



A PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID UNTUK PEMBELAJARAN RANTAI MAKANAN PADA HEWAN

Wigo Alexandra¹, Ade Dwi Putra², Ajeng Saviri Puspanigrum³

S1 Informatika, Universitas Teknokrat Indonesia¹

S1 Sistem Informasi, Universitas Teknokrat Indonesia²

S1 Teknik Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia³

wigoalex@gmail.com, adedwiputra.tekno@gmail.com, ajeng.savitri@teknokrat.ac.id

Received: (16 Februari 2022) **Accepted:** (1 Maret 2022) **Published:** (30 Maret 2022)

Abstract

Starting from the problem that students who studied the food chain in animals only through books made them less understanding so that learning was repeated. So this research tries to make a solution to this problem with the Augmented Reality application of the food chain in animals that can run on smartphones with the Android operating system to help feed on animals. Applications created using Unity 3D and Vuforia SDK which run on android devices. This application was built using the Extreme Programming method. The results of tests carried out using ISO 25010 show that the value of the quality test for the functional aspects of suitability by people in the field of software engineering shows that the application can perform 100% of its function correctly. The results of the usability aspect quality test conducted on general respondents obtained an overall value of 91.44%, which means that the usability aspect of this application is very feasible. And the results of testing the quality of the portability aspects on several devices with the android oreo, pie and android 10 operating systems get an overall value of 100% which means that the portability aspect of the application can be run.

Keywords: Android, Food Chain, Augmented Reality, ISO 25010, Unity 3D

Abstrak

Berawal dari masalah bahwa Siswa/I yang mempelajari rantai makanan pada hewan hanya melalui buku membuat mereka kurang memahami sehingga pembelajaran diulang kembali. Maka penelitian ini mencoba membuat solusi masalah tersebut dengan aplikasi Augmented Reality rantai makanan pada hewan yang dapat berjalan pada smartphone dengan sistem operasi android untuk membantu dalam makanan pada hewan. Aplikasi dibuat menggunakan Unity 3D dan Vuforia SDK yang dijalankan pada perangkat android. Aplikasi ini dibangun menggunakan metode Extreme Programming. Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan iso 25010 diperoleh nilai pengujian kualitas aspek fungsional suitability oleh orang dibidang software engineering menunjukkan bahwa aplikasi dapat melakukan 100 % fungsinya dengan benar. Hasil pengujian kualitas aspek usability yang dilakukan pada responden umum diperoleh nilai keseluruhan sebesar 91.44 % yang berarti aspek usability aplikasi ini sangat layak. Dan hasil pengujian kualitas aspek portability pada beberapa device dengan sistem operasi android oreo, pie dan android 10 mendapatkan nilai keseluruhan sebesar 100% yang berarti aspek portability aplikasi dapat dijalankan.

Kata Kunci: Android, Rantai Makanan, Augmented Reality, ISO 25010, Unity3D

To cite this article:

Alexandra et.al. (2022). Penerapan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pembelajaran Rantai Makanan Pada Hewan. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, Vol(3) No(1), 1-24.

PENDAHULUAN

Rantai makanan adalah proses dimakan ataupun dimakan yang terjadi pada makhluk hidup secara berurutan. Contohnya biji padi dimakan tikus, tikus dimakan ular, dan ular dimakan elang. Jika elang mati, bangkai elang diuraikan oleh bakteri. Bangkai yang terurai oleh bakteri menjadi zat-zat yang menyuburkan tanah. Tanah yang subur menjadikan padi tumbuh subur (Amin, 2009)

SD Negeri 05 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan dikelas 4 merupakan salah satu dari sekian banyak sekolah yang mengajarkan tentang rantai makanan pada hewan yang masih menggunakan buku dalam sistem pembelajaran. Bagi Siswa/i di SD Negeri 05 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan dengan mempelajari rantai makanan pada hewan hanya melalui buku membuat beberapa siswa cenderung kurang memahami sehingga pembelajaran diulang kembali.

Untuk itu dibuatlah aplikasi untuk membantu mempelajari rantai makanan pada hewan dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality. Augmented Reality adalah sebuah teknologi yang menggabungkan antara dunia nyata dan dunia virtual dalam menyampaikan suatu informasi kepada penggunanya. Dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality ini maka diharapkan bagi siswa/i kelas 4 SD Negeri 05 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan akan semakin antusias dan tertarik dengan pembelajaran rantai makanan pada hewan yang sudah dilengkapi dengan teknologi Augmented Reality yang bisa melihat gambaran nyata yang menyerupai aslinya.

