

- a) Peneliti: Dr. Mutiara Hidayat
- b) Tempat Penelitian: Parepare, 2022
- c) Deskripsi: Penelitian ini meneliti penggunaan AR untuk pembelajaran sains di sekolah dasar, dengan fokus pada peningkatan interaktivitas dan motivasi belajar siswa.

B. Media

Secara *etimologis* kata “media” berasal dari bahasa Latin, yaitu “*medius*” yang artinya tengah, perantara, atau pengantar. Dalam bahasa Indonesia kata medium mengandung arti antara (menyatakan posisi) atau sedang (menyatakan ukuran).

Media adalah segala bentuk sarana atau alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan, informasi, atau komunikasi dari satu pihak kepada pihak lainnya. Secara umum, media dapat mencakup berbagai bentuk, mulai dari media cetak seperti buku, koran, dan majalah hingga media elektronik seperti radio, televisi, dan internet. Fungsi utama media adalah sebagai penghubung antara pengirim pesan dengan penerima pesan, memastikan bahwa informasi dapat sampai dengan jelas dan tepat sasaran. Media juga berperan penting dalam menyebarkan informasi kepada khalayak yang lebih luas, baik dalam konteks pendidikan, hiburan, bisnis, maupun politik.

Pendapat lain mengatakan arti media adalah segala bentuk saluran yang dapat digunakan untuk menyampaikan informasi atau pesan. Dengan kata lain, media dapat didefinisikan sebagai sarana untuk menyampaikan suatu pesan.

Pengertian media menurut para ahli :

- a. **Syaiful Bahri Djamarah** media adalah suatu alat bantu yang dapat digunakan sebagai penyalur pesan guna mencapai tujuan.
- b. **Arif S. Sadirman** media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan dan merangsang siswa untuk belajar.
- c. **Ahmad Rohani** media adalah segala sesuatu yang dapat ditangkap oleh indera manusia dan berfungsi sebagai perantara, sarana, atau alat untuk proses komunikasi.
- d. **Leslie J. Briggs** media adalah suatu alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi. Media dapat berupa video, gambar, buku, televisi, dan lain sebagainya.

Dalam konteks pendidikan, media memainkan peran yang sangat krusial. Dengan adanya media, proses pembelajaran dapat menjadi lebih interaktif dan menarik. Misalnya, penggunaan video pembelajaran, presentasi multimedia, dan aplikasi digital telah membantu siswa lebih mudah memahami konsep-konsep yang rumit. Selain itu, media memungkinkan para pendidik untuk menghadirkan materi pembelajaran secara lebih dinamis dan variatif, sehingga mampu merangsang minat belajar siswa. Di dunia modern, platform online dan media digital telah menjadi alat utama dalam proses belajar mengajar, menggantikan metode tradisional yang bersifat satu arah.

Di dunia bisnis, media juga memiliki peranan penting, terutama dalam hal pemasaran dan promosi. Melalui media, perusahaan dapat menjangkau audiens yang lebih luas dengan biaya yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional seperti iklan cetak. Misalnya, media sosial seperti Instagram, Facebook, dan Twitter telah menjadi alat utama dalam kampanye pemasaran digital. Media ini memungkinkan interaksi langsung antara perusahaan dan konsumen, memungkinkan umpan balik yang lebih cepat dan efektif. Selain itu, media juga memungkinkan perusahaan untuk membangun citra merek dan meningkatkan kesadaran publik terhadap produk atau layanan mereka.

Media juga memainkan peran penting dalam dunia politik dan sosial. Berkat media, informasi tentang peristiwa politik, kebijakan pemerintah, atau isu-isu sosial dapat dengan cepat disebarkan kepada masyarakat luas. Media massa seperti televisi, radio, dan portal berita online berfungsi sebagai pengawas atau pengontrol sosial yang dapat memberikan informasi yang dibutuhkan publik. Media juga berperan dalam pembentukan opini publik dan dapat mempengaruhi persepsi masyarakat terhadap isu-isu tertentu. Namun, di balik manfaatnya, media juga bisa digunakan untuk penyebaran informasi yang salah atau hoaks, sehingga diperlukan kecerdasan dalam mengonsumsi media.

C. Pembelajaran

Apa itu pembelajaran? Pembelajaran memiliki makna yang berbeda dengan belajar. Pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berpikir yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa, serta dapat meningkatkan kemampuan mengkontruksikan pengetahuan baru.

Pembelajaran juga menjadi sebuah upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran. Hal ini tentu berbeda dengan pengertian belajar, yang dapat diartikan sebagai sebuah upaya untuk memperoleh kepandaian atau ilmu, berlatih, berubah tingkah laku atau tanggapan yang disebabkan oleh pengalaman.

Pengertian pembelajaran menurut para ahli.

- a. **Gagne** pembelajaran adalah seperangkat peristiwa-peristiwa eksternal yang dirancang untuk mendukung beberapa proses belajar yang bersifat internal.
- b. **Munif Chatib** pembelajaran merupakan proses *transfer* ilmu dua arah, antara guru sebagai pemberi informasi dan siswa sebagai penerima informasi.
- c. **Warsita** pembelajaran merupakan suatu usaha untuk membuat peserta didik belajar atau suatu kegiatan untuk membelajarkan peserta didik.
- d. **Achjar Chalil** pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.

Pembelajaran adalah proses di mana individu memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai, atau sikap melalui pengalaman, pengajaran, atau penelitian. Pembelajaran bisa berlangsung secara formal, seperti di sekolah atau universitas, maupun informal, seperti melalui interaksi sosial, media, atau pengalaman sehari-hari. Dalam proses pembelajaran, seseorang tidak hanya mengumpulkan informasi tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menganalisis, dan mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam berbagai situasi. Pembelajaran adalah salah satu aspek penting dalam pengembangan diri dan merupakan fondasi bagi pertumbuhan pribadi serta sosial.

Ada berbagai teori yang menjelaskan bagaimana pembelajaran berlangsung. Misalnya, teori behaviorisme berfokus pada bagaimana perilaku dihasilkan oleh rangsangan dan respons. Di sisi lain, teori konstruktivisme menekankan bahwa pembelajaran adalah proses aktif di mana peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri berdasarkan pengalaman sebelumnya dan interaksi dengan lingkungannya. Dalam teori ini, pembelajar tidak hanya menerima informasi secara pasif tetapi juga berperan aktif dalam membangun makna. Teori kognitivisme menekankan pentingnya proses mental seperti memori, persepsi, dan pemecahan masalah dalam pembelajaran.

Dalam konteks pendidikan formal, metode pembelajaran sangat bervariasi, tergantung pada tujuan pendidikan dan kebutuhan peserta didik. Beberapa metode yang sering digunakan adalah ceramah, diskusi kelompok, studi kasus, simulasi, serta pembelajaran berbasis proyek dan teknologi. Setiap metode memiliki

keunggulan dan kelemahan tersendiri, dan pendidik biasanya memilih metode yang paling sesuai dengan materi yang diajarkan dan karakteristik siswa. Dengan kemajuan teknologi, pembelajaran berbasis digital seperti e-learning, penggunaan aplikasi pembelajaran, dan kelas virtual semakin populer, memungkinkan akses yang lebih luas ke pendidikan dan pengalaman belajar yang lebih fleksibel.

Pembelajaran bukan hanya tentang transfer pengetahuan dari guru ke siswa tetapi juga melibatkan pengembangan keterampilan sosial dan emosional. Keterampilan ini meliputi kemampuan bekerja dalam tim, komunikasi efektif, pengambilan keputusan, serta empati dan keterampilan kepemimpinan. Oleh karena itu, pembelajaran yang holistik mencakup pengembangan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa. Di samping itu, penting juga untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan sikap belajar sepanjang hayat, sehingga individu terus belajar dan berkembang, bahkan setelah mereka menyelesaikan pendidikan formal. Pembelajaran yang efektif adalah yang mendorong individu untuk terus tumbuh dan menyesuaikan diri dengan perubahan di dunia yang dinamis.

D. Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan (PJOK)

Pendidikan jasmani sebagai komponen secara keseluruhan dari pendidikan telah disadari manfaatnya oleh banyak kalangan. Tetapi mereka mempunyai perbedaan pendapat dalam memahami pengertian tentang Penjas. Perbedaan pendapat itu wajar, yang terpenting seseorang harus melakukan pembatasan pengertian yang dianut secara jelas dan konsisten.

Pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan merupakan bagian integral dari pendidikan secara keseluruhan, bertujuan untuk mengembangkan aspek kebugaran jasmani, keterampilan gerak, keterampilan berpikir kritis, keterampilan sosial, penalaran, stabilitas emosional, tindakan moral, aspek pola hidup sehat, dan pengenalan lingkungan bersih melalui aktivitas jasmani, olahraga, dan kesehatan terpilih yang direncanakan secara sistematis dalam rangka mencapai tujuan pendidikan nasional.

Pengertian pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan menurut para ahli :

- a. **Rusli Lutan** Penjas merupakan wahana dan alat untuk membina anak agar kelak mereka mampu membuat keputusan terbaik tentang aktivitas jasmani yang dilakukan dan menjalani pola hidup.
- b. **Subagiyo** pendidikan jasmani adalah latihan jasmani yang dimanfaatkan, dikembangkan, dan didayagunakan dalam pendidikan.

Melalui PJOK, siswa diajarkan berbagai aktivitas fisik yang bertujuan untuk meningkatkan kondisi fisik dan keterampilan olahraga mereka. Selain itu, PJOK juga bertujuan untuk menanamkan pentingnya gaya hidup sehat serta memberikan pemahaman dasar mengenai anatomi, fisiologi, dan kebugaran. Dengan begitu, PJOK tidak hanya berfokus pada kemampuan fisik tetapi juga aspek kesehatan secara keseluruhan.

Selain pengembangan fisik, PJOK memiliki peran penting dalam pembentukan karakter siswa. Kegiatan olahraga dalam PJOK tidak hanya mengasah keterampilan teknis dalam berbagai cabang olahraga tetapi juga

mengajarkan nilai-nilai seperti disiplin, sportivitas, kerjasama, dan tanggung jawab. Melalui permainan dan kompetisi, siswa belajar bagaimana bekerja dalam tim, menghargai lawan, serta menghadapi kekalahan dan kemenangan dengan sikap positif. Dengan demikian, PJOK membantu siswa mengembangkan nilai-nilai moral dan sosial yang akan berguna dalam kehidupan sehari-hari.

Komponen kesehatan dalam PJOK juga sangat penting karena memberikan pendidikan mengenai bagaimana menjaga kesehatan tubuh dan mencegah penyakit. Siswa diajarkan tentang pentingnya pola makan seimbang, kebersihan pribadi, serta praktik-praktik hidup sehat lainnya. Selain itu, PJOK juga memberikan informasi mengenai bahaya perilaku yang tidak sehat, seperti merokok, penyalahgunaan narkoba, dan kurangnya aktivitas fisik. Dengan pengetahuan ini, siswa diharapkan mampu membuat keputusan yang lebih baik terkait dengan kesehatan mereka dan menerapkan gaya hidup yang lebih aktif dan sehat.

Manfaat jangka panjang dari PJOK sangatlah signifikan. Selain membantu siswa menjaga kesehatan fisik mereka selama masa sekolah, pendidikan jasmani juga berperan dalam membentuk kebiasaan sehat yang dapat berlanjut hingga dewasa. Siswa yang terlibat dalam kegiatan fisik secara teratur memiliki risiko yang lebih rendah terhadap berbagai penyakit kronis seperti obesitas, diabetes, dan penyakit jantung. Oleh karena itu, PJOK bukan hanya sekadar mata pelajaran yang diajarkan di sekolah, tetapi juga investasi jangka panjang untuk kesehatan dan kesejahteraan generasi mendatang.

E. Teknologi

Teknologi adalah semacam perpanjangan tangan manusia untuk dapat memanfaatkan alam dan sesuatu yang ada di sekelilingnya secara lebih maksimal. Dengan begitu secara sederhana, teknologi bertujuan untuk mempermudah pemenuhan kebutuhan manusia. Pada dasarnya, teknologi bertujuan untuk memecahkan masalah atau memenuhi kebutuhan manusia dengan cara yang lebih cepat, tepat, dan efisien.

Secara umum, pengertian teknologi ialah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang keterampilan dalam menciptakan alat hingga metode pengolahan guna membantu menyelesaikan berbagai pekerjaan manusia. Para ahli pun memiliki pengertian tersendiri tentang teknologi.

Pengertian teknologi menurut para ahli :

1. **Manuel Castells** teknologi ialah suatu kumpulan alat, aturan dan juga prosedur yang merupakan penerapan dari sebuah pengetahuan ilmiah terhadap sebuah pekerjaan tertentu dalam suatu kondisi yang dapat memungkinkan terjadinya pengulangan.
2. **Toynbee** teknologi ialah ciri dari adanya sebuah kemuliaan manusia, di mana hal ini membuktikan bahwa manusia tidak bisa hidup hanya untuk makan semata, namun membutuhkan lebih dari itu.
3. **Gary J. Anglin** teknologi ialah penerapan ilmu-ilmu perilaku serta alam dan juga pengetahuan lain dengan secara bersistem serta mensistem untuk memecahkan masalah manusia.

4 Jacques Ellil teknologi ialah keseluruhan metode yang dengan secara rasional mengarah serta memiliki ciri efisiensi dalam tiap-tiap kegiatan manusia.

Di sektor pendidikan, teknologi telah mengubah cara pembelajaran dilakukan. E-learning, platform pembelajaran daring, dan penggunaan perangkat digital seperti tablet dan laptop telah membuka peluang baru bagi siswa untuk belajar di mana saja dan kapan saja. Teknologi memungkinkan pendidik untuk menggunakan berbagai metode pengajaran yang lebih interaktif, seperti video, simulasi, dan permainan edukatif, yang membuat proses belajar menjadi lebih menarik dan efektif. Selain itu, dengan adanya teknologi, siswa memiliki akses ke sumber informasi yang tak terbatas, yang membantu mereka memperdalam pengetahuan dan keterampilan.

Namun, teknologi juga membawa tantangan baru, terutama terkait dengan etika, privasi, dan dampak sosial. Misalnya, penggunaan teknologi yang tidak bijaksana, seperti penyebaran informasi palsu atau penyalahgunaan data pribadi, dapat menimbulkan konsekuensi negatif. Oleh karena itu, penting untuk memiliki pemahaman yang baik tentang bagaimana menggunakan teknologi dengan cara yang bertanggung jawab. Selain itu, meskipun teknologi dapat meningkatkan efisiensi, ada juga kekhawatiran tentang dampak otomatisasi dan robotik pada tenaga kerja, di mana banyak pekerjaan tradisional digantikan oleh mesin. Meskipun demikian, dengan pemanfaatan yang tepat, teknologi dapat terus menjadi alat yang kuat untuk memperbaiki kehidupan manusia di berbagai bidang.

F. *Augmented Reality*

Augmented Reality bertujuan untuk mengembangkan teknologi yang memperbolehkan penggabungan secara *real-time* terhadap *digital content* yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memperbolehkan pengguna melihat objek maya dua dimensi atau tiga dimensi yang diproyeksikan terhadap dunia nyata. (*Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*).

Teknologi AR ini dapat menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya di dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti webcam, komputer, *HP Android*, maupun kacamata khusus. *User* ataupun pengguna didalam dunia nyata tidak dapat melihat objek maya dengan mata telanjang, untuk mengidentifikasi objek dibutuhkan perantara berupa komputer dan kamera yang nantinya akan menyisipkan objek maya ke dalam dunia nyata.

Metode - metode *augmented reality* :

a. *Marker Augmented Reality (Marker Based Tracking)*

Marker biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi *marker* dan menciptakan dunia *virtual 3D* yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z.

b. *Markerless Augmented Reality*

Dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital, dengan *tool* yang disediakan

Qualcomm untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *mobile device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang *Markerless* (*Qualcomm*, 2012).

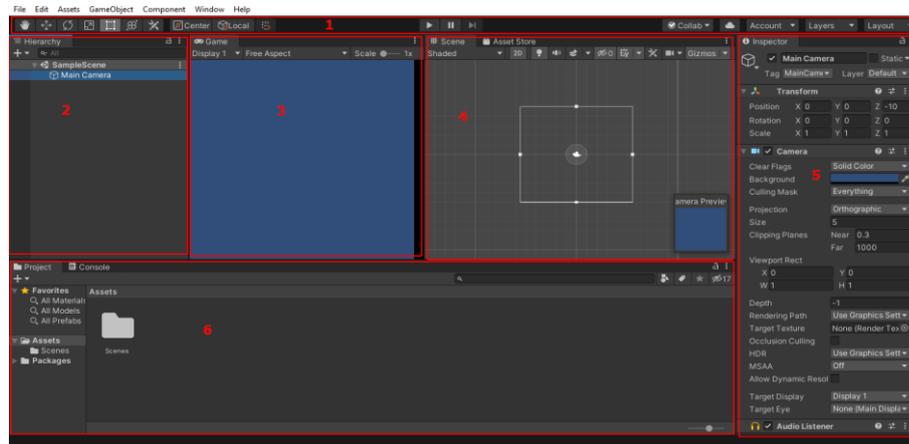
Teknologi AR bekerja dengan menggunakan sensor, kamera, dan perangkat lunak yang mendeteksi lingkungan sekitar pengguna. Setelah lingkungan terdeteksi, perangkat lunak AR menambahkan lapisan digital di atas dunia nyata yang ditampilkan di layar perangkat. Ada berbagai jenis AR, salah satunya adalah marker-based AR, yang memerlukan gambar atau objek tertentu untuk memicu elemen digital muncul. Ada juga AR berbasis lokasi (*location-based AR*) yang memanfaatkan GPS untuk menempatkan elemen virtual di lokasi fisik tertentu.