Cara kerja Augmented Reality dengan menganalisa objek yang ditangkap oleh kamera lalu menampilkan objek virtual tersebut secara nyata. Teknologi Augmented Reality dapat di implementasikan pada perangkat mobile. Salah satu sistem operasi perangkat mobile yang dapat di manfaatkan yaitu android. Adapun aplikasi akan diterapkan pada Android, karena dengan semakin berkembangnya perangkat telekomunikasi smartphone yang memiliki banyak fungsi untuk mempermudah aktifitas manusia, tidak hanya untuk komunikasi tetapi bisa juga melakukan banyak aktifitas lain dalam satu perangkat. Smartphone yang mendominasi pasaran dunia saat ini adalah smartphone dengan operasi sistem Android. Menurut riset pasar IDC, sistem operasi Android berhasil menguasai pasaran smartphone pada kuartal ke-3 tahun fiskal 2012 sekitar 68% dengan pengguna mencapai 480 juta orang. Teknologi ini nantinya dapat dimanfaatkan untuk menampilkan sebuah citra tiga dimensi dari rantai makanan pada hewan pada perangkat Android dengan cara melakukan scanning (pemindaian) pada sebuah media yang disebut dengan Marker.

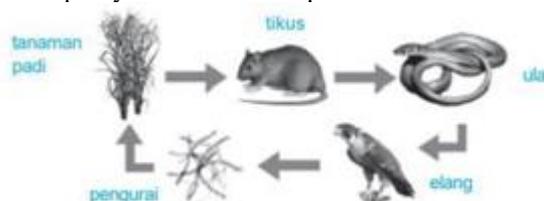
TELAAH PUSTAKA

Rantai Makanan

Makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri. Mereka saling tergantung satu sama lain, terutama dalam hal makanan. Contohnya biji padi dimakan tikus, tikus dimakan ular, dan ular dimakan elang. Jika elang mati, bangkai elang diuraikan oleh bakteri. Bangkai yang terurai oleh bakteri menjadi zat-zat yang menyuburkan tanah. Tanah yang subur menjadikan padi tumbuh subur. Perjalanan makan dan dimakan itu disebut rantai makanan.

Variabel X1

Telaah pustaka berisi defenisi dari variabel yang digunakan, defenisi menurut pendapat para ahli. Referensi yang digunakan adalah 10 tahun terakhir. Referensi dapat berupa jurnal internasional, buku dan sumber lainnya yang relevan. Sebutkan juga indikator/ proxy/ dimensi dari tiap variabel.

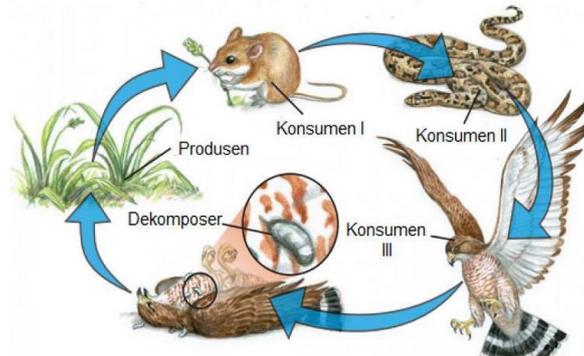


Gambar 1. Rantai makanan

Sumber : (Amin, 2009)

Hewan yang memakan produsen (tumbuhan) disebut konsumen tingkat I. Hewan yang memakan konsumen tingkat I disebut konsumen tingkat II. Hewan yang memakan konsumen tingkat II disebut konsumen tingkat III, begitu seterusnya. Suatu ekosistem biasanya memiliki hingga konsumen tingkat IV atau disebut konsumen puncak. Konsumen puncak adalah hewan yang tidak dapat dimakan lagi oleh hewan lainnya. Pada contoh di atas yang menjadi konsumen puncak adalah elang. Pada semua ekosistem pasti terdapat rantai makanan. Berikut adalah ekosistem yang terdapat rantai makanan yaitu :

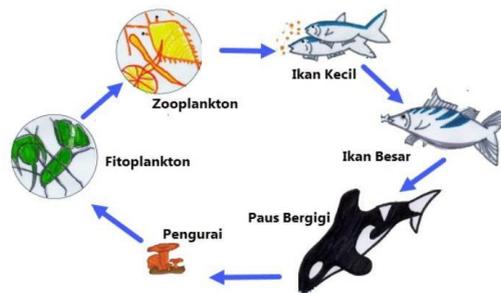
1. Rantai Makanan Pada Ekosistem Sawah



Gambar 2. Rantai Makanan Pada Ekosistem Sawah
Sumber : (Syafwan et al., 2017)

Pada contoh tersebut padi adalah produsen yang mampu menghasilkan makanan sendiri. Selanjutnya padi dimakan oleh tikus, maka tikus menjadi konsumen I. Tikus dimakan oleh ular sawah, berarti ular sawah menjadi konsumen II. Setelah itu ular dimakan elang, maka elang menjadi konsumen ke III. Saat elang mati, ia kemudian jatuh ke tanah dan diuraikan oleh bakteri, fungsi bakteri di sini adalah sebagai pengurai atau dekomposer.