Dalam dunia pendidikan, AR menawarkan potensi besar untuk membuat proses belajar lebih menarik dan interaktif. Misalnya, siswa dapat menggunakan aplikasi AR untuk melihat objek 3D dari tubuh manusia, bangunan bersejarah, atau bahkan planet dalam tata surya secara lebih mendetail. Teknologi ini juga memungkinkan pengalaman belajar yang lebih praktis dengan menyajikan simulasi yang sulit dilakukan dalam kehidupan nyata. AR juga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep abstrak melalui visualisasi langsung di lingkungan nyata.

AR juga telah digunakan secara luas di berbagai industri, termasuk ritel, pemasaran, manufaktur, dan hiburan. Dalam ritel, AR digunakan untuk memberikan pengalaman belanja yang lebih interaktif, seperti memungkinkan pelanggan mencoba pakaian secara virtual sebelum membelinya. Di bidang manufaktur, AR dapat membantu pekerja dalam merakit produk dengan

menampilkan panduan visual di depan mereka. Sementara di industri hiburan, AR membuka jalan bagi pengalaman baru yang lebih mendalam, di mana pengguna dapat berinteraksi langsung dengan elemen digital yang muncul di sekitar mereka. Teknologi AR terus berkembang dan memiliki potensi besar untuk mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita.

G. Unity



Gambar 2. 1 Tampilan Interface Aplikasi Unity

Unity merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan desain untuk mudah digunakan. *Unity* itu bagus dan penuh perpaduan dengan aplikasi yang profesional. Editor pada *Unity* dibuat dengan *user* interface yang sederhana. Editor ini dibuat setelah ribuan jam yang mana telah dihabiskan untuk membuatnya menjadi nomor satu dalam urutan ranking teratas untuk editor game.

Grafis pada *Unity* dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk *OpenGL* dan *directX*. *Unity* mendukung semua *format file*, terutamanya *format* umum seperti semua *format* dari *art applications*. *Unity* cocok dengan versi 64-bit dan dapat

beroperasi pada *Mac OS x* dan *windows* dan dapat menghasilkan *game* untuk *Mac*, *Windows*, *Wii*, *iPhone*, *iPad* dan *Android*. Fitur-fitur dalam *Unity 3D*

a. *Rendering*

Graphics engine yang digunakan adalah *Direct3D* (*Windows*, *Xbox 360*), *OpenGL* (*Mac*, *Windows*, *Linux*, *PS3*), *OpenGL ES* (*Android*, *iOS*), dan *proprietary APIs* (*Wii*). Ada pula kemampuan untuk *bump mapping*, *reflection mapping*, *parallax mapping*, *screen space ambient occlusion (SSAO)*, *dynamic shadows using shadow maps*, *render-to-texture* and *full-screen post-processing effects*.

Unity dapat mengambil *format* desain dari *3ds Max*, *Maya*, *Softimage*, *Blender*, *modo*, *ZBrush*, *Cinema 4D*, *Cheetah3D*, *Adobe Photoshop*, *Adobe Fireworks* and *Allegorithmic Substance*. *Asset* tersebut dapat ditambahkan ke *game project* dan diatur melalui *graphical user interface Unity.Scripting*

Script game engine dibuat dengan *Mono 2.6*, sebuah implementasi *open-source* dari *.NET Framework*. *Programmer* dapat menggunakan *UnityScript* (bahasa terkustomisasi yang terinspirasi dari *syntax ECMAScript*, dalam bentuk *JavaScript*), *C#*, atau *Boo* (terinspirasi dari *syntax* bahasa pemrograman *python*). Dimulai dengan dirilisnya versi 3.0, *Unity* menyertakan versi *MonoDevelop* yang terkustomisasi untuk *debug script*.

b. *Asset Tracking*

Unity juga menyertakan *Server Unity Asset* – sebuah solusi terkontrol untuk *developer game asset* dan *script*. *Server* tersebut menggunakan *PostgreSQL* sebagai *backend*, sistem *audio* dibuat menggunakan *FMOD library* (dengan kemampuan

untuk memutar *Ogg Vorbis compressed audio*), *video playback* menggunakan *Theora codec*, *engine* daratan dan vegetasi (dimana *mensupport tree billboard*ing, *Occlusion Culling* dengan *Umbra*), *built-in lightmapping* dan *global illumination* dengan *Beast*, *multiplayer networking* menggunakan *RakNet*, dan navigasi *mesh* pencari jalur *built-in*.

c. *Platforms*

Unity support pengembangan ke berbagai *platform*. Di dalam *project*, *developer* memiliki kontrol untuk mengirim keperangkat *mobile*, *web browser*, *desktop*, and *console*. *Unity* juga mengizinkan spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi di setiap *platform* yang didukung.

Saat ini *platform* yang didukung adalah *BlackBerry 10*, *Windows 8*, *Windows Phone 8*, *Windows*, *Mac*, *Linux*, *Android*, *iOS*, *Unity Web Player*, *Adobe Flash*, *PlayStation 3*, *Xbox 360*, *Wii U* and *Wii*. Meskipun tidak semua terkonfirmasi secara resmi, *Unity* juga mendukung *PlayStation Vita* yang dapat dilihat pada *game Escape Plan* dan *Oddworld: New 'n' Tasty*.

Rencana *platform* berikutnya adalah *PlayStation 4* dan *Xbox One*. Dan juga rumor untuk kedepannya mengatakan *HTML* akan menjadi platformnya, dan *plug-in Adobe* baru dimana akan disubstitusikan ke *Flash Player*, juga akan menjadi *platform* berikutnya.

d. *Asset Store*

Diluncurkan November 2010, *Unity Asset Store* adalah sebuah *resource* yang hadir di *Unity editor*. *Asset store* terdiri dari koleksi lebih dari 4,400 *asset packages*, beserta *3D models*, *textures* dan *materials*, sistem *particle*, musik dan

efek suara, tutorial dan *project, scripting package, editor extensions* dan servis *online*.

e. Physics

Unity juga memiliki *support built-in* untuk *PhysX physics engine* (sejak *Unity 3.0*) dari *Nvidia* (sebelumnya *Ageia*) dengan penambahan kemampuan untuk simulasi *real-time cloth* pada *arbitrary* dan *skinned meshes, thick ray cast*, dan *collision layers*.

Sebagai sebuah *software engine* yang dibuat oleh manusia, tentunya *Unity 3D* memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan. Berikut kekurangan dan kelebihan dari *Unity*

a. Kelebihan *Unity 3D*

- 1) Gratis, tidak perlu mengeluarkan biaya. Cukup dengan *Unity* versi *Free (Personal Edition)*, maka kita sudah bisa membuat karya *game*.
- 2) *Cross-platform*, artinya *project game* dapat dirilis ke berbagai *platform* terkenal.
- 3) UI yang ditawarkan cukup *user-friendly*, sehingga cocok untuk pemula.
- 4) Banyak fitur yang ditawarkan.
- 5) Dokumentasi atau tutorial yang banyak dan gratis untuk dipelajari resmi dari *Unity*. Silakan Anda dapat mengunjungi situs dokumentasi resminya.
- 6) Memiliki *assets store*, di mana kita dapat mencari *assets 2D / 3D* gratis maupun berbayar.
- 7) Mempunyai *text editor* bernama *Mono Develop*. Mirip seperti *visual code*, *Mono Develop* ini dapat digunakan untuk *coding game* dan sudah terintegrasi langsung ke *Unity Engine*.
- 8) Ringan, yakni bisa dijalankan di PC yang tidak terlalu *High-Spec*.

- 9) Proses desain level *game* menjadi lebih mudah. *Unity* menawarkan banyak alat untuk desain objek 3D, seperti *Terrain Editor*, *Responsive UI Editor*, dan masih banyak lagi.

b. Kekurangan *Unity* 3D

- 1) Butuh penyesuaian yang agak kompleks pada saat ingin mengembangkan visual 2D tanpa bantuan *plugin*.
- 2) Perlu penyesuaian mengikuti gaya *component based*.
- 3) *Cache memory* yang digunakan lumayan banyak.

Meskipun *Unity* umumnya banyak digunakan dalam pembuatan *game*, *Unity* juga dapat digunakan untuk membuat *Augmented reality* berbasis 3D.

H. *Vuforia*

Vuforia adalah SDK untuk membuat aplikasi AR untuk *Android*, *iOS*, dan *UWP* (*Universal Windows Platform*). Awalnya dibuat oleh perusahaan *Qualcomm* dan versi rilisnya hanya dapat mengenali teks. Pada tahun 2015 SDK tersebut dibeli oleh PTC Inc. Pemilik baru berfokus pada periklanan *Vuforia* sebagai SDK untuk aplikasi industri, tetapi juga digunakan dalam pengembangan seluler. SDK ditulis menggunakan C++ dan memberikan akses ke API-nya pada *platform* seluler (dan tidak hanya). Untuk *iOS* API SDK disediakan di C++, untuk *Android* di Java, untuk *Unity* di C#. Mulai tahun 2018 pengembang juga dapat menggunakan SDK untuk *UWP* API untuk *UWP* disediakan di C++, sama seperti untuk *iOS*.

Versi terbaru *Unity* memiliki *Vuforia* bawaan, sehingga pengembang tidak perlu lagi bersusah payah menginstal SDK. *Vuforia* mendukung banyak perangkat (*Android* 4.4.4 dan versi yang lebih baru, *iOS* 11 dan versi yang lebih baru), tetapi

beberapa fungsi, seperti *Ground Plane* atau *Model Targets* memerlukan lebih banyak dari ponsel cerdas daripada sistem operasi yang sesuai. *Vuforia* SDK dapat dibagi menjadi tiga bagian:

a. Pengenalan gambar

Salah satu fitur utama *Vuforia* adalah pengenalan gambar secara *real-time* dan *Image Target*. Gambar harus disiapkan agar dapat dikenali oleh aplikasi. Itu harus dalam format *.png* atau *.jpeg* dan ukurannya tidak lebih dari 2 Mb. Gambarnya tidak boleh monoton semakin banyak detailnya, semakin baik pula pengenalannya. Setelah Anda menyiapkan gambar, *upload* ke akun *Vuforia* Anda menggunakan *Vuforia Target Manage*. Setelah Anda mengunggah gambar, *Vuforia* memberi peringkat dari 0 hingga 5. Semakin banyak bintang yang didapat, semakin baik gambar tersebut dikenali.

Vuforia menawarkan dua cara penyimpanan data untuk gambar yaitu lokal (*Database Perangkat*) dan *cloud* (*Database Pengenalan Cloud*). Yang lokal mudah digunakan, anda mengunggah gambar ke *Vuforia Target Manage* dan mengunduh seluruh *database*. Setelah itu anda menambahkan *database* ini ke aplikasi anda (tidak peduli *platForm* apa yang anda gunakan) dan menghubungkannya. Jika anda ingin menambahkan gambar baru, Anda harus menghubungkan kembali *database* dan memasang kembali aplikasi.

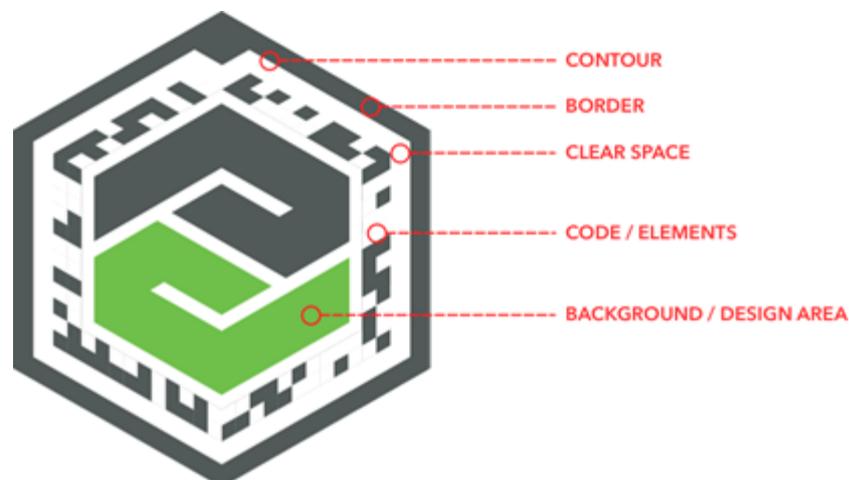
Dengan *Cloud Recognition Database* anda tidak perlu mendownload *database*, semuanya melalui *internet*. Misalnya, jika anda menambahkan gambar baru ke *database*, anda dapat segera mendeteksinya di ponsel, jika, tentu saja, anda

memiliki koneksi *internet*. Opsi ini nyaman anda tidak perlu menulis setiap *server* untuk mengambil gambar target dan anda tidak perlu merakit aplikasi lagi.

Vuforia tidak hanya dapat mendeteksi gambar datar, tetapi juga gambar berbentuk silinder, misalnya label pada botol dan toples. Untuk membuat target seperti itu anda harus mengetahui diameter atas, diameter bawah, dan panjang sisi benda silinder anda.

VuMark adalah gambar yang berisi gambar lain yang disandikan. Secara kasar, ini adalah kode QR, tetapi generasi berikutnya, dibuat oleh pengembang *Vuforia*. Tidak seperti kode batang, *VuMarks* secara alami cocok dengan aplikasi AR dan tidak mengganggu pengguna. *VuMark* mendukung beberapa format perekaman: *String*, *Numerik*, *Byte*.

Terdiri dari elemen berikut: Kontur, Perbatasan, Ruang Jernih, Kode/Elemen, Latar Belakang/Area Desain.



Gambar 2. 2 Contoh Vumark

- 1) Kontur adalah bagian dari *VuMark* yang pertama kali dicari *Vuforia*,

dan baru setelah itu membaca data *VuMark*. Secara kasar merupakan penghubung antara batas dan ruang kosong.

- 2) Elemen perbatasan adalah batas sebenarnya dari *VuMark*.
- 3) Ruang kosong adalah area kosong wajib di *VuMark*. Hal ini diperlukan untuk memberikan kontras dan membuat pengenalan lebih mudah.
- 4) Kode/Elemen adalah data yang dikodekan yang merupakan kombinasi elemen yang memiliki dua status: 0 (terang) dan 1 (gelap). Semakin banyak elemen dalam suatu desain, semakin besar jumlah data yang dapat dikodekan.
- 5) Latar Belakang/Area Desain. Area ini dapat ditempatkan di area mana pun yang tidak digunakan untuk deteksi. *Vuforia* memberi Anda banyak kebebasan dalam mendesain yang satu ini.

b. Pengenalan objek.

Hal lain yang dapat dilakukan *Vuforia* adalah mengidentifikasi objek 3D secara *real time*. Teknologi ini disebut Model Target. Untuk memungkinkan *Vuforia* mengenali suatu objek di dunia nyata, Anda harus mengunggah model CAD 3D atau pemindaian 3D dari suatu objek yang sebelumnya Anda peroleh ke *Vuforia Target Manager*. Perlu disebutkan bahwa ukuran suatu benda dapat bervariasi dari mainan kecil hingga landmark arsitektur atau gedung pencakar langit. Model Target adalah teknologi yang agak rumit, jadi agar objek Anda dapat dikenali dengan baik, Anda harus mematuhi aturan berikut:

- 1) Posisi tetap dalam ruang. Benda tersebut harus statis dan tidak bergerak. Pengguna dapat berjalan mengelilinginya dan melihatnya dari berbagai sudut.
- 2) Objeknya harus berwarna, tidak monoton. Akan lebih baik lagi jika memiliki pola tertentu. Jika tidak, *Vuforia* tidak akan dapat menemukannya. Catatan penting — warna objek nyata dapat berbeda dari warna model CAD yang Anda unggah ke *Vuforia Target Manage*.
- 3) Objeknya harus kompleks. Tidak ada kotak, lingkaran, atau segitiga sederhana. Kompleksitas suatu bentuk adalah kunci pengakuannya. Anda juga harus menghindari objek simetris karena *Vuforia* tidak akan dapat mengidentifikasi sudut pandang Anda terhadap objek tersebut.
- 4) Model tidak fleksibel dan kaku. Cobalah untuk memastikan bahwa model tersebut identik dengan model secara *real-time*. Meskipun Model Target memiliki ruang gerak untuk penyimpangan, tidak menutup kemungkinan bahwa dalam kasus ini Model Target tidak dapat mengidentifikasi model atau mengidentifikasinya secara tidak efektif.
- 5) Modelnya harus matt. Wajar jika *Vuforia* sulit mengenali benda kaca, transparan, atau mengkilat. Tepinya tidak terlihat karena cahayanya memantul.

Selain itu, Anda perlu menyiapkan model CAD Anda. Itu harus memenuhi persyaratan berikut:

- 1) Model harus berisi maksimal 400.000 poligon, 10 bagian, 5 tekstur
- 2) Gunakan sistem koordinat kanan
- 3) Model harus memiliki lubang dan retakan sesedikit mungkin.
- 4) Bagian-bagiannya tidak boleh hilang
- 5) Tekstur dan warna harus ditampilkan dengan benar.

c. Fitur tambahan

Pelacakan yang diperluas teknologi yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang suatu target, meskipun target tersebut tidak lagi berada dalam bidang pandang kamera. Teknologi ini menyala secara otomatis ketika *Positional Device Tracker* dihidupkan.

Ground plane teknologi untuk mendeteksi bidang *horizontal* dan menempatkan konten menggunakan titik jangkar. Ia menggunakan gambar dari kamera perangkat untuk menganalisis ruang di sekitarnya. Pesawat darat dapat bekerja baik di dalam maupun di luar jika Anda mengikuti rekomendasi berikut:

- 1) Kondisi pencahayaan harus stabil, tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap.
- 2) Hindari silau dan bayangan gelap.
- 3) Suatu permukaan tidak boleh monoton. Semakin banyak detailnya, semakin baik pengakuannya.

Sama seperti Model Target, teknologi ini tersedia pada sejumlah perangkat terbatas, karena didasarkan pada perolehan data dari *ARCore* dan *ARKit*. Ini adalah fungsi *Vuforia*. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari *vuforia*:

a. Keuntungan

- 1) Mudah untuk dikembangkan dengan *Unity*, membuat jangkar sederhana dan menempatkan model 3D di atasnya membutuhkan waktu sekitar 10 menit. Selain itu, ini dibangun pada versi *Unity* terbaru, yang membantu menghindari banyak masalah instalasi.
- 2) Keuntungan lain bagi pengembang, ada banyak materi pihak ketiga untuk *platForm* ini.
- 3) Fungsionalitas yang relatif kaya, mulai dari mengenali gambar sederhana hingga melacak bidang horizontal.
- 4) Tersedia versi gratis, meskipun fungsinya terbatas.
- 5) Dimungkinkan untuk menambahkan penanda baru melalui *internet* (Layanan Pengenalan *Cloud*) tanpa harus menulis *server* untuk menyimpannya di sana.
- 6) Pengenalan penanda yang baik. Meski penanda bintang 3, *Vuforia* akan bisa mengenalinya meski tidak langsung.
- 7) Teknologi *VuMark* asli.
- 8) Mendukung aplikasi asli untuk *Android* mulai versi 4.4.4 dan *iOS* mulai versi 11.
- 9) Mendukung jumlah ponsel yang relatif besar. Saat ini terdapat sekitar 100 *model Android* dan semua model *iPhone* dan *iPad* mulai dari *iPhone 5* dan *iPad Mini*.

b. Kekurangan:

- 1) Sulit untuk menghubungkannya ke modul asli (walaupun versi

perpustakaan terbaru membuatnya lebih mudah).

- 2) Kodenya besar dan tidak nyaman. Ambil iOS, misalnya Referensi *Vuforia* API ditulis menggunakan C++, yang dibungkus dengan *Objective-C*. Jika Anda membuat aplikasi dengan Swift, Anda harus menjembatani antara *Swift* dan *Objective-C*. Ini tidak nyaman.
- 3) Anda harus menulis setidaknya dua kelas dan 800 baris kode untuk melacak penanda.
- 4) Karena hanya *OpenGL* yang digunakan untuk pengembangan asli, akan sulit untuk merender model pada *marker* bagi pemula.

I. *Blender 3D*

Blender 3D merupakan sebuah perangkat lunak grafika 3D yang digunakan untuk membuat film animasi, efek visual, model cetak 3D, aplikasi 3D interaktif, dan permainan video. Umumnya *Blender* dikenal luas oleh masyarakat sebagai paket pembuatan 3D gratis dengan sumber terbuka. *Blender* sangat cocok untuk individu atau studio kecil yang ingin mendapatkan keuntungan dari pipeline terpadu dan proses pengembangan yang responsif.

Software ini juga dapat digunakan pada beberapa sistem operasi, misalnya *Windows*, *macOS*, dan *Linux*. Memang pada kenyataannya banyak *software* animasi 3D yang dapat digunakan, meski demikian *blender* tetap menjadi *software* animasi 3D terbaik. Hal tersebut memang tidak dapat dipungkiri, mengingat *blender* menyediakan beragam fitur yang menarik bagi penggunanya. Perkembangan *blender* berawal pada tahun 1988-an, ketika Ton Roosendaal mendanai sebuah perusahaan yang bergerak dibidang animasi dengan

nama *NeoGeo*. Pada saat itu, *NeoGeo* sangat berkembang dengan pesat sehingga menjadi perusahaan animasi terbesar di Belanda. Namun pada tahun 1995, muncullah perangkat animasi yang bernama *Blender*. Kemudian pada tahun 1998, Ton Roosendaal mendirikan perusahaan yang bernama *Not a Number* (NaN) dengan tujuan untuk mengembangkan dan memasarkan Blender lebih jauh lagi. Cita-cita NaN pada saat itu adalah untuk menciptakan sebuah perangkat lunak animasi 3D yang padat, lintas *platForm* yang gratis dan dapat digunakan oleh masyarakat pengguna komputer secara umum. Setelah melalui lika-liku perjalanan yang sulit dan tidak ingin *blender* hilang ditelan waktu begitu saja. Akhirnya Ton Roosendaal mendirikan organisasi nirlaba yang diberi nama *Blender Foundation*. Tujuan utama terbentuknya organisasi ini adalah terus mempromosikan dan mengembangkan *blender* sebagai proyek sumber terbuka.

Sebagai *software* animasi 3D terpopuler di dunia, *blender* menghadirkan beragam layanan serta fitur unik yang mampu mempermudah dan mempercepat pengguna dalam membuat animasi 3D. Misalnya seperti *modifier*, *animation*, *motion tracking*, dan lainnya yang dapat pengguna simak berikut ini.

a. *Modifier*

Modifier merupakan sebuah operasi otomatis yang mempengaruhi objek dengan cara tidak merusak. Dengan fitur ini, pengguna dapat melakukan banyak efek secara otomatis untuk diperbarui secara manual dan tanpa mempengaruhi geometri dasar objek pengguna.

b. *Seamless Sculpting*

Dengan *Digital Sculpting* (alat pahat digital), pengguna diberikan kekuatan dan fleksibilitas yang dibutuhkan dalam beberapa tahap jalur produksi digital. Misalnya pengguna dalam keadaan mendesain karakter, dan eksplorasi atau desain lingkungan.

c. *Animation*

Animasi dalam *blender* merupakan fitur di mana membuat suatu objek bergerak atau berubah bentuk seiring waktu. Dengan fitur ini pengguna dapat mengubah posisi, orientasi atau ukuran objek sesuai waktu yang telah ditentukan. Selain itu, dapat juga membuat objek bergerak berdasarkan pergerakan objek lain.

d. *Motion Tracking*

Blender menampilkan kamera siap produksi dan pelacakan objek, di mana memungkinkan pengguna untuk mengimpor rekaman mentah, melacaknya, menutupi area, dan merekonstruksi pergerakan kamera secara langsung dalam adegan 3D.

e. *Scripting*

Tidak jarang pengguna mengetahui bahwa *blender* hadir dengan beragam ekstensi yang dapat diaktifkan atau nonaktifkan dengan mudah. Tentunya dengan adanya ekstensi ini, pengguna akan diberikan kemudahan dalam mengerjakan proyek yang akan dibuat. Beberapa ekstensi tersebut meliputi, generator (pohon, medan, awan), benda fraktur, *3D Printing Toolbox*, perkuat sistem meta-rigging, impor dan ekspor dukungan format (*After Effects, DirectX, Unreal Game Engine*) dan masih banyak lagi.

f. *Interface*

Dan yang paling menarik adalah pengguna dalam menyesuaikan tata letak mereka sepenuhnya. Misalnya dengan membagi *viewport*, atau menyesuaikan dengan *script python*. Sementara itu, *blender* juga menawarkan konsistensi di semua *platform*, tidak ada jendela pop-up yang mengganggu, serta dukungan untuk tampilan *hi-dpi*.

Tentunya banyak alasan mengapa banyak orang lebih memilih *software blender* sebagai media untuk membuat animasi 3D mereka. Hal ini memang tidak mengherankan, karena *blender* menyediakan banyak sekali kelebihan dalam *software* ini. Tetapi tidak menutup kemungkinan juga, apabila *software* ini memiliki kekurangan yang dimiliki. Berikut kelebihan dan kekurangan dari *blender* yang perlu pengguna ketahui:

a. Kelebihan

- 1) *Gratis*. Pada dasarnya *blender* merupakan salah satu *software* animasi 3D gratis untuk semua pengguna. Bahkan meski tersedia gratis, *blender* menyediakan beragam bentuk layanan serta fitur untuk mempermudah pengguna dalam membuat animasi.
- 2) *Open Source*. Selain gratis, Blender ini juga bersifat *open source*. Dalam artian, pengguna dapat dengan bebas memodifikasi *software* sesuai kebutuhan yang diinginkannya. Baik untuk keperluan pribadi maupun komersial, asalkan sesuai dengan ketentuan GNU (*General Public License*) yang ditetapkan *Blender*.

- 3) *Multi Platform*. Blender juga tidak hanya dapat digunakan pada sistem operasi *Windows* saja, melainkan juga terdapat pada sistem operasi *MacOS* dan *Linux*. Dengan begitu pengguna mampu membuka file menggunakan *Blender* versi mana pun tanpa ada perubahan.
- 4) Fitur lengkap. *Blender* dapat dikatakan memiliki serangkaian fitur yang cukup lengkap dibandingkan dengan *software* animasi 3D serupa. Sebagai bukti lengkapnya fitur dalam *Blender* adalah tersedianya fitur *Video Editing*, *Game Engine*, dan *Sculpting*.
- 5) *Update*. Meski terbilang sebagai *software* animasi 3D gratis, nyatanya *Blender* terus menyediakan rilis versi terbaru yang dapat digunakan secara gratis untuk semuanya.

b. Kekurangan

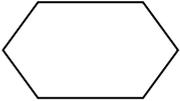
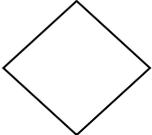
- 1) GUI sulit dipahami. Saat pertama kali penulis membuka *Blender*, hal yang penulis rasakan adalah GUI yang lumayan sulit untuk dipahami. Karena dalam tampilan tersebut, tersedia banyak sekali *tool-tool* yang tertata secara berurutan. Terlebih untuk pengguna baru, tentu akan membutuhkan pengetahuan dasar dalam penggunaannya.
- 2) *Tool* tidak lengkap. Ketika berbicara mengenai *Tool* yang tidak lengkap dalam *Blender*, tentu sangat wajar. Karena *software* ini tidak berbayar sama sekali alias GRATIS. Jadi tidak heran jika *tool* yang disediakan tidak lengkap dibandingkan *software* animasi berbayar lainnya.

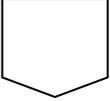
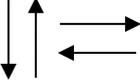
J. *Flowchart*

Menurut Ade Hastuty Hasyim (2021). *Flowchart* dari dalam adalah representasi grafik diikuti langkah-langkah yang harus menyelesaikan suatu permasalahan yang terdiri atas sekumpulan simbol, dimana masing-masing simbol merepresentasikan suatu kegiatan tertentu. *Flowchart* diawali dengan penerimaan input, pemrosesan input, dan diakhiri dengan penampilan output. *Flowchart* biasanya terdiri dari simbol-simbol standar yang mengilustrasikan berbagai jenis aktivitas, seperti keputusan, proses, input/output, dan arah aliran data. Dengan menggunakan *Flowchart*, kompleksitas suatu proses dapat dipecah menjadi langkah-langkah yang lebih sederhana sehingga memudahkan pemahaman, analisis, dan pengembangan suatu sistem.

Flowchart sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pengembangan perangkat lunak, manajemen proyek, dan perencanaan bisnis. Dalam pengembangan perangkat lunak, Flowchart membantu pengembang merancang alur logika program sebelum mulai menulis kode. Dengan demikian, Flowchart berfungsi sebagai alat perencanaan yang penting untuk mengidentifikasi potensi masalah atau inefisiensi dalam sistem.

Tabel 2.5 Simbol *Flowchart*.

No.	Simbol	Keterangan
1	 Proses	Menunjukkan suatu proses/pengolahan. Digunakan untuk melambangkan perhitungan dan perubahan nilai peubah.
2	 Operasi input/output	Menunjukkan operasi input/output. Digunakan untuk melambangkan input/masukan dan output/keluaran.
3	 Persiapan (<i>preparation</i>)	Menunjukkan suatu persiapan. Digunakan untuk memberikan nilai awal pada suatu peubah (<i>variable</i>) dan permulaan dari suatu perulangan.
4	 Keputusan (<i>Decision</i>)	Menunjukkan proses pembuatan keputusan. Digunakan untuk suatu pilihan/percabangan (ya/tidak).
5	 Terminal (<i>Terminator</i>)	Digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir suatu program/ <i>Flowchart</i> .
6	 Penghubung (<i>Connector</i>)	Digunakan sebagai penghubung antar simbol yang terpisah (dalam satu halaman).

No.	Simbol	Keterangan
7	 Penghubung antar halaman (<i>offpage Connector</i>)	digunakan sebagai penghubung antar simbol yang terpisah (antar halaman).
8	 Modul	menunjukkan suatu proses/subproses yang telah ditentukan. Dapat berupa suatu prosedur atau fungsi.
9	 Panah	menunjukkan arah dari suatu proses.

K. UML (*Unified Modelling Language*)

Teari Desain UML *unified Modeling language* (UML) adalah bahasa visual standar untuk mendesain dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Beberapa diagram UML yang relevan dalam pengembangan aplikasi AR untuk PJOK meliputi:

- a. *Use Case Diagram*: Menunjukkan interaksi antara aktor (misalnya, siswa, guru) dengan sistem untuk berbagai kasus penggunaan, seperti memulai pelajaran AR, melakukan latihan gerakan, dan menerima evaluasi.
- b. *Class Diagram*: Memodelkan struktur statis dari sistem dengan menunjukkan kelas-kelas dalam aplikasi, atributnya, metode, dan hubungan

antar kelas.

- c. *Sequence Diagram*: Mengilustrasikan bagaimana objek dalam sistem berinteraksi satu sama lain dalam urutan waktu tertentu, misalnya, ketika pengguna memulai sesi AR dan sistem memproses data untuk menampilkan model 3D.
- d. *Activity Diagram*: Mewakili alur kerja atau aktivitas dalam sistem, misalnya alur bagaimana pengguna memilih materi, melakukan latihan, dan menerima hasil evaluasi.

UML (Unified Modelling Language) adalah sebuah "bahasa" yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. *UML* menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem.

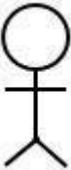
Dengan menggunakan *UML* kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi karena *UML* juga menggunakan *Class* dan *operation* dalam konsep dasarnya, maka lebih cocok untuk penulisan piranti lunak dalam bahasa-bahasa berorientasi objek seperti *C++*, *Java*, *C#* atau *VB.NET*. Walaupun demikian, *UML* tetap dapat digunakan untuk *modeling* aplikasi prosedural dalam *VB* atau *C*.

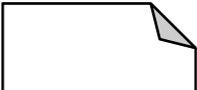
Adapun diagram *UML* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, sebagai berikut:

a. *Use Case Diagram*

Menggambarkan *fungsi* yang diharapkan dari sebuah sistem. Yang ditekankan adalah “apa” yang diperbuat sistem, dan bukan “bagaimana”. Sebuah *Use Case* mempresentasikan sebuah interaksi antara *actor* dengan sistem. “*Use Case* adalah sebuah gambaran dari fungsi sistem yang dipandang dari sudut pandang pemakai” (Schmuller, 1999:10).

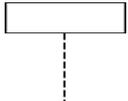
Tabel 2.1 Simbol *Use Case Diagram*

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Use Case</i>	Menggambarkan fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang bertukar pesan antar unit dengan aktif, yang dinyatakan dengan menggunakan kata kerja.
2		<i>Actor</i>	<i>Actor</i> atau Aktor adalah <i>abstraction</i> dari orang atau sistem yang lain yang mengaktifkan fungsi dari target sistem. Perlu dicatat bahwa aktor berinteraksi dengan <i>Use Case</i> , tetapi tidak memiliki control terhadap <i>Use Case</i>
3		<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek yang lainnya.
4		<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk.