2. Rantai Makanan Pada Ekosistem Laut



Gambar 3. Rantai Makanan Pada Ekosistem Laut
Sumber : (Syafwan et al., 2017)

Fitoplankton dalam rantai makanan berperan sebagai produsen. Sebab ia juga memiliki kemampuan membuat makanan sendiri melalui fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Selanjutnya fitoplankton akan dimakan oleh zooplankton sebagai konsumen I. Zooplankton dimakan ikan kecil sebagai konsumen II. Lalu ikan kecil dimakan ikan besar sebagai konsumen III. Ikan besar masih dimakan oleh paus bergigi sebagai konsumen ke IV. Setelah paus mati, ia terurai lalu tumbuh lah kembali fitoplankton dan seterusnya.

3. Rantai Makanan Pada Ekosistem kebun



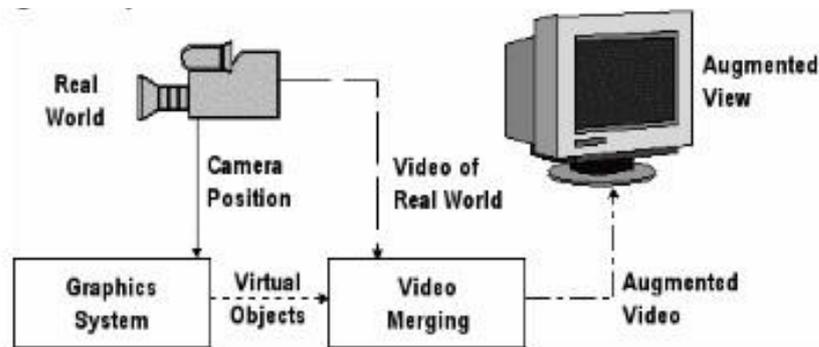
Gambar 4. Rantai Makanan Pada Ekosistem kebun
Sumber : (Syafwan et al., 2017)

Rumput dalam rantai makanan berperan sebagai produsen. Sebab ia juga memiliki kemampuan membuat makanan sendiri. Selanjutnya rumput akan dimakan oleh belalang sebagai konsumen I. Belalang dimakan katak sebagai konsumen II. Lalu katak dimakan ular sebagai konsumen III. ular masih dimakan oleh elang sebagai konsumen ke IV. Jika elang mati, bangkai elang diuraikan oleh bakteri. Bangkai yang terurai oleh bakteri menjadi

zat-zat yang menyuburkan tanah. Telaah pustaka berisi definisi dari variabel yang digunakan, definisi menurut pendapat para ahli. Referensi yang digunakan adalah 10 tahun terakhir. Referensi dapat berupa jurnal internasional, buku dan sumber lainnya yang relevan. Sebutkan juga indikator/ proxy/ dimensi dari tiap variabel.

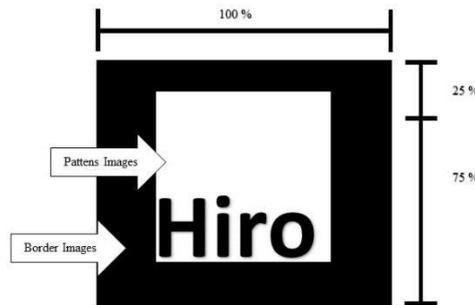
Konsep Dasar *Augmented Reality*

Menurut Borman (2017) *Augmented Reality* merupakan teknologi yang memungkinkan melihat dunia nyata dengan benda - benda maya yang dimasukkan secara real time dengan dunia nyata. Sedangkan menurut Azuma (1997) *Augmented Reality* adalah sebuah teknologi yang menggabungkan suatu benda maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam suatu lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut ke dalam waktu nyata. *Augmented Reality* memiliki cara kerja yang cukup sederhana dengan berdasarkan deteksi citra yang biasa disebut dengan marker. Sebagai contoh, sebuah kamera telah dikalibrasi dapat mendeteksi marker yang telah didesain, lalu setelah mendeteksi marker tersebut, kamera akan melakukan pencocokan dengan database yang telah dibuat sebelumnya. Dan jika hasilnya cocok, maka informasi dari marker akan digunakan menampilkan objek 3D yang telah didesain di depan layar pengguna, tetapi jika marker tidak cocok dengan database maka informasi dari marker tidak akan dapat diolah. Dalam menjalankan sistem *Augmented Reality*, minimal terdiri atas kamera, perangkat monitor dan dalam kasus tertentu memerlukan perangkat khusus untuk berinteraksi dengan objek virtual.



Gambar 5. Perangkat Pendukung Teknologi *Augmented Reality*

Marker berfungsi sebagai media yang dibaca dan dikenal oleh kamera lalu dicocokkan sehingga kamera akan me-render objek 3D di atas marker (Wahyutama et al., 2013)



Gambar 6. Marker Pada *Augmented Reality*

Tujuan dari *Augmented Reality* adalah mengambil dunia nyata sebagai dasar dengan menggabungkan beberapa teknologi virtual dan menambahkan data agar pemahaman manusia sebagai penggunanya menjadi semakin jelas. Data kontekstual ini dapat berupa komentar audio, data lokasi, konteks sejarah, atau dalam bentuk lainnya. Pada saat ini, *Augmented Reality* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti Tujuan dari *Augmented Reality* adalah mengambil dunia nyata sebagai dasar dengan menggabungkan beberapa teknologi virtual dan menambahkan data kontekstual agar pemahaman manusia sebagai penggunanya menjadi semakin jelas. Data kontekstual ini dapat berupa komentar audio, data lokasi, konteks sejarah, atau dalam bentuk lainnya. Pada saat ini, *Augmented Reality* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, militer, manufaktur, hiburan, museum, Game pendidikan, pendidikan, dan lain-lain.