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
5		<i>Include</i>	Pemanggilan <i>Use Case</i> oleh <i>Use Case</i> lain, contohnya adalah pemanggilan sebuah fungsi program.
6		<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri akan mempengaruhi elemennya yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri.
7		<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>Use Case</i> target memperluas perilaku dari <i>Use Case</i> sumber pada suatu titik yang diberikan
8		<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
9		<i>Collaboration</i>	Interaksi aturan-aturan dan elemen lain yang bekerja sama untuk menyediakan perilaku yang lebih besar dari jumlah dan elemen-elemennya.
10		<i>Note</i>	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi.

b. Sequence Diagram

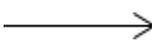
Tabel 2.2 Simbol *Sequence Diagram*

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>LifeLine</i>	Suatu objek berfungsi untuk melakukan interaksi antarmuka.
2		<i>Message</i>	Berfungsi untuk berkomunikasi antara objek yang memiliki informasi tentang perilaku yang terjadi

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
3		<i>Message</i>	Berfungsi untuk berkomunikasi antara objek yang memiliki informasi tentang perilaku yang terjadi

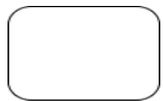
c. State Chart Diagram

Tabel 2.3 Simbol *State Chart Diagram*

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>State</i>	Suatu objek yang memiliki suatu nilai atribut dan link
2		<i>Initial Pseudo State</i>	Berfungsi untuk mengawali suatu objek
3		<i>Final State</i>	Berfungsi untuk mengakhiri suatu objek
4		<i>Transition</i>	Suatu kejadian dimana akan mempengaruhi alur objek dengan memperbaharui nilai dari objek lain.
5		<i>Association</i>	Hubungan antara suatu objek dengan objek lainnya
6		<i>Node</i>	Suatu elemen dimana ketika aplikasi dijalankan akan mencerminkan sumber daya komputasi.

d. Actifity Diagram

Tabel 2.4 Simbol *Actifity Diagram*

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Actifity</i>	Menampilkan suatu objek bagaimana cara saling berinteraksi antara satu dan lainnya.

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
2		<i>Action</i>	State dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi
3		<i>Initial Node</i>	Berfungsi untuk mengawali suatu objek
4		<i>Activity Final Node</i>	Berfungsi untuk mengakhiri suatu objek
5		<i>Fork Node</i>	Suatu alur yang akan berubah menjadi beberapa aliran pada kondisi tertentu.

L. Bahasa Pemrograman C#

C# atau yang dibaca *C sharp* adalah bahasa pemrograman sederhana yang digunakan untuk tujuan umum, dalam artian bahasa pemrograman ini dapat digunakan untuk berbagai fungsi misalnya untuk pemrograman *server-side* pada *website*, membangun aplikasi *desktop* ataupun *mobile*, pemrograman *game* dan sebagainya. Selain itu *C#* juga bahasa pemrograman yang berorientasi *objek*, jadi *C#* juga mengusung konsep objek seperti *inheritance*, *class*, *polymorphism* dan *encapsulation*.

Dalam prakteknya *C#* sangat bergantung dengan *framework* yang disebut *.NET Framework*, *framework* inilah yang nanti digunakan untuk *mengcompile* dan menjalankan kode *C#*. *C#* dikembangkan oleh *Microsoft* dengan merekrut Anders Helsing. Tujuan dibangunnya *C#* adalah sebagai bahasa pemrograman utama

dalam lingkungan *.NET Framework* (lihat *C#*). Banyak pihak juga yang menganggap bahwa *Java* dengan *C#* saling bersaing, bahkan ada juga yang menyatakan jika pernah belajar *Java* maka belajar *C#* akan sangat mudah dan begitu juga sebaliknya. Anggapan tersebut sebenarnya tidak salah karena perlu diketahui sebelum adanya *C# Microsoft* mengembangkan *J++* dengan maksud mencoba membuat *Java* agar berjalan pada *platForm Windows*, karena adanya masalah dari pihak luar maka *Microsoft* menghentikan proyek *J++* dan beralih untuk mengembangkan bahasa baru yaitu *C#*.

C# adalah bahasa yang berorientasi objek, yang berarti bahasa ini mendukung konsep seperti kelas, objek, pewarisan, polimorfisme, dan enkapsulasi. Fitur ini memungkinkan pengembang untuk membuat kode yang lebih modular, terorganisir, dan mudah dikelola. Sebagai contoh, kode dalam *C#* dapat dipecah menjadi beberapa kelas yang masing-masing menangani tanggung jawab tertentu. Dengan pendekatan ini, *C#* sangat cocok untuk proyek besar yang membutuhkan struktur yang rapi dan pemeliharaan yang mudah. Selain itu, *C#* juga mendukung fitur seperti pengumpulan sampah otomatis (*garbage collection*), yang membantu pengembang mengelola memori dengan lebih efisien.

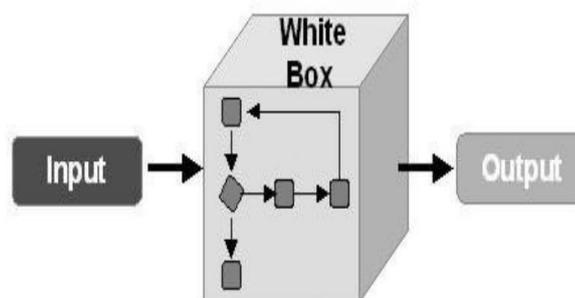
Salah satu keunggulan utama *C#* adalah integrasinya dengan platform *.NET*, yang menyediakan pustaka standar yang luas untuk memudahkan pengembangan berbagai jenis aplikasi. Melalui *.NET*, pengembang dapat mengakses berbagai pustaka dan API yang mendukung pengembangan fitur-fitur kompleks seperti akses ke database, pengolahan gambar, jaringan, dan lain-lain. *C#* juga mendukung pengembangan aplikasi lintas platform melalui *.NET Core*, yang memungkinkan

aplikasi berjalan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *macOS*, dan *Linux*. Ini menjadikan *C#* pilihan yang fleksibel dan serbaguna bagi pengembang perangkat lunak.

C# juga banyak digunakan dalam pengembangan game melalui mesin permainan Unity, yang merupakan salah satu mesin game paling populer di dunia. Unity menggunakan *C#* sebagai bahasa skrip utamanya, memungkinkan pengembang untuk membuat logika permainan, AI, dan interaksi dengan pengguna. Kelebihan *C#* dalam Unity termasuk dukungannya untuk pengembangan game 2D dan 3D, serta ekosistem yang besar dengan banyak sumber daya, plugin, dan komunitas yang aktif. Dengan kombinasi fitur-fitur ini, *C#* tidak hanya relevan dalam pengembangan aplikasi bisnis dan web, tetapi juga menjadi pilihan utama bagi pengembang game di seluruh dunia.

M. *White box testing*

Uji coba *White box testing* merupakan metode perancangan *testcase* yang menggunakan struktural untuk mendapatkan *testcase*, *test* ini digunakan untuk meramal cara kerja perangkat lunak secara rinci kepada *logic path* (jalur logika), perangkat lunak di *test* dengan kondisi dan perulangan secara fisik.

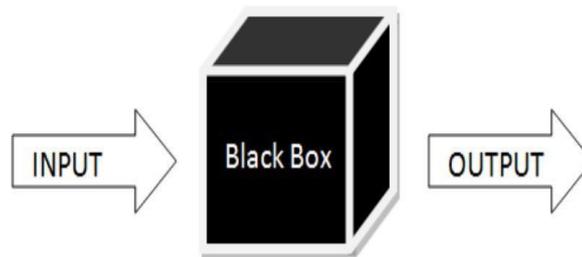


Gambar 2. 3 White box testing

Contoh pengujian *White box testing* ini merupakan peringatan ketika *user* menginputkan *password user* yang salah, untuk kesalahan semacam ini akan memberikan suatu informasi kepada *user* mengenai kesalahan yang dilakukan.

1. *Black Box testing*

Black Box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Jadi dianalogikan seperti kita melihat suatu kotak hitam, kita hanya bisa melihat penampilan luarnya saja, tanpa tau ada apa dibalik bungkus hitam nya. Sama seperti pengujian *Black Box*, mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (*interface*-nya), fungsionalitas tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detilnya (hanya mengetahui *input* dan *output*).



Gambar 2. 4 *Black Box testing*

Berikut dari bagian-bagian dalam teknik yang digunakan dalam *Black Box testing* antara lain :

- a. Digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangkat lunak.
- b. Kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran (*output*) yang dihasilkan.
- c. Kemampuan program dalam memenuhi kebutuhan pemakai dapat diukur sekaligus dapat diketahui kesalahan-kesalahannya.

2. Algoritma Pengembangan Media Pembelajaran PJOK Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

- a) Analisis Kebutuhan: Identifikasi kebutuhan pembelajaran, materi yang relevan, dan perangkat yang mendukung teknologi AR.
- b) Perancangan Media: Membuat desain awal dari media pembelajaran, termasuk model animasi, dan skenario interaktif.
- c) Pengembangan Konten: Pembuatan konten AR menggunakan perangkat lunak pengembangan AR seperti *Unity3D* dan *Vuforia*.
- d) Integrasi dan Pengujian: Mengintegrasikan konten ke dalam aplikasi dan melakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kemudahan penggunaan.
- e) Implementasi: Penerapan media pembelajaran di kelas dan evaluasi efektivitasnya.
- f) Evaluasi dan Perbaikan: Mengumpulkan umpan balik dari pengguna dan melakukan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi.

N. Kerangka Berpikir

Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK) merupakan salah satu bidang yang memiliki peran penting dalam pengembangan fisik, mental, dan sosial peserta didik. Namun, dalam pelaksanaannya, terdapat berbagai tantangan, termasuk keterbatasan media pembelajaran yang interaktif dan inovatif.



PJOK yang diajarkan disekolah memiliki peran yang sangat penting yaitu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam berbagai pengalaman belajar melalui aktivitas jasmani, olahraga, dan kesehatan yang dilakukan secara sistematis. Pembelajaran Pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan diarahkan untuk membina pertumbuhan fisik dan pengembangan psikis yang lebih baik.



Media Pembelajaran Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*, yang bertujuan untuk memberikan penjelasan tentang teori dari gerakan-gerakan berolahraga khususnya olahraga renang.



Direncanakan sebuah Media Pembelajaran Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu Penelitian

Waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah ± 2 (dua) bulan.

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *deskriptif* dimana memberikan gambaran mengenai fenomena yang sesungguhnya terjadi dan menggunakan pendekatan kualitatif. Dalam pendekatan kualitatif perlu menekankan pada pentingnya kedekatan dengan orang – orang dan situasi penelitian, agar peneliti memperoleh pemahaman jelas tentang realitas dan kondisi kehidupan nyata.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Agar sistem yang dibangun dapat diandalkan maka perlu datang langsung ke lokasi penelitian untuk mendapatkan data struktur organisasi sehingga bisa diketahui data-data yang diperlukan untuk membangun aplikasi yang dirancang.

2. Teknik Kepustakaan

Tenik ini digunakan dengan mempelajari literature berupa buku, jurnal, dokuemen, atau arsip di buku-buku pedoman, buku-buku perpustakaan yang di anggap dapat mendukung pengumpulan data.

D. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam melakukan penelitian, maka diperlukan alat dan bahan penelitian yang mendukung dalam kegiatan penelitian tersebut. Alat dan bahan yang diperlukan antara lain:

1. Alat Yang Digunakan

a. *Hardware* (Perangkat Keras)

Alat penelitian yang digunakan selama proses penelitian antara lain sebagai berikut:

1) Laptop *Asus X441MA*, dengan spesifikasi :

Processor : Intel® Celeron® N4000 RAM : 4 GB

Monitor : 14.0" HD (1366 x 768)

Hardisk : 1 TB

2) *Smartphone Redmi Note 9 Pro* dengan spesifikasi :

Processor : Qualcomm SM7125 Snapdragon 720G (8 nm)

RAM : 6 GB

Layar : IPS LCD 6.67 inci, FHD+

Kamera : 64 MP + 8 MP + 5 MP + 2 MP

b. *Software* (Perangkat lunak)

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi yaitu:

1) Sistem Operasi : *Windows 10 Pro*

2) Desain : *Photoshop CS 3*

3) *Text Editor* : *Visual Studio 2019*

4) Aplikasi : *Unity 2022.2.14f1*

5) Bahasa pemrograman : *C#*

E. Rancangan Penelitian

1. Spesialisasi pada PJOK: Sementara penelitian sebelumnya lebih berfokus pada bidang sains dan matematika, penelitian ini khusus mengembangkan media pembelajaran berbasis AR untuk Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan, yang merupakan bidang yang kurang dieksplorasi.
2. Evaluasi Gerakan *Real-Time*: Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya menampilkan konten AR tetapi juga mencakup evaluasi *real-time* gerakan fisik siswa, sebuah fitur yang belum diimplementasikan dalam penelitian sebelumnya di Sulawesi Selatan.
3. Integrasi Data Kesehatan Siswa: Penelitian ini juga mengintegrasikan data kesehatan siswa untuk personalisasi konten pembelajaran, yang memungkinkan aplikasi memberikan simulasi yang lebih relevan dan bermanfaat bagi siswa.
4. Penggunaan UML yang Lebih Mendalam: Rancangan penelitian ini memanfaatkan desain UML yang lebih mendalam dan terstruktur, memastikan bahwa seluruh proses pengembangan aplikasi dari perancangan hingga implementasi didokumentasikan dengan baik, sehingga dapat diimplementasikan dan dikembangkan lebih lanjut dengan mudah.
5. Konteks Spesifik untuk PJOK: Penelitian sebelumnya di Sulawesi Selatan lebih berfokus pada sains dan matematika, sementara penelitian ini merupakan yang pertama kali menargetkan bidang Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK) dengan menggunakan AR.

6. *Personalized Learning*: Rancangan penelitian ini mencakup fitur untuk personalisasi materi berdasarkan data kesehatan siswa, seperti tinggi badan dan berat badan, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih relevan dan mendalam.
7. Evaluasi *Real-time* dengan *Feedback*: Tidak hanya menampilkan konten interaktif, aplikasi yang dikembangkan juga mampu memberikan evaluasi gerakan siswa secara real-time, sebuah fitur yang belum diimplementasikan dalam penelitian sebelumnya di Sulawesi Selatan.
8. Penggunaan Teknologi Sensor Gerakan: Integrasi sensor gerakan untuk mendeteksi dan mengevaluasi gerakan siswa dalam AR merupakan inovasi yang memberikan umpan balik langsung kepada siswa, meningkatkan interaktivitas dan efektivitas pembelajaran.

F. Tahapan Penelitian

Tahap – tahap penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berkenaan dengan proses pelaksanaan penelitian yaitu:

1. Persiapan Penelitian.

Pada tahapan ini peneliti melakukan persiapan penelitian. Persiapan penelitian yang dimaksud adalah menyiapkan buku-buku, artikel-artikel tentang topik penelitian serta software yang digunakan selama penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara, metode pustaka, observasi dengan peninjauan, pencatatan dan pengamatan langsung di tempat penelitian.

3. Analisis

Pada tahap analisis, peneliti melakukan analisa terhadap sistem yang di terapkan sekarang berdasarkan kemudian merumuskan masalah yang menjadi pokok penelitian sehingga dapat dibuat alternatif pemecahan masalah.

4. Perancangan

Peneliti kemudian merancang aplikasi yang ingin dibuat berdasarkan alternatif pemecahan masalah.

5. Pengujian

Setelah melakukan perancangan, peneliti kemudian menguji hasil perancangan yang telah dibuat. Jika hasil perancangan terdapat kekurangan atau kelemahan maka kembali ke tahap analisis.

6. Implementasi

Setelah pada perancangan tidak terdapat kekurangan maka aplikasi siap untuk di gunakan oleh user.

G. Jenis Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang relevan dengan masalah yang akan dibahas.

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang berasal atau data yang diperoleh langsung dari sumber-sumber yang telah di wawancarai sebelumnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh tidak secara langsung dari objek penelitian seperti buku dan jurnal terkait dengan metode yang digunakan.

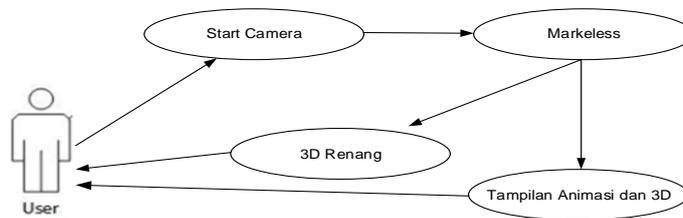
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Sistem yang di Usulkan

Sistem yang penulis buat adalah dengan metode pengunjung mengambil alat berupa smartphone berbasis android untuk selanjutnya menggunakannya sebagai Alat untuk memunculkan gerakan olahraga renang dalam bentuk 3D dan animasi.