3D Modeling

3D Modeling dari suatu objek dapat di lihat sebagai proses lengkap yang dimulai dari mendapatkan data dan berakhir dengan sebuah model 3D yang interaktif dalam sebuah komputer. Kadang pemodelan 3D hanya diartikan sebagai proses konversi sebuah ukuran yang terbayang-bayang menjadi jaring-jaring yang berbentuk segitiga (mesh) atau permukaan yang memiliki texture, walaupun hal tersebut harus menggambarkan proses yang kompleks dari rekonstruksi sebuah objek. Pemodelan 3D dibutuhkan di banyak bidang seperti inspection, navigation, object identification, visualization and animation. Membuat sebuah model 3D yang lengkap, detail, akurat dan realistis dari sebuah gambar masih merupakan hal yang sulit, terutama untuk model yang besar dan kompleks. Secara umum pemodelan 3D terdiri dari beberapa proses, antara lain desain, pengukuran secara 3D, kerangka dan pemodelan, pemberian tekstur dan visualisasi (Remondino et al,2006).

Blender

Blender adalah sebuah software yang memungkinkan penggunaanya untuk melakukan pembuatan konten 3D yang interaktif. Software ini menawarkan fungsi penuh untuk melakukan modelling, rendering, pembuatan animasi, pos produksi, dan pembuatan game. Awalnya dikembangkan oleh perusahaan “Not a Number” (NaN), kemudian dikembangkan sebagai “free software” yang sumbernya tersedia di bawah GNU GPL. Seperti software editor pemodelan 3D yang lainnya (3dsMax, Maya, dsb), pada dasarnya Blender pun memiliki fitur-fitur yang serupa. Adapun beberapa fitur dasar untuk editor pemodelan 3D antara lain:

1. **Modeling**

Modeling adalah suatu proses pembentukan model yang ingin diciptakan. Modeling merupakan tahap awal dari suatu rangkaian proses pembuatan image atau animasi 3D sebelum masuk ke tahap-tahap selanjutnya (Aditya, 2007).

2. **Material dan Texturing**

Material dan texturing adalah tahap pemberian tekstur dan sifat bahan terhadap objek *Modeling* yang telah dibuat. Proses *material dan texturing* memegang peranan penting dalam membuat suatu objek 3D tampak nyata (Aditya, 2007).

3. **Lighting**

Lighting adalah tahap pemberian cahaya untuk objek 3D yang telah dibuat. Dengan memberikan lighting (pencahayaan), maka objek 3D yang telah dibuat akan terlihat lebih nyata dan realistik. Tanpa pencahayaan, objek 3D akan tampak seperti “melayang” atau tidak menyentuh permukaan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya bayangan, sehingga objek 3D terlihat kaku dan tidak mempunyai kedalaman dimensinya (Aditya, 2007).

4. **Kamera Blender**

menggunakan kamera untuk memberikan pandangan dari kamera untuk obyek 3D. Kamera sendiri dapat dianimasikan (Aditya, 2007).

5. **Environment dan Effect**

Environment dan effect adalah proses pemberian background dan efek-efek tambahan yang akan semakin memperindah tampilan 3D yang dibuat. Suatu karya berupa gambar 3D maupun animasi 3D akan lebih indah dan menarik apabila memiliki background dan efek-efek di dalamnya (Aditya, 2007).

6. **Particles**

Particles adalah suatu fitur dalam blender yang berfungsi untuk membuat berbagai macam efek tambahan yang sifatnya acak dan banyak, misalkan membuat hujan, salju, pecahan, dan sejenisnya (Aditya, 2007).

7. **Animasi**

Setiap komponen objek, elemen, tekstur, dan efek dalam scene dapat dianimasikan. Untuk membuat animasi 3D yang halus, pada Blender sendiri tersedia fitur-fitur tambahan yang harus dipelajari terlebih dahulu. Adapun dasar-dasar yang dimaksudkan antara lain:

a. *keyframing*

b. *animation curves*

c. *spaces: Ipo Curve Editor, Action, NLA, Timeline*

8. **Rendering**

Rendering adalah proses mengkalkulasikan akhir dari keseluruhan proses dalam pembuatan gambar atau animasi 3D. Rendering akan mengkalkulasikan seluruh elemen material, pencahayaan, efek, dan lainnya sehingga akan menghasilkan output gambar atau animasi yang realistik (Aditya, 2007).

Unity 3D

Unity 3D adalah sebuah game engine yang berbasis *cross-platform*. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, PS3, dan bahkan X-

BOX. *Unity* adalah sebuah *tool* yang terintegrasi untuk membuat game, arsitektur bangunan dan simulasi. *Unity* bisa untuk games PC dan games Online. Untuk games Online diperlukan sebuah plugin, yaitu *Unity Web Player*, sama halnya dengan *Flash Player pada Browser*. *Unity* tidak dirancang untuk proses desain atau modelling, dikarenakan *Unity* bukan tool untuk mendesain. Jika ingin mendesain, pergunakan 3D editor lain seperti *3dsmax* atau *Blender*. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan *Unity*, ada fitur audio *reverb zone*, *particle effect*, dan *Sky Box* untuk menambahkan langit. Fitur scripting yang disediakan, mendukung 3 bahasa pemrograman, *JavaScript*, *C#*, dan *Boo*. *Flexible and Easy Moving, rotating, dan scaling objects* hanya perlu sebaris kode. Begitu juga dengan Duplicating, removing, dan changing properties. Visual Properties Variables yang di definisikan dengan scripts ditampilkan pada Editor. Bisa digeser, di *drag and drop*, bisa memilih warna dengan *color picker* berbasis.NET. Artinya menjalankan program dilakukan dengan *Open Source .NET platform, Mono*.

CorelDRAW

Menurut Rahmat Widiyanto dalam bukunya “Teknik Profesional CorelDRAW”, definisi dari CorelDRAW adalah editor grafik vector yang dibuat oleh corel, Corel sendiri adalah sebuah perusahaan perangkat lunak yang bemarkas di Ottawa, Kanada. Versi terakhirnya versi 15 yang dinamai X5 dirilis pada tanggal 23 februari 2008. CorelDRAW pada awalnya dikembangkan untuk dijalankan pada Sistem Operasi Windows 2000 dan yang lebih baru. CorelDRAW sendiri adalah sebuah program komputer untuk melakukan editing pada garis vector (2006 :17) Karena kegunaan CorelDRAW adalah sebagai alat untuk pengolahan gambar, maka program ini sering digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan di bidang publikasi atau percetakan maupun bidang yang lain yang butuh proses visualisasi. Kegunaan CorelDRAW itu sebenarnya sangat banyak, bahkan bisa dikatakan tidak terbatas. Namun oleh para penggunanya program ini sering dimanfaatkan untuk melakukan pekerjaan antara lain, yaitu:

1. Menciptakan desain symbol atau logo Ini adalah kegunaan CorelDRAW yang sering dimanfaatkan penggunaannya, terutama gambar logo dua dimensi.
2. Membuat desain undangan, brosur, dan lain-lain Kegunaan CorelDRAW yang lain adalah untuk menciptakan desain undangan (pernikahan, khitanan, dll) atau brosur dan media publikasi lainnya.
3. Membuat cover buku Para pembuat cover buku atau majalah saat ini juga sering memanfaatkan kegunaan CorelDRAW untuk kemudahan desain tugas-tugas mereka.
4. Membuat gambar ilustrasi Para pembuat gambar ilustrasi juga tidak mau kalah dalam memanfaatkan CorelDRAW. Karena gambar yang dihasilkan bisa lebih berkualitas. Terutama ketika melakukan perhitungan tentang besaran derajat lengkung, garis atau sudut. Demikian pula untuk membuat garis atau bidang yang datar. Ukuran yang diperoleh dijamin sangat tepat dan akurat.

Vuforia SDK

Vuforia adalah Augmented Reality Software Development Kit (SDK) untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. Dulunya lebih dikenal dengan QCAR (*Qualcomm Company Augmented Reality*). Vuforia menggunakan teknologi computer vision untuk mengenali dan melacak gambar planar (target image) dan objek 3D sederhana, seperti kotak, secara real time. Vuforia menyediakan Application Programming Interfaces (API) di *C++*, *Java*, *Objective-C*. SDK mendukung pembangunan untuk IOS dan Android menggunakan *Vuforia Dredge, Stuart (2013:2)* menjelaskan bahwa “*Vuforia SDK* adalah Software Development Kit berbasis Augmented Reality yang menggunakan layar perangkat mobile sebagai “lensa ajaib” atau kaca untuk melihat ke dalam dunia Augmented dimana dunia nyata dan virtual muncul berdampingan. Aplikasi ini membuat preview kamera secara langsung pada layer smartphone untuk mewakili pandangan dari dunia fisik. Objek 3D akan nampak secara langsung di layar smartphone, sehingga akan terlihat Objek 3D berada di dalam dunia nyata, *Vuforia SDK* terdiri dari 2 komponen utama yaitu *library QCAR* dan target management sistem”. (Sulihati et al., 2016 : 20).

Android Studio

Android Studio adalah Integrated Development Environment (IDE) resmi dari Android untuk pengembangan aplikasi Android, diresmikan pada tanggal 16 Mei 2013 di Google I/O conference. Android Studio berbasis IntelliJ IDEA dari JetBrains dan menggunakan Bahasa Java. Selain code editor dan tools pengembangan IntelliJ yang kuat, Android Studio menawarkan lebih banyak fitur yang meningkatkan produktivitas ketika membangun aplikasi Android, seperti:

1. Build sistem berbasis Gradle yang fleksibel

2. Emulator yang cepat dan kaya fitur.
3. Lingkungan terpadu yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi untuk semua perangkat Android.
4. Alat pengujian dan framework yang ekstensif.
5. Instant Run untuk menggabungkan perubahan pada aplikasi yang sedang berjalan tanpa membangun APK baru.
6. Lint untuk menangkap kinerja, kegunaan, kompatibilitas versi dan masalah lainnya.
7. Template kode dan integrasi GitHub untuk membantu membangun fitur aplikasi umum dan import contoh kode.
8. Mendukung C++ dan NDK
9. Built-in support untuk Google Cloud Platform.

Android

Android adalah software platform yang open source untuk mobile device. Android berisi sistem operasi, middleware dan aplikasi-aplikasi dasar. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi. Basis OS Android adalah kernel linux 2.6 yang telah dimodifikasi untuk mobile device. Adapun definisi Android menurut beberapa para ahli dijabarkan sebagai berikut:

1. Menurut Teguh Arifianto (2011 :1), android merupakan perangkat bergerak pada sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis linux.
2. Menurut Hermawan (2011 :1), Android merupakan OS (Operating Sistem) Mobile yang tumbuh di tengah OS lainnya yang berkembang dewasa ini. OS lainnya seperti *Windows Mobile, i-Phone OS, Symbian*, dan masih banyak lagi. Akan tetapi, OS yang ada ini berjalan dengan memprioritaskan aplikasi inti yang dibangun sendiri tanpa melihat potensi yang cukup besar dari aplikasi pihak ketiga. Oleh karena itu, adanya keterbatasan dari aplikasi pihak ketiga untuk mendapatkan data asli ponsel, berkomunikasi antar proses serta keterbatasan distribusi aplikasi pihak ketiga untuk platform mereka.
3. Android menurut Nazaruddin (2012 : 1) merupakan sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis Linux. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Android umum digunakan di smartphone dan juga tablet PC. Fungsinya sama seperti sistem operasi *Symbian* di Nokia, *iOS* di Apple dan *BlackBerry OS*. Awalnya, Google Inc. Membeli Android Inc. Yang merupakan pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel/smartphone. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah *Open Handset Alliance*, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk *Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia*. Pada saat perilis perdana Android, 5 November 2007, Android bersama Open Handset Alliance mendukung pengembangan open source pada perangkat mobile. Di lain pihak, Google merilis kode-kode Android di bawah lisensi Apache, sebuah lisensi perangkat lunak dan open platform perangkat seluler. Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau *Google Mail Service (GMS)* dan kedua adalah yang benar-benar bebas didistribusinya tanpa dukungan langsung Google atau dikenal sebagai *Open Handset Distribution (OHD)*. Sekitar September 2007 Google mengenalkan *Nexus One*, salah satu jenis *smartphone* yang menggunakan Android sebagai sistem operasinya. Telepon seluler ini diproduksi oleh *HTC Corporation* dan tersedia di pasaran pada 5 Januari 2010. Pada 9 Desember 2008, diumumkan anggota baru yang bergabung dalam program kerja Android *ARM holdings, Atheros Communications, diproduksi oleh Asustek Computer Inc, Garmin Ltd, Softbank, Sony Ericsson, Toshiba Corp, dan Vodafone Group Plc*. Seiring pembentukan Open Handset Alliance, OHA mengumumkan produk perdana mereka, Android, perangkat mobile yang merupakan modifikasi kernel Linux 2.6. Sejak Android dirilis telah dilakukan berbagai pembaruan berupa perbaikan bug dan penambahan fitur baru. Android versi 1.0 dikeluarkan tanggal 23 September 2008, versi 1.1 pertama kali digunakan di mobile phone (T1), dan berikut macam-macam versi OS Android saat ini :

1. Android versi 1.1

OS Android versi 1.1 dirilis pada tanggal 9 Maret 2009 oleh perusahaan Google. Dilengkapi dan disupport oleh Google Mail Service dengan pembaruan yang sangat bagus pada aplikasi, jam alarm, voice search (pencarian suara), pengiriman pesan dengan Gmail, dan pemberitahuan email.

2. Android versi 1.5 Cup Cake

Android Cup Cake dirilis pada pertengahan Mei 2009, masih oleh Google Inc. Android ini dilengkapi software development kit dengan berbagai pembaharuan termasuk penambahan beberapa fitur antara lain yakni kemampuan merekam dan menonton video dengan modus kamera, mengunggah video ke Youtube, upload gambar ke Picasa langsung dari telepon, serta mendapat dukungan Bluetooth A2DP.