1. Use Case Diagram



Gambar 4. 1 Diagram User Case system yang di ajukan

Penjelasan *Use Case* Diagram di atas :

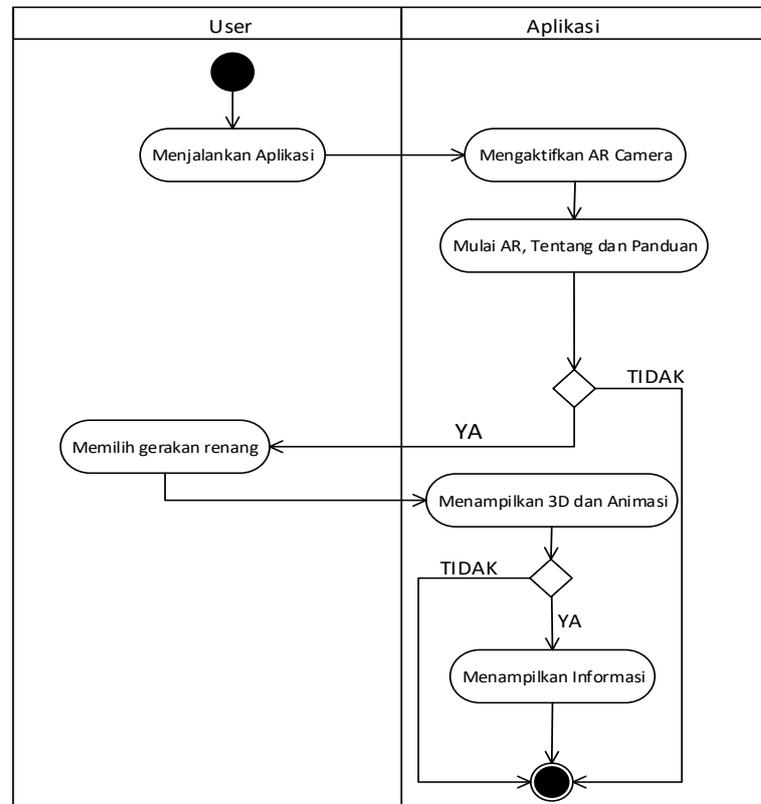
a. Actor Pengguna

Tabel 4. 1 Tabel Actor Pengguna

Nama <i>Use Case</i>	Deskripsi <i>Use Case</i>
AR Camera	<i>Use Case</i> ini menjelaskan bahwa setelah <i>user</i> mengaktifkan aplikasi, akan terbuka <i>Form</i> AR kamera yang di dalamnya juga terdapat <i>Form</i> pengaturan dan menu <i>User</i> sudah dapat menggunakannya untuk mendapatkan informasi dengan mengarahkannya ke marker atau objek.
<i>Markerless</i>	<i>Use Case</i> ini menjelaskan tentang proses Pendeteksian objek
Munculkan Informasi Gerakan renang dari	<i>Use Case</i> ini menjelaskan mengenai informasi yang tampil setelah Proses model renang
<i>Menu play</i>	<i>Use Case ini</i> menjelaskan bahwa jika kita menekan tombol play maka akan tampil sebuah proses gerakan renang
<i>home</i>	<i>Use Case</i> ini menampilkan cara penggunaan Aplikasi

2. Activity Diagram

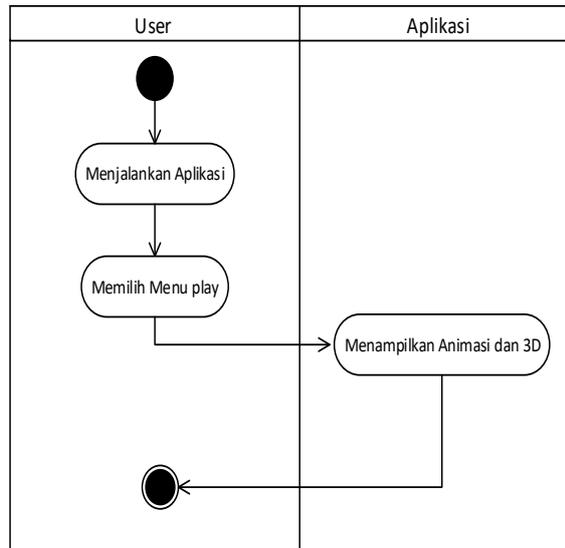
a. Activity Diagram Aplikasi



Gambar 4. 2 Diagram Activity Aplikasi Sistem yang di ajukan

Activity Diagram di atas menjelaskan bahwa ketika *user* menjalankan Aplikasi ini akan langsung di arahkan ke AR kamera yang di dalamnya juga sudah tersedia menu Mulai AR, Tentang dan tombol bantuan, apabila *user* memilih gerakan renang akan menampilkan informasi gerakan renang dalam bentuk animasi dan 3D, jika terkendala koneksi Aplikasi akan keluar, dan jika marker tidak terdeteksi dengan baik, informasi yang di inginkan tidak akan tampil.

b. Actifity Diagram Menu play

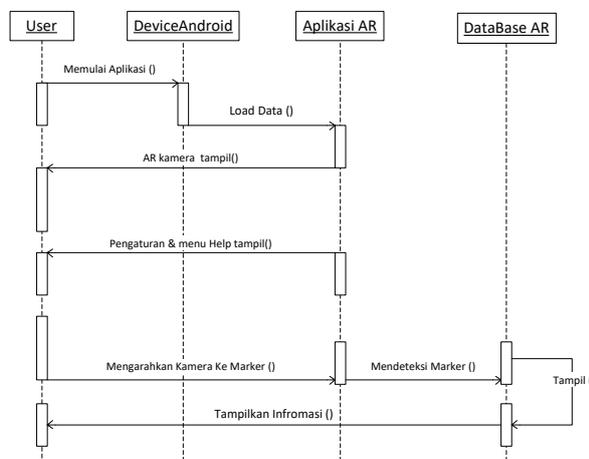


Gambar 4. 3 Diagram Activity Menu Play Sistem yang diajukan

Aktifity Diagram di atas menjelaskan bahwa jika *user* menjalankan Aplikasi ini di bagisn sudut atas aplikasi terdapat tombol play yang apabila di tekan akan tampil sebuah *PopUp* yang berisikan proses Memilih gerakan yang diinginkan.

3. *Sequence Diagram*

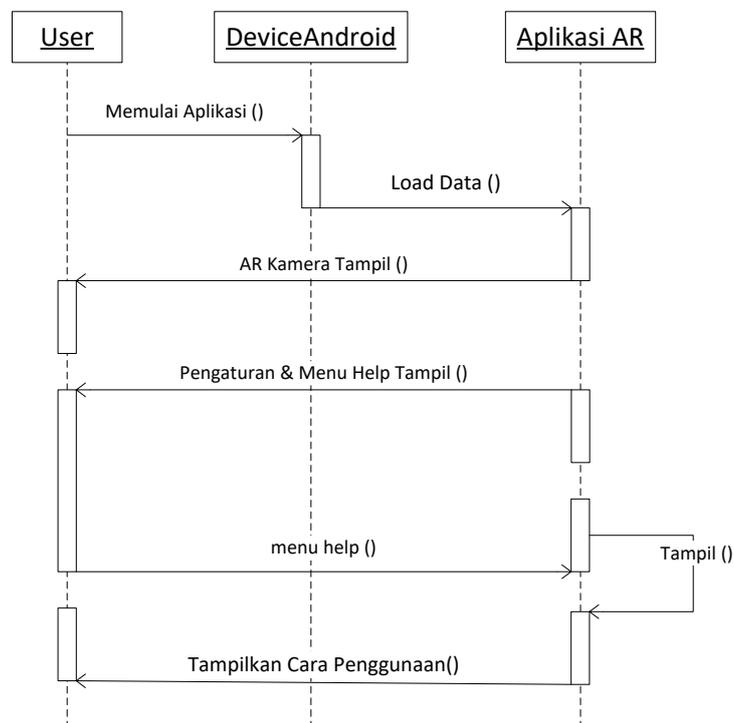
a. *Sequence Diagram Aplikasi*



Gambar 4. 4 Diagram Sequence Aplikasi Sistem yang diajukan

Diagram *Sequence* di atas menjelaskan bahwa ketika *user* memulai Aplikasi maka device Android yang di gunakan akan meload data untuk selanjutnya memulai aplikasi ini, setelah itu akan tampil AR camera dan Menu pengaturan serta tombol, setelah AR kamera tampil *user* akan mengarahkan device android tersebut ke *Markeless* yang telah di sediakan yang kemudian aplikasi melakukan proses pendeteksian *Markeless* untuk selanjutnya melakukan pencocokan dengan database jika sesuai dengan data base informasi dari objek akan tampil gerakan animasi dan 3d renang.

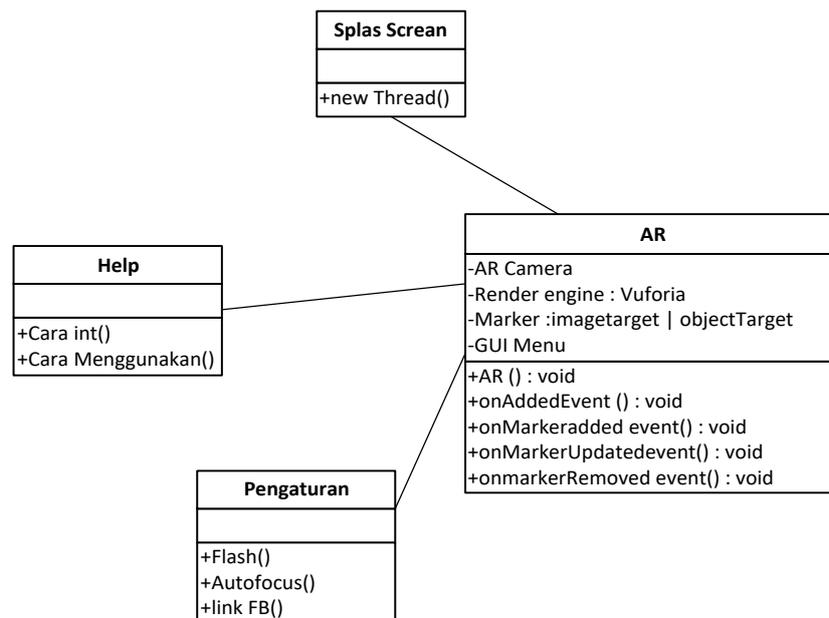
b. *Sequence* Diagram Menu *Help*



Gambar 4. 5 Diagram Menu bantuan Sistem yang diajukan

Diagram *Sequence* di atas menjelaskan bahwa ketika *user* menjalankan Aplikasi akan tampil AR kamera di sertai dengan menuPengaturan dan tombol bantuan, ketika *user* menekan tombol bantuan Aplikasi Akan menampilkan *PopUp* berupa Cara penggunaan dari Aplikasi ini.

4. Class Diagram



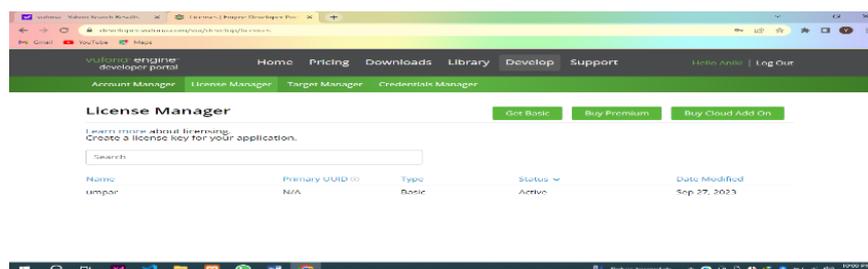
Gambar 4. 6 Diagram Class Sistem yang diajukan

Class Diagram di atas menjelaskan keterkaitan antara setiap *Form* dan fungsi-fungsi yang ada di dalamnya, seperti ketika Aplikasi di jalankan pertama kali maka yang akan tampil pertama kali adalah munculnya sebuah splashscreen sebelum masuk ke *Form AR* yang merupakan inti dari aplikasi ini di dalamnya proses menampilkan gerakan renang dalam bentuk animasi dan 3d terjadi, adapun jika kita menekan tombol bantuan maka akan di arahkan ke *Form PopUp* yang berisi Cara penggunaan aplikasi ini secara umum.

B. Detail Aplikasi

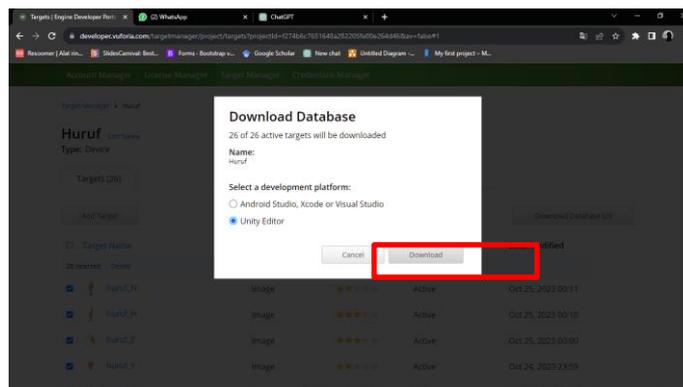
A. Membuat Akun *Vuforia Engine*.

- a. Buka Situs *Web Vuforia*: Akses situs *web* resmi *Vuforia* di <https://developer.Vuforia.com/>.
- b. Pilih "**Log In**" atau "**Register**": Temukan tombol atau opsi yang memungkinkan Anda membuat akun baru. Biasanya, ini berada di sudut kanan atas atau tengah halaman beranda.
- c. Isi Informasi Akun: Anda akan diminta untuk mengisi formulir pendaftaran. Informasi yang diminta biasanya mencakup nama, alamat *email*, dan pembuatan kata sandi.
- d. Verifikasi *Email* Anda: Setelah mengisi formulir, cek *email* Anda untuk mengonfirmasi dan melakukan verifikasi akun.
- e. Login ke Akun Anda: Setelah verifikasi berhasil, *login* ke akun *Vuforia* Anda menggunakan *email* dan kata sandi yang telah Anda buat.
- f. Mulai Penggunaan *Vuforia*: Setelah *login*, Anda akan memiliki akses ke portal pengembang *Vuforia*. Di sini, Anda dapat mulai membuat proyek, mengakses dokumentasi, dan mengelola kunci API serta *lisensi*.
- g. Membuat *Lisensi* pilih **License Manager**, beri nama "Umpar".



Gambar 4. 7 Tampilan Licency Manager

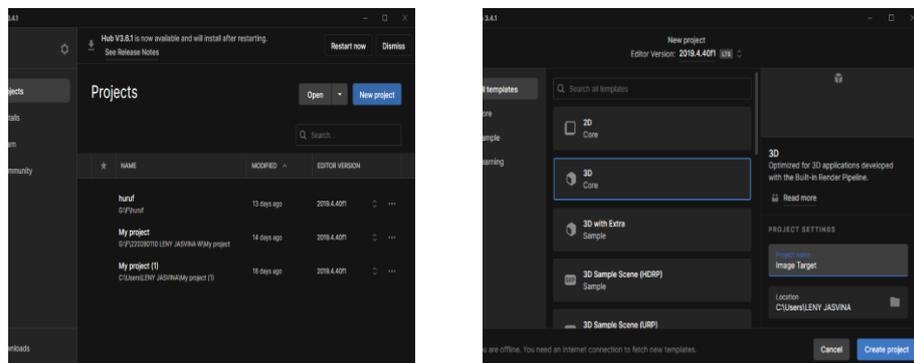
- j. Untuk menambahkan target pilih *database* yang telah dibuat, lalu klik **Add Target**, pilih dan isi *Type*, **File** yang akan dijadikan target, *Width* (**200**), dan **Nama Target** lalu klik **Add**.
- k. Pilih target yang telah ditambahkan, lalu pilih **Download Database** (pilih *Unity Editor*), lalu **Download**.



Gambar 4. 11 Tampilan Add Database

B. Membuat Projek pada aplikasi *Unity*

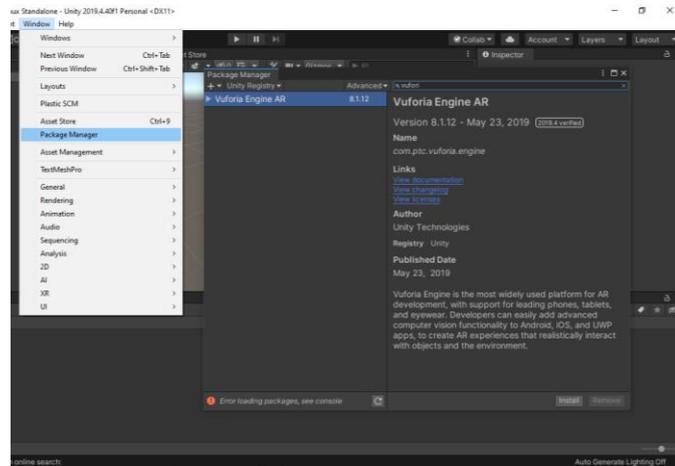
- a. Membuka Aplikasi *Unity*, berikut tampilan awal aplikasi *Unity*



Gambar 4. 12 Tampilan Project Unity

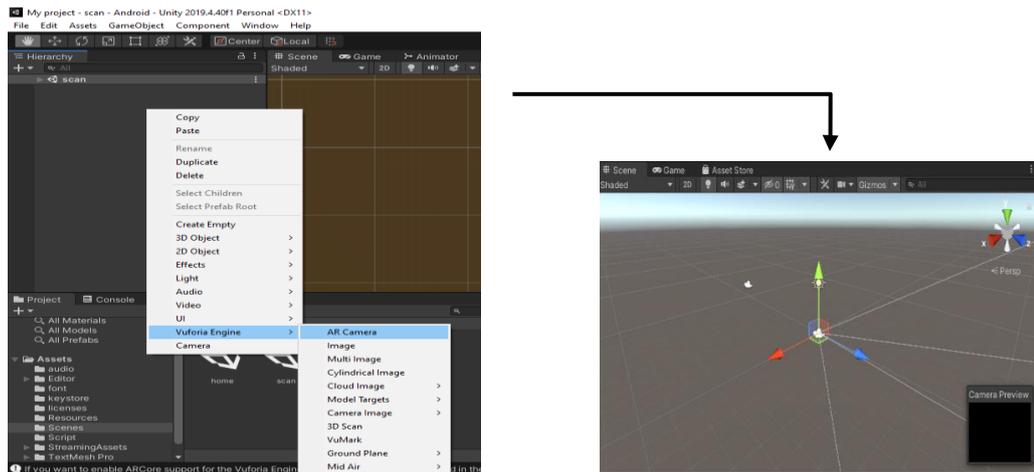
- b. Buat projek baru, klik **New Project** pilih **3D** isi nama projek lalu **Create**.
- c. Setelah muncul tampilan awal projek, selanjutnya menginstal **Vuforia Engine** dengan cara ke menu **Window > Package Manager**. Pada kotak pencarian

ketikkan *Vuforia* lalu *Install*.



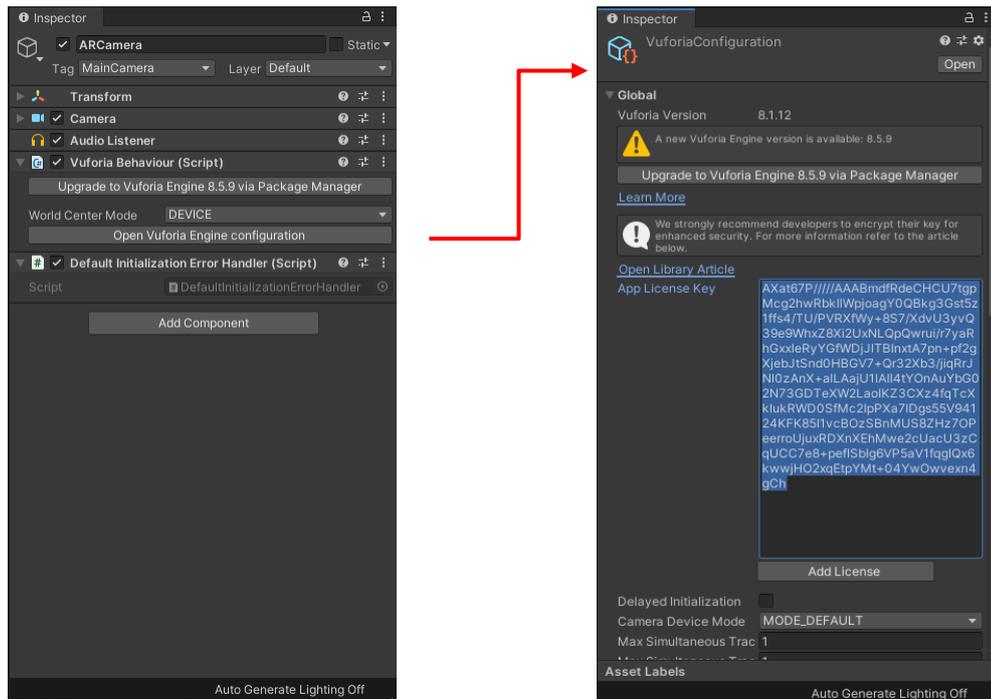
Gambar 4. 13 Tampilan Package Manager

- d. Selanjutnya ke menu *Hierarchy*, klik kanan pilih *Vuforia Engine* > *AR Camera*.



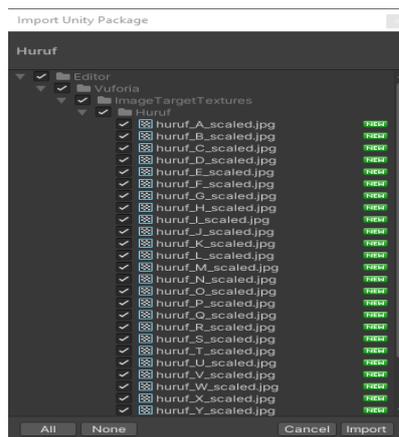
Gambar 4. 14 Tampilan AR Camera

- e. Menambahkan *Lisensi Key* agar dapat terhubung ke *Vuforia Engine* yang telah dibuat sebelumnya kedalam AR Camera. Klik *AR Camera* dibagian *Inspector* > *Open Vuforia Engine Configuration* > *paste lisensi yang telah dicopy sebelumnya*.



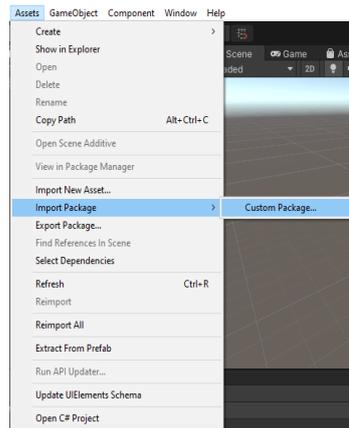
Gambar 4. 15 Tampilan Mengisi Licency

C. Menambahkan *Image*



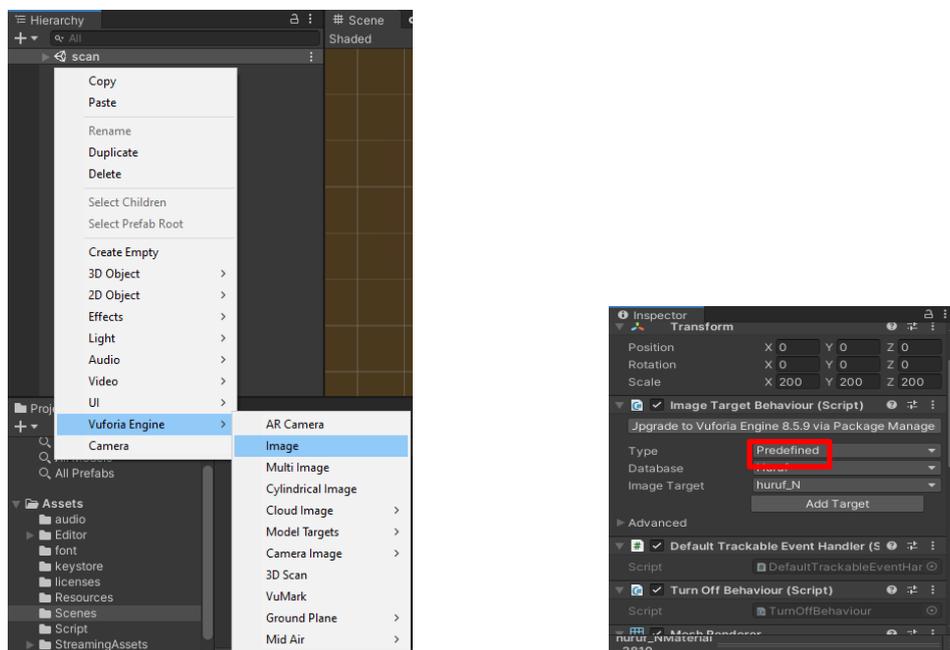
Gambar 4. 16 Tampilan Image Target

- a. Mengimport *database* yang telah didownload sebelumnya dengan cara ke Menu bar *Assets > Import Package > Costum Package*, pilih file yang telah didownload tadi lalu *Import*.



Gambar 4. 17 Tampilan Import Database

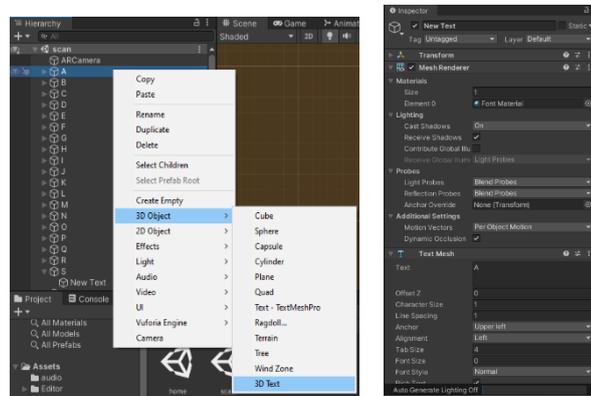
- b. Menambahkan *image*, caranya pada Menu **Hierarchy** klik kanan
- c. **Vuforia Engine** > **Image**.



Gambar 4. 18 Tampilan Vuforia Engine

D. Menambahkan 3D *text*

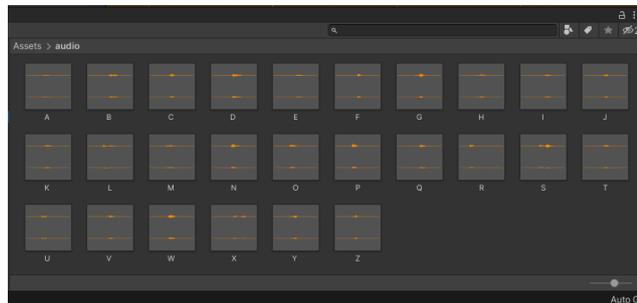
Dengan klik kanan pada bagian image yang akan ditambahkan 3D text pilih **3D Object** > **3D Text**, lakukan hal yang sama pada seluruh gambar. Ubah text pada bagian **Inspector** > **Text Mesh** > **Text**.



Gambar 4. 19 Tampilan 3D Teks

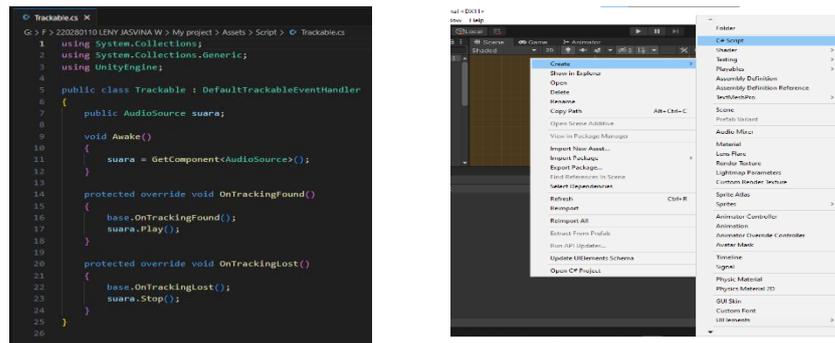
E. Menambahkan Audio

- a. Pertama yang harus di lakukan adalah persiapan file audio dengan menggunakan format *WAV*, *MP3*, *OGG*, *AIFF*, *FLAC*, dan *M4A*.



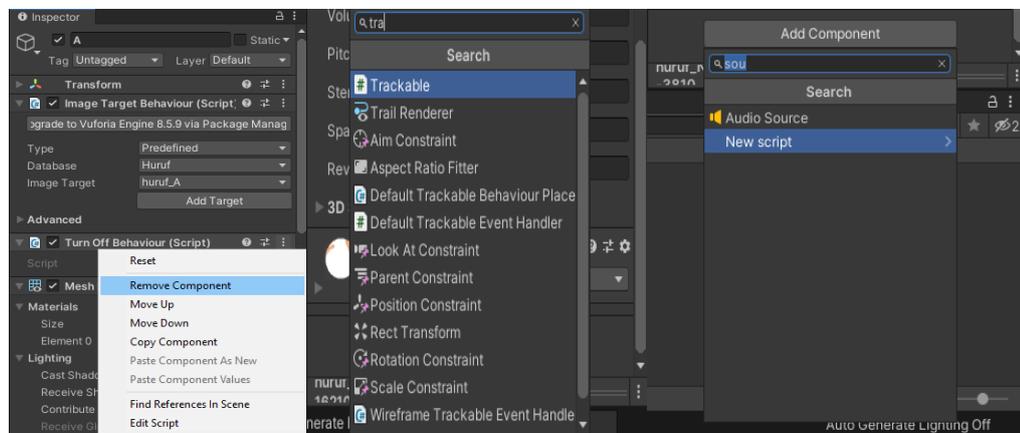
Gambar 4. 20 Tampilan Audio

- b. Import file audio ke *Unity* dengan membuka jendela *Assets* > buat folder dengan nama *Audio* dan gunakan opsi *Import New Asset*.
- c. Selanjutnya buat script dengan menggunakan bahasa pemrograman *C#* di *Unity*, untuk mengatur pemutaran audio. Dengan cara ke assets buat folder *Script*, pada folder script klik kanan > *Create* > *C#* lalu ganti nama filenya menjadi *Tackable*.



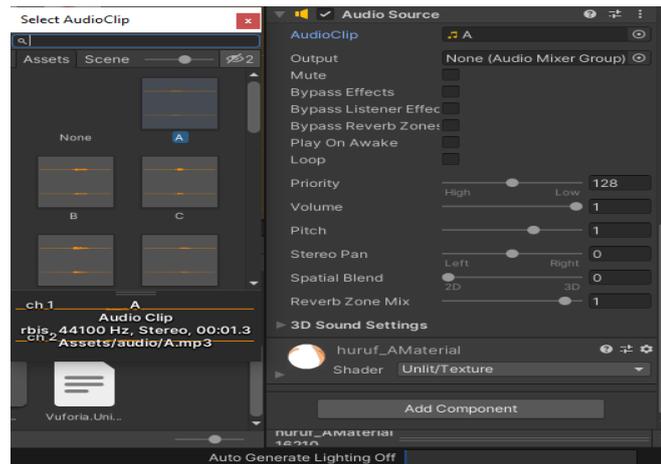
Gambar 4. 21 Tampilan Script

- d. Atur properti *audio source*, blok semua huruf di **Hierarchy** lalu pada bagian inspector remove '**Trun Off Behaviour (Script)**' dan masih di Inspector **Add Component > Audio Source dan Trackable**.



Gambar 4. 22 Tampilan atur audio source

- e. Di bagian inspector *audio source* masukan audio di setiap huruf sesuai dengan gambar huruf tersebut. Pada audioClip dan hilangkan centang pada bagian **Loop** dan **Play On Awake**.

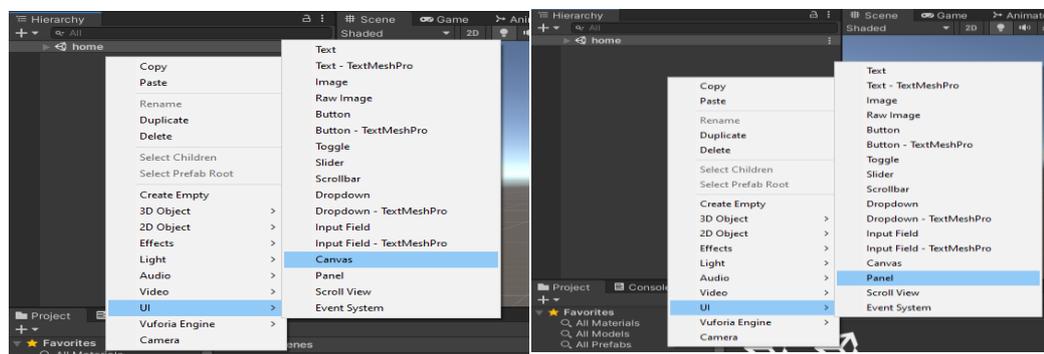


Gambar 4. 23 Tampilan Play On Aweken

- f. Maka saat project di *run*, gambar akan di scan dan muncul suara serta 3D *text* sesuai dengan huruf yang discan.

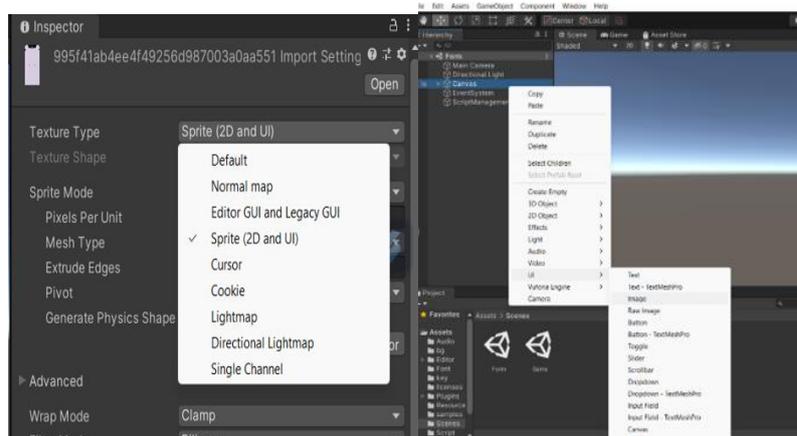
F. Membuat tampilan awal mulai aplikasi.