3. Android versi 1.6 Donut

Android Donut di rilis pada September 2009 menampilkan proses pencarian yang lebih baik dibandingkan versi-versi sebelumnya. Selain itu Android Donut memiliki fitur-fitur tambahan seperti galeri yang memungkinkan pengguna untuk memilih foto yang akan dihapus, kamera, camcorder dan galeri yang diintegrasikan, Text-to-speech engine, kemampuan dial kontak, teknologi text to change speech. Android Donut juga dilengkapi baterai indikator, dan kontrol applet VPN.

4. Android versi 2.0/2.1 Éclair

Android Eclair dirilis pada 3 Desember 2009. Perubahan yang ada antara lain adalah pengoptimalan hardware, peningkatan Google Maps 3.1.2, perubahan UI dengan browser baru dan dukungan HTML5, daftar kontak yang baru, dukungan flash untuk kamera 3,2 MP, digital Zoom, dan Bluetooth 2.1. Android Eclair merupakan Adroid pertama yang mulai dipakai oleh banyak smartphone, fitur utama Eclair yaitu perubahan total struktur dan tampilan user interface.

5. Android versi 2.2 Froyo (Frozen Yogurt)

Android Froyo dirilis pada 20 mei 2012. Android versi ini memiliki kecepatan kinerja dan aplikasi 2 sampai 5 kali dari versi-versi sebelumnya. Selain itu ada penambahan fitur-fitur baru seperti dukungan Adobe Flash 10.1, integrasi V8 JavaScript engine yang dipakai Google Chrome yang mempercepat kemampuan rendering pada browser, pemasangan aplikasi dalam SD Card, kemampuan Wi-Fi Hotspot portabel, dan kemampuan auto update dalam aplikasi Android Market.

6. Android versi 2.3 Gingerbread

Android Gingerbread di rilis pada 6 Desember 2010. Perubahan-perubahan umum yang didapat dari Android versi ini antara lain peningkatan kemampuan permainan (gaming), peningkatan fungsi copy paste, layar antar muka (User Interface) didesain ulang, dukungan format video VP8 dan WebM, efek audio baru (reverb, equalization, headphone virtualization, dan bass boost), dukungan kemampuan Near Field Communication (NFC), dan dukungan jumlah kamera yang lebih dari satu.

7. Android versi 3.0/3.1 Honeycomb

Android Honeycomb di rilis pada awal 2012. Merupakan versi Android yang dirancang khusus untuk device dengan layar besar seperti Tablet PC. Fitur baru yang ada pada Android Honeycomb antara lain yaitu dukungan terhadap processor multicore dan grafis dengan hardware acceleration. User Interface pada Honeycomb juga berbeda karena sudah didesain untuk tablet. Tablet pertama yang memakai Honeycomb adalah tablet Motorola Xoom yang dirilis bulan Februari 2011. Selain itu sebuah perangkat keras produksi Asus bernama Eee Pad Transformer juga menggunakan OS Android honeycomb dan diharapkan akan masuk ke pasaran Indonesia pada Mei 2011.

8. Android versi 4.0 ICS (Ice Cream Sandwich)

Android Ice Cream Sandwich diumumkan secara resmi pada 10 Mei 2011 di ajang Google I/O Developer Conference (San Francisco), pihak Google mengklaim Android Ice Cream Sandwich akan dapat digunakan baik di smartphone ataupun tablet. Android Ice Cream Sandwich membawa fitur Honeycomb untuk smartphone serta ada penambahan fitur baru seperti membuka kunci dengan pengenalan wajah, jaringan data pemantauan penggunaan dan kontrol, terpadu kontak jaringan sosial, perangkat tambahan fotografi, mencari email secara offline, dan berbagi informasi dengan menggunakan NFC. Ponsel pertama yang menggunakan sistem operasi ini adalah Samsung Galaxy Nexus.

9. Android versi 4.1 Jelly Bean

Android Jelly Bean juga diluncurkan pada acara Google I/O 10 Mei 2011 yang lalu. Android versi ini membawa sejumlah keunggulan dan fitur baru, diantaranya meningkatkan input keyboard, desain baru fitur pencarian, UI yang baru dan pencarian melalui Voice Search yang lebih cepat. Versi ini juga dilengkapi Google Now yang dapat memberikan informasi yang tepat pada waktu yang tepat pula. Salah satu kemampuannya adalah dapat mengetahui informasi cuaca, lalu-lintas, ataupun hasil pertandingan olahraga. Sistem operasi Android Jelly Bean 4.1 pertama kali digunakan dalam produk tablet Asus, yakni Google Nexus 7.

10. Android versi 4.2 Jelly Bean

Fitur photo sphere untuk panoroma, daydream sebagai screensaver, power control, lock screen widget, menjalankan banyak user (dalam tablet saja), widget terbaru. Android 4.2 Pertama kali dikenalkan melalui LG Google Nexus 4.

11. Android Versi 4.4 Kit Kat

Versi 4.4 ini adalah versi paling baru dari Android yang membawa semua perubahan dari versi-versi sebelumnya, resmi di luncurkan pada tanggal 31 oktober 2013.