- a. Pertama buat scene baru dalam folder *Asset > Scene*. Buat Scene “*Home*” dengan cara klik kanan *Create > Scene*. Lalu double klik untuk masuk ke *scene Home*.
- b. Klik kanan pada bagian *Hierarchy > UI > Canvas* dan *Panel*



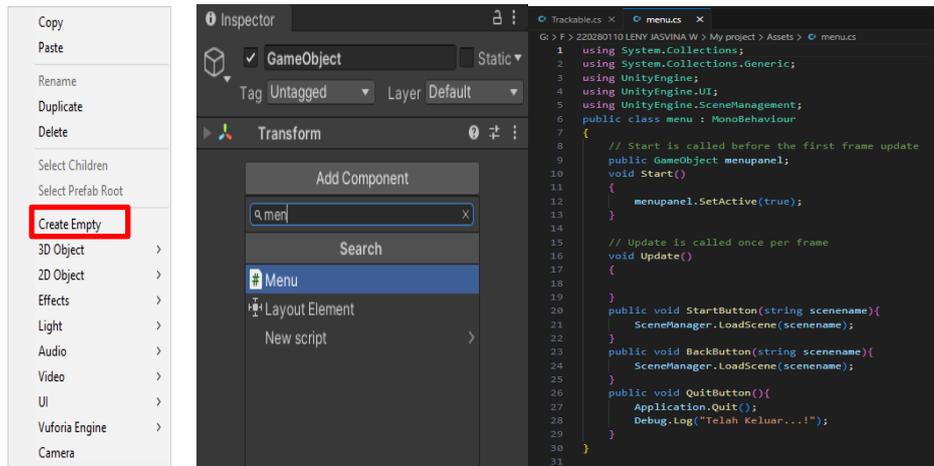
Gambar 4. 24 Tampilan Canva

- c. Mengatur tampilan panel ke halaman *game* dan atur sesuai dengan tampilan yang di inginkan. Di sini saya menggunakan tampilan horizontal dengan ukuran **1280 X 720 portrait**.
- d. Untuk menambahkan image atau background pada tampilan awal pilih **Canvas > Image**. Tapi sebelum itu siapkan image yang ingin di jadikan background dan masukkan di dalam asset lalu ganti formatnya dengan cara texture **Type > Sprite 2D Dan UI**



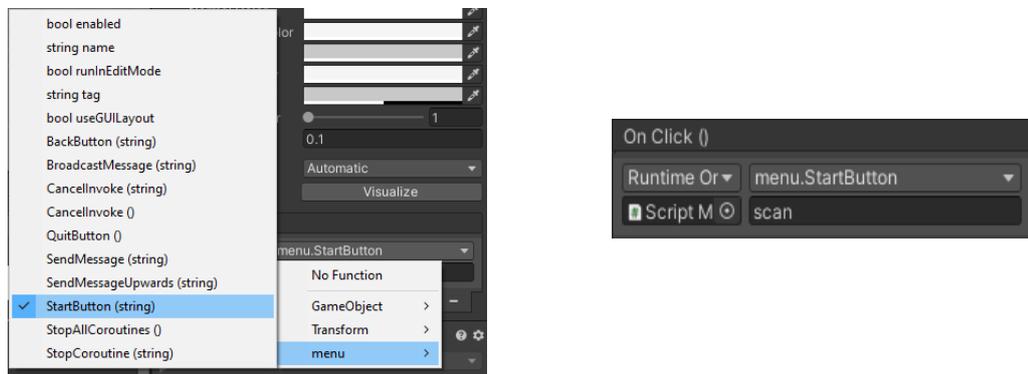
Gambar 4. 25 Tampilan Sprite UI

- e. Setelah itu untuk menjalankan aksi button kita perlu membuat **Script** dengan cara *create empty* di **Hierarchy Home > Add Component (Tuliskan Menu) > New Script > Create**, maka *script* akan otomatis ada di menu *asset*, klik kanan untuk masuk ke *script* menu dan isikan \scriptnya.



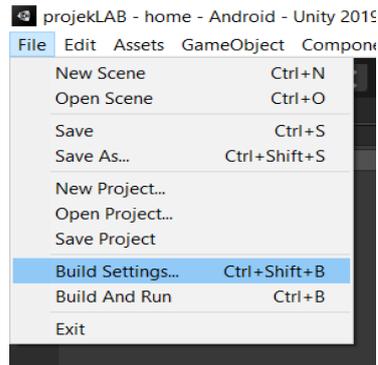
Gambar 4. 26 Tampilan Create Empty

- f. Pilih menu button mulai lalu di bagian inspector di bagian *button on click()* pilih *add to list* dan *drack Game Object* yang isinya *script* tadi ke dalam *runtime only*, lalu pada bagian *no function* pilih menu > *startbutton (string)* dan pada bagian bawahnya masukan scene yang akan di tempati berpindah yaitu *scene scan*.



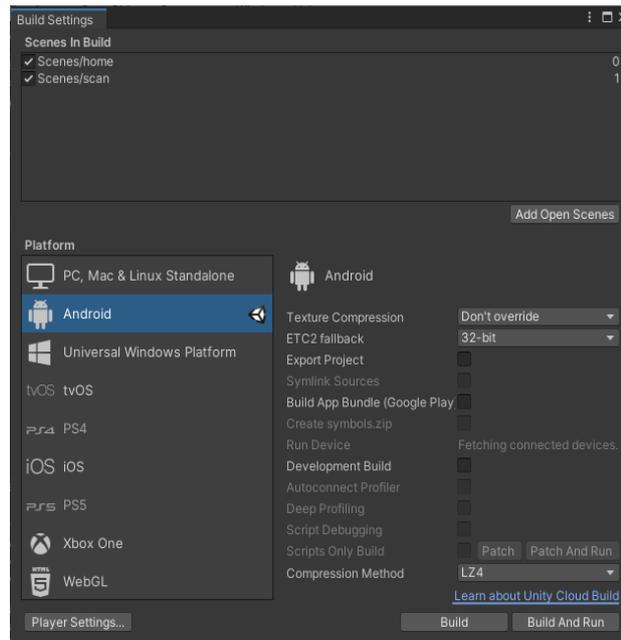
Gambar 4. 27 Tampilan add list

G. Mengubah projek *Unity* menjadi aplikasi *android*



Gambar 4. 28 Tampilan Build Setting

- Setelah semua proyek selesai dibuat, langkah berikutnya adalah melakukan *build* proyek. Pilih *file > build settings*
- Pada menu *build* (build setting), masukkan semua adegan secara berurutan, mulai dari adegan beranda hingga adegan pemindaian huruf, dan pastikan untuk mengubah platformnya menjadi *Android*. Jika Anda ingin melakukan penyesuaian seperti tampilan ikon aplikasi dan hal lainnya, Anda dapat masuk ke pengaturan pemain (pengaturan pemain). Setelah selesai, pilih pembangunan (*build*), berikan nama *file* aplikasi, dan simpan. Kemudian tunggu hingga proses *build* selesai. Setelah selesai pindahkan *file* aplikasi ke *android* anda dan *install*.



Gambar 4. 29 Tampilan Output

C. Tampilan *Output* Aplikasi

1. *Form* AR Kamera



Gambar 4. 30 Form AR Kamera

Gambar di atas adalah tampilan AR kamera ketika *user* telah mengaktifkan Aplikasi ini. nantinya *user* sudah dapat memilih mulai AR maka aplikasi ini akan menampilkan aktif kamera untuk mendapatkan Informasi renang di dalam AR

kamera ini juga di sertakan tombol play dan *Form home* dimana di dalamnya terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi-fungsi tertentu.

2. *Form* panduan



Gambar 4. 31 Menu panduan

Gambar tampilan di atas adalah sebuah *PopUp* informasi yang tampil apabila *user* menekan tombol panduan pada Menu utama, isinya kurang lebih cara penggunaan Aplikasi secara umum.

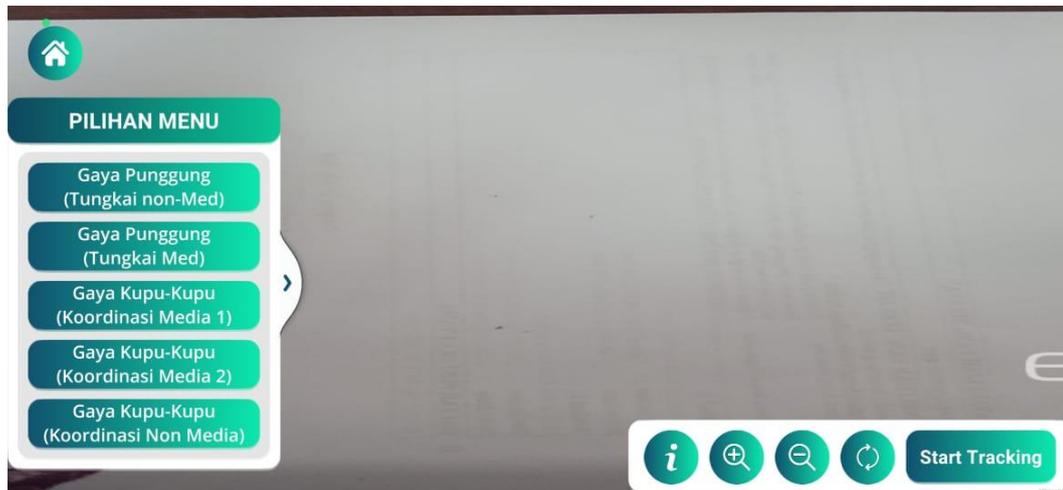
3. *Form* Tentang



Gambar 4. 32 Menu tentang

Gambar tampilan di atas adalah sebuah *PopUp* informasi yang tampil apabila *user* menekan tombol tentang pada Menu utama, isinya kurang lebih cara penggunaan Aplikasi secara umum.

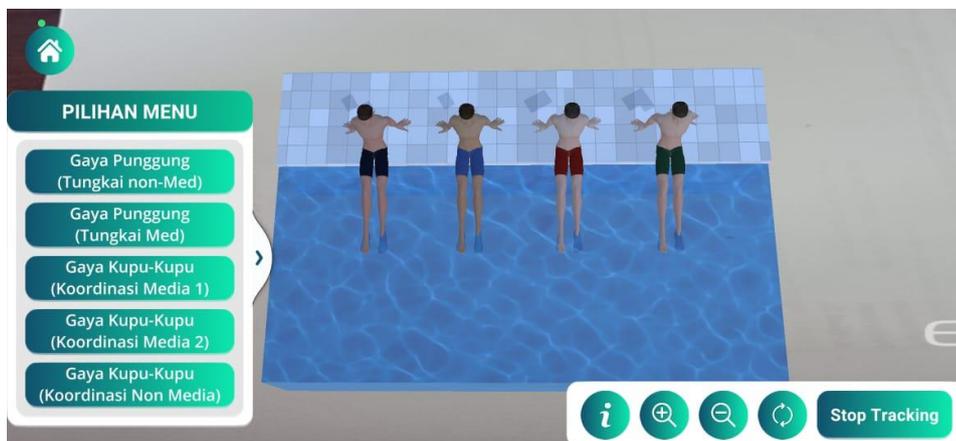
4. *Form* Mulai AR

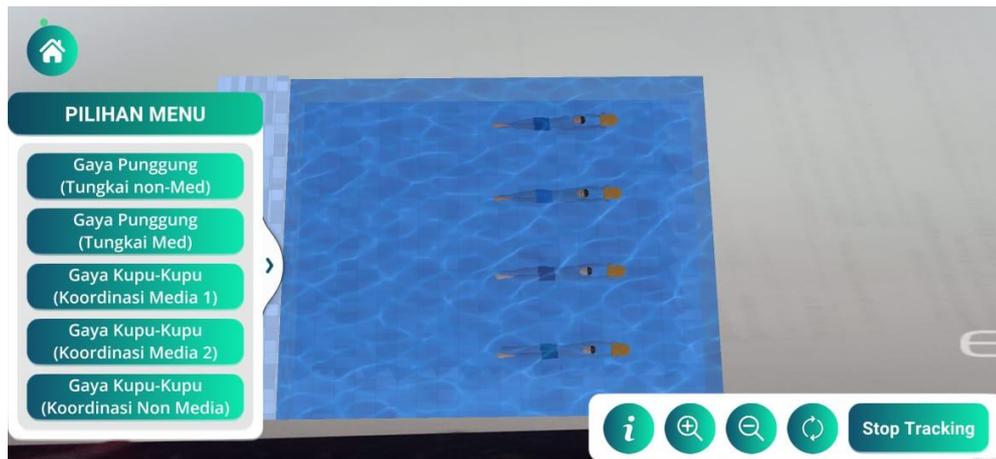


Gambar 4. 33 Menu Mulai AR

Gambar tampilan di atas adalah sebuah *PopUp* informasi yang tampil apabila *user* menekan tombol Mulai AR pada Menu utama, isinya kurang lebih cara penggunaan Aplikasi secara umum.

5. *Form* gaya renang



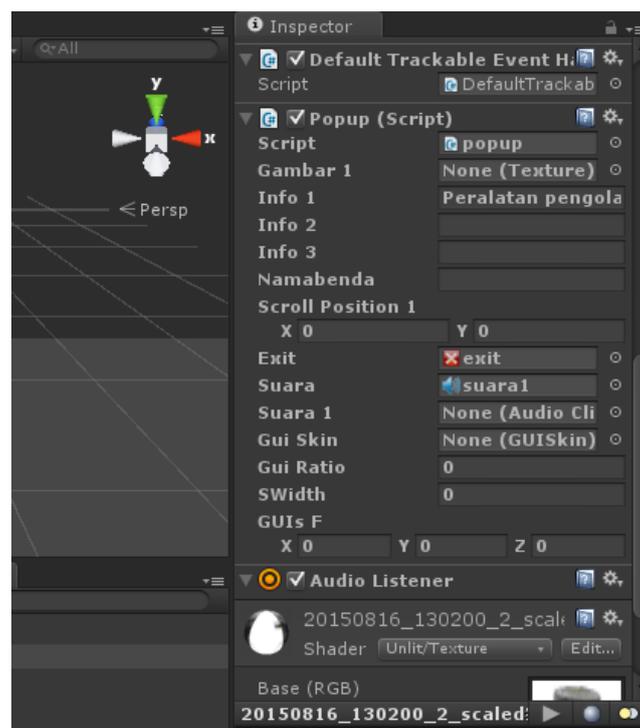


Gambar 4. 34 Menu gaya renang

Gambar tampilan di atas adalah sebuah *PopUp* informasi yang tampil apabila *user* menekan tombol gaya renang pada Menu utama, isinya kurang lebih cara penggunaan Aplikasi secara umum.

D. Rancangan *Input* dan *Output*

1. Rancangan *Input*



Gambar 4. 35 Input Data Aplikasi

2. Rancangan *Output* Aplikasi

- a. Visualisasi 3D Gerakan Olahraga: Menyediakan model 3D yang memvisualisasikan gerakan olahraga seperti Renang dengan animasi yang dapat diputar 360 derajat.
- b. Petunjuk Langkah-langkah Gerakan: Petunjuk langkah demi langkah untuk melakukan gerakan olahraga yang benar, disertai dengan ilustrasi visual
- c. AR Overlay: Penggabungan dunia nyata dan objek digital yang memungkinkan pengguna untuk melihat visualisasi tambahan di lingkungan sekitar mereka.

3. Rancangan Input Aplikasi

- a. *Markerless* atau AR Code: Digunakan untuk memicu tampilan AR saat diarahkan kamera perangkat.
- b. *User Interface* (UI): Navigasi sederhana yang memungkinkan siswa untuk memilih materi, memulai simulasi, atau berinteraksi dengan konten.
- c. Kamera AR: Digunakan untuk mendeteksi marker atau lingkungan sekitar sebagai dasar menampilkan konten AR.
- d. Input Gesture: Pengguna dapat menggunakan gesture atau sentuhan untuk memutar, memperbesar, atau menggerakkan model 3D.

E. Pengujian Sistem

1. Implementasi

Implementasi sistem merupakan tahap penerapan dari suatu teknologi yang didesain untuk siap dioperasikan. Pada tahap ini design sistem yang telah dirancang diterapkan ke dalam bahasa pemrograman yang kemudian di lakukan pengujian sistem.