12. Android Versi 5.0 Lollipop

Android versi 5.0 Lollipop dirilis Google pada tanggal 15 Oktober 2014, OS Android versi ini adalah update terbesar dalam sepanjang sejarah pengembangan sistem operasi Android. Sangat banyak sekali fitur terbaru pada Android versi 5.0 seperti material design menggunakan gaya baru dengan konsep seperti kertas dan tinta, didukung dengan prosesor 64-bit seperti ARMv8 64-bit, AMD64/x86-64, dan MIPS64. Dukungan prosesor dan arsitektur 64-bit ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja Android 5.0 Lollipop secara signifikan dan mendukung penggunaan memori RAM hingga lebih dari 4GB.

13. Android Versi 6.0 Marshmallow

Android versi 6.0 sering juga disebut Android M dirilis pada bulan Oktober 2015, memiliki fitur yang lebih baik dari OS sebelumnya dengan penyempurnaan inkremental, juga penambahan fitur lainnya. Hal paling menonjol pada Android Marshmallow ini adalah adanya skema manajemen baterai yang bernama Doze yang memiliki fungsi mengurangi dan meredam aktivitas aplikasi di belakang layar sehingga dapat mengefisienkan daya baterai. OS android ini juga memiliki fitur pengenalan sidik jari untuk membuka perangkat.

14. Android Versi 7.0 Nougat

Android 7.0 atau Android N dirilis pada tanggal 23 Agustus 2016, memiliki banyak fitur terbaru seperti memiliki dukungan Multi-Window, direct reply, Quick Setting yang lebih dinamis, panel setting yang lebih informatif, memiliki menu Recent App yang lebih simpel dan mudah.

15. Android 8.0 Oreo

Android Oreo dirilis pada Agustus 2017 dengan fitur-fitur yang makin canggih. Android Oreo lebih mengutamakan pada kecepatan dan juga efisiensi. Bahkan kecepatan Boot pun mencapai 2 kali lipat. Selain itu baterai pada sistem Android ini lebih tahan lama.

16. Android 9.0 Pie

Pada Oktober 2018, Google merilis Android Pie yang memiliki desain dan fitur yang berbeda dari versi sebelumnya. Salah satu fitur menarik dari Android Pie ini ialah App Actions. Fitur ini membuat Android bisa memprediksi tindakan yang akan dilakukan oleh penggunanya.

17. Android 10

Mulai pada Android 10, Google tidak lagi menyematkan nama makanan pada julukan Androidnya. Menurut pihak Android, pemakaian nama dessert untuk Android ternyata tidak selalu dimengerti oleh masyarakat global. Android 10 dirilis pada September 2019. Android 10 inilah yang kini banyak digunakan pengguna smartphone Android di seluruh dunia.

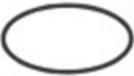
UML (Unified Modeling Language)

Menurut Adi Nugroho (2010) Bahasa pemodelan untuk sistem atau perangkat lunak yang berparadigma berorientasi objek. Pemodelan (modeling) sesungguhnya digunakan untuk penyederhanaan permasalahan yang kompleks sehingga lebih mudah untuk dipelajari dan dipahami. Tujuan pemodelan dalam kerangka pengembangan sistem adalah sebagai sarana analisis, pemahaman, visualisasi, dan komunikasi antar tim pengembang yang beranggotakan beberapa/banyak anggota. Beberapa diagram dalam UML yang akan digunakan dalam membantu pengembangan sistem yaitu :

1. Use Case

Merupakan unit koheren dari fungsionalitas sistem yang tampak dari luar dan diekspresikan sebagai urutan pesan-pesan yang dipertukarkan unit-unit sistem dengan satu atau lebih actor yang sudah di luar sistem. Kegunaan use case sesungguhnya adalah untuk mendefinisikan suatu bagian perilaku sistem yang bersifat koheren tanpa perlu menyiapkan struktur internal sistem yang sedang dikembangkan. Definisi use case di dalamnya mencakup semua perilaku yang ada dalam sistem yang sedang kita kembangkan (Gunawan & Triantoro2, 2017). Simbol dan keterangan use case diagram seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Simbol dan Keterangan Use Case

SIMBOL	KETERANGAN
<p data-bbox="469 1375 544 1406">Aktor</p>  <p data-bbox="459 1532 571 1563">New Class</p>	<p data-bbox="708 1366 1283 1420">Mewakili peran orang, sistem yang lain atau alat ketika berkomunikasi dengan use case.</p>
<p data-bbox="464 1568 571 1599">Use case</p>  <p data-bbox="437 1715 603 1747">New Usecase</p>	<p data-bbox="708 1568 1219 1599">Abstraksi dari interaksi antara sistem dan actor.</p>
	<p data-bbox="708 1760 1283 1792">Menunjukkan spesialisasi actor untuk dapat</p>

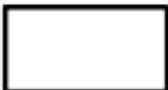
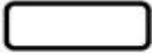
<p>Generalisasi</p> 	berpartisipasi dalam use case.
<p><i>Extend