Adapun bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah bahasa pemrograman *C# (Sharp)*.

a. Kebutuhan *Hardware*

Spesifikasi minimum *hardware* pengguna aplikasi ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Spesifikasi *Hardware Smartphone*

Jenis	Spesifikasi
Smartphone	Semua Merk
Processor	Intel® Atom™ 1.60 Ghz
RAM	4 GB
Memori	6 GB
Camera	5 MP (Autofokus : Ya Flash : Ya)
Display	Touchscreen 4.0 inches

b. Kebutuhan *Software*

Spesifikasi minimum *software* pengguna aplikasi ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Spesifikasi *Software*

Jenis	Spesifikasi
Sistem Operasi	Android Ver. 11

2. Pengujian aplikasi

a. Metode Pengujian

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan dua metode pengujian yaitu Pengujian *Black Box* (*White box testing*) dan Pengujian *White Box* (*Black Box testing*).

b. Teknik Pengujian

Pengujian *black-box* berkaitan dengan pengujian yang dilakukan pada *interface* perangkat lunak.

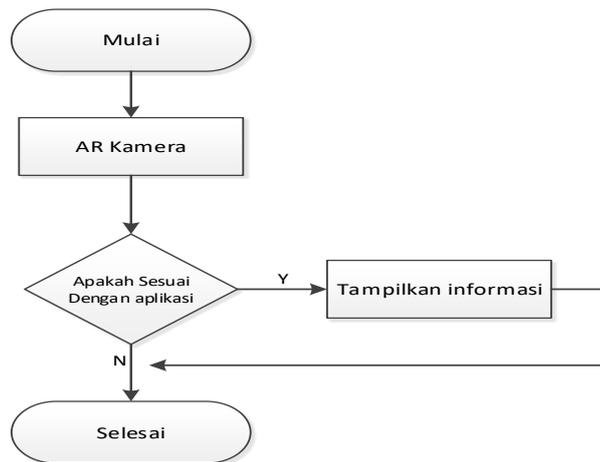
Meskipun didesain untuk mengungkapkan kesalahan, pengujian *black-box* digunakan untuk memperlihatkan bahwa fungsi-fungsi perangkat lunak adalah operasional, bahwa input diterima dengan baik dan output dihasilkan dengan tepat, dan integritas informasi external (seperti file data) dipelihara. Pengujian *blackbox* menguji beberapa aspek dasar suatu aplikasi dengan sedikit memperhatikan struktur logika internal perangkat lunak tersebut.

sedangkan Pengujian *WhiteBox* berfokus pada efektifitas aplikasi yang dirancang

c. Pengujian *White Box*

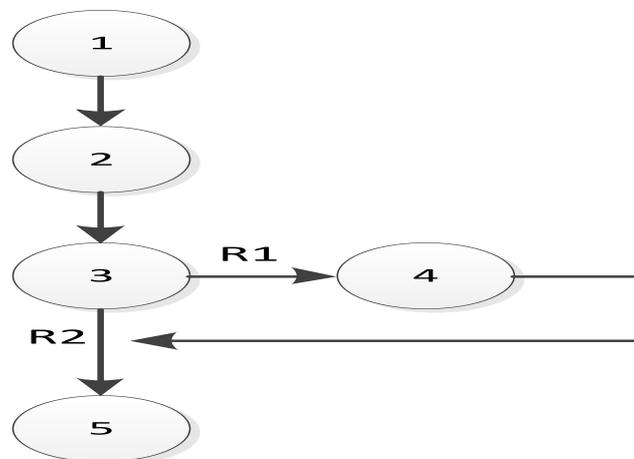
1. *White Box* Aplikasi

a. *Flowchart* Aplikasi



Gambar 4. 36 Flowchart Aplikasi

b. *Flowchart* Pengaturan Aplikasi



Gambar 4. 37 Flowchart Pengaturan Aplikasi

c. *Proses* Perhitungan

Dari Gambar *FlowGraph* di atas dapat di lakukan proses perhitungan sebagai berikut :

- a) Menghitung *Cyclomatic Complexity* $V(G)$ dari *Edge* dan *Node*:

Dengan Rumus : $V(G) = E - N + 2$

$N(\text{node}) = 5$

$E(\text{edge}) = 5$

$$P (\text{predikat node}) = 1$$

$$\text{Penyelesaian : } V(G) = E - N + 2$$

$$= 5 - 5 + 2$$

$$= 2$$

$$\text{Predikat Node (N)} = P + 1$$

$$= 1 + 1$$

$$= 2$$

b) Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *FlowGraph* diatas memiliki *Region* = 2

c) *Independent Path* pada *FlowGraph* diatas adalah :

$$\text{Path 1} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$$

$$\text{Path 2} = 1 - 2 - 3 - 5$$

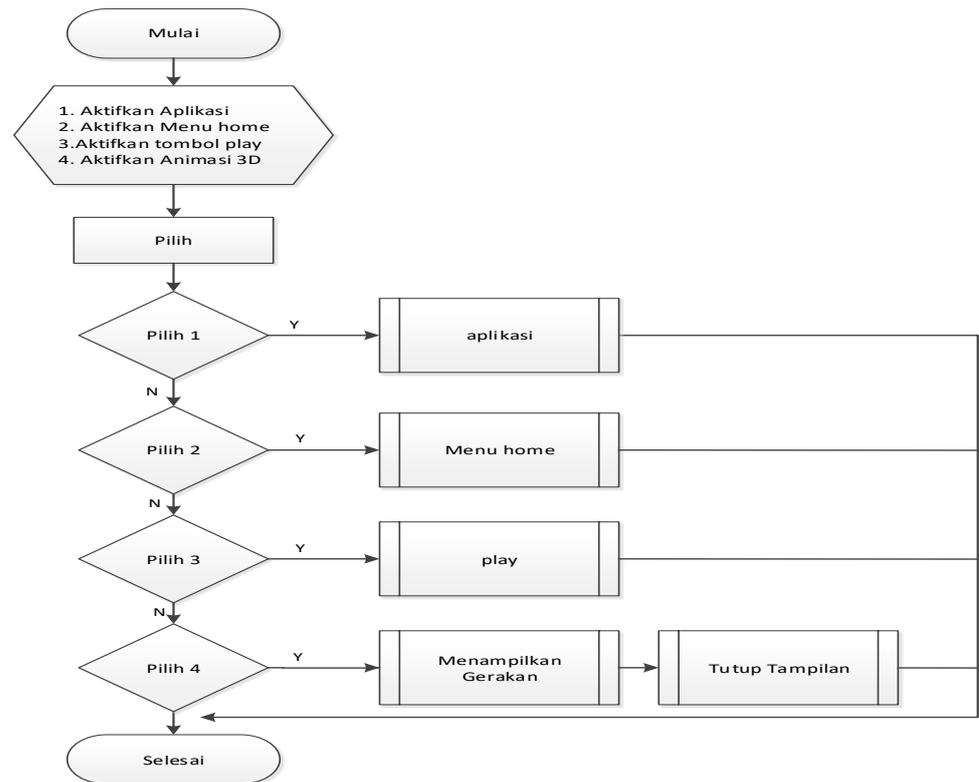
d) Grafik Matriks

Tabel 4. 4 Grafik Matriks

	1	2	3	4	5	E-1
1		1				1-1=0
2			1			1-1=0
3				1	1	2-1=1
4					1	1-1=0
5						
Zum (E+1)						1+1=2

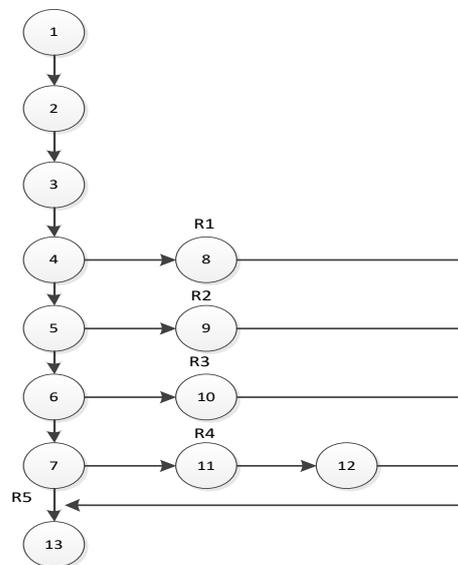
a. *FlowGraph* Aplikasi

Dari *Flowchart* Aplikasi yang di gunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka di tentukan *FlowGraph* sebagai berikut :



Gambar 4. 38 FlowGraph Aplikasi

b. FlowGraph Pengaturan Aplikasi



Gambar 4. 39 FlowGraph Pengaturan Aplikasi

3) Proses Perhitungan

Dari Gambar *FlowGraph* di atas dapat di lakukan proses perhitungan sebagai berikut :

a) Menghitung *Cyclomatic Complexity* $V(G)$ dari *Edge* dan *Node*:

Dengan Rumus : $V(G) = E - N + 2$

$N(\text{node}) = 13$

$E(\text{edge}) = 16$

$P(\text{predikat node}) = 1$

Penyelesaian : $V(G) = E - N + 2$

$= 16 - 13 + 2$

$= 5$

Predikat *Node* (N) = P + 1

$= 4 + 1$

$= 5$

b) Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *FlowGraph* diatas memiliki *Region* = 5

c) *Independent Path* pada *FlowGraph* diatas adalah :

Path 1 = 1 – 2 – 3 – 4 – 8 – 13

Path 2 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 9 – 13

Path 3 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 10 – 13

Path 4 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 11 – 12 – 13

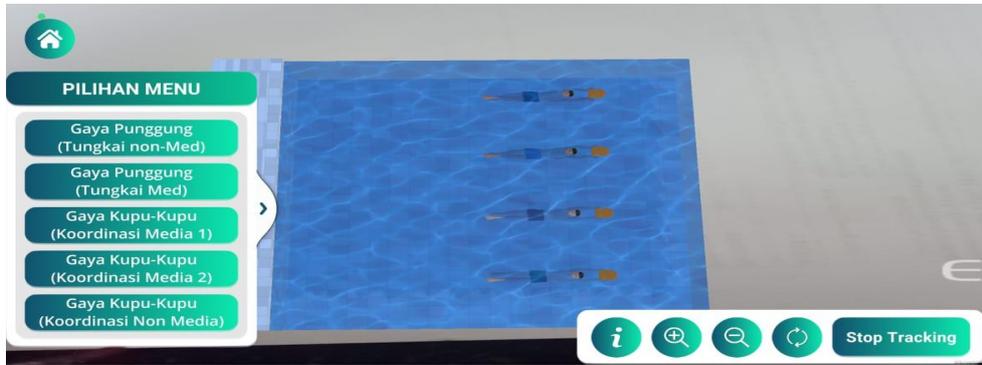
Path 5 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 13

d) Grafik Matriks

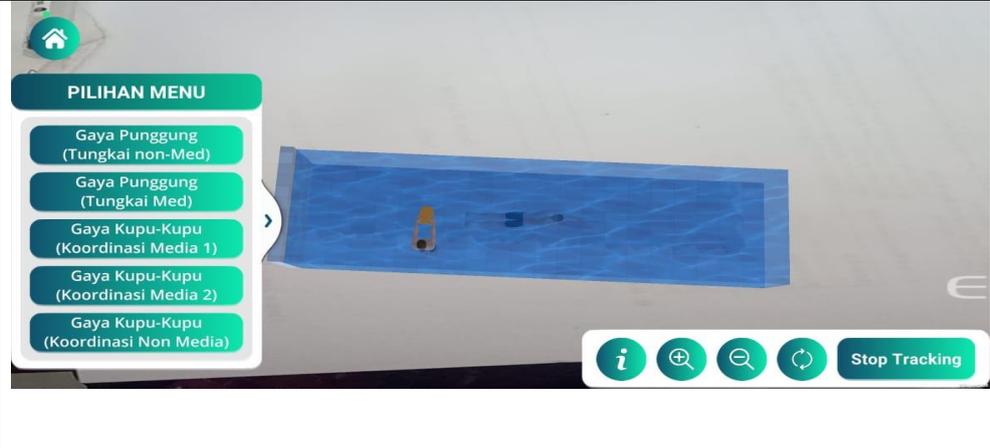
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	E-1
1		1												1-1=0
2			1											1-1=0
3				1										1-1=0
4					1			1						2-1=1
5						1			1					2-1=1
6							1			1				2-1=1
7											1		1	2-1=1
8													1	1-1=0
9													1	1-1=0
10													1	1-1=0
11												1		1-1=0
12													1	1-1=0
13														
Zum (E+1)														4+1=5

4) Pengujian *Black Box*

Tabel 4. 5 Black Box Gerakan renang 1

<i>Test Factor</i>	Hasil	Keterangan
Jika mendeteksi marker/objek dengan stabil	✓	Berhasil, Karena tampil animasi renang.
<i>ScreenShoot</i>		
		

Tabel 4. 6 Black Box Gerakan renang 2

<i>Test Factor</i>	Hasil	Keterangan
Jika mendeteksi marker/objek dengan stabil	✓	Berhasil, Karena tampil animasi renang.
<i>ScreenShoot</i>		
		

Tabel 4. 7 Black Box informasi

<i>Test Factor</i>	Hasil	Keterangan
Jika mendeteksi marker/objek dengan stabil	✓	Berhasil, Karena tampil informasi.
<i>ScreenShoot</i>		
		

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis maka dapat di tarik kesimpulan sebagai yaitu *Metode Image Prosesing* yang di terapkan *Markerless* dalam penggunaan aplikasi ini memungkinkan kita dapat menampilkan informasi dari renang yang ada dengan hanya menekan tombol mulai AR maka kamera akan aktif dan menampilkan animasi 3D gaya renang yang ada tersebut. berdasarkan penjelasan ini di dapatkan hasil penelitian yang berupa batasan-batasan dari image prosesing yang di gunakan, dimana dari 5 sampel gaya renang yang di lakukan pengujian semuanya memiliki batas tertentu dalam hal jarak minimum sejauh 20 cm, dan jarak maximum yang bervariasi antara 35cm - 50cm, hal ini di sebabkan oleh beberapa factor di antaranya kualitas kamera, Selain itu juga di di dapatkan hasil bahwa derajat yang paling baik atau sudut terbaik untuk menampilkan hasil yang optimal berada di 90⁰ derajat atau posisi kamera berhadapan langsung dengan objek deteksi.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan agar pada perkembangan aplikasi kedepannya dapat memperbaharui aplikasi sesuai dengan kebutuhan siswa sehingga dapat meminimalisir aplikasi yang telah dirancang.

2. Penulis menyarankan agar pada perkembangan aplikasi kedepannya dapat lebih meningkatkan kualitas dari segi fitur aplikasi seperti menampilkan pembelajaran PJOK yang lebih lengkap dan juga dalam metode marketless yang di gunakan lebih jelas dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Hastuty Hasyim. (2021). *DASAR PEMROGRAMAN (Vol. 2)*. CV. Bangun Bumitama.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bintara, W. S (2023). *Pengertian Blender – Sejarah, Fitur, Kelebihan, Kekurangan*. Diperoleh dari: <https://dianisa.com/pengertian-blender/>.(Diakses tanggal 25 Agustus 2023).
- Billingham, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
- Dewi, N. R. 2021. *Mengenal White box testing : Jenis dan 6 teknik yang digunakan*. diperoleh dari : <https://www.ekrut.com/media/white-box-testing-adalah>. (diakses 25 Agustus 2023).
- Effendi, I. (2017) *Pengertian Augmented Reality (AR)*. Diperoleh dari: <https://www.it-jurnal.com/pengertian-augmented-reality/>.(diakses tanggal 15 April 2023).
- Gunawan, O. M. (2021). *Flowchart pengertian, jenis, dan contohnya*. Diperoleh dari: <https://www.hashmicro.com/id/blog/Flowchart-simbol-jenis-pengertian-dan-contoh>. (Diakses tanggal 15 April 2023).
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and Geometry Education with Collaborative Augmented Reality. *Computers & Graphics*, 27(8), 839-845.
- Maripadang, A., & Prasti, D. (2023). *Aplikasi Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Buku Tematik Kelas 1 Sekolah Dasar*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informatika*. 1(1) : 8-14.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEEE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Nasikha, D. (2018). Tingkat pengetahuan siswa kelas IV tentang keselamatan dalam pembelajaran penjasorkes di SD Palbapang. *Skripsi sarjana, tidak dipublikasikan, Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Nurhadi, M. (2021). *pengertian White box testing*. diperoleh dari: <https://.suara.com/bisnis/2021/12/05/162324/pengertian-black-box-testing?page=all>. (diakses 25 Agustus 2023).
- Prawiro, M. (2020). Pengertian media: *Memahami apa itu media, fungsi, dan jenis-jenis media*. Diperoleh dari: <https://www.maxmanroe.com/vid/umum/pengertian-media.html>. (Diakses 25 Agustus 2023).

Sugianto, A., & Saputra, R. (2018). *Penerapan Augmented reality Sebagai Media Pembelajaran Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) Pada SMK Negeri 2 Palembang* (Doctoral dissertation, STMIK Palcomtech).

Setiawan, R. (2021). *Flowchart adalah: Fungsi , Jenis, Simbol,dan contohnya*. Diperoleh dari: <https://www.dicoding.com/blog/Flowchart-adalah>.(Diakses tanggal 15 April 2023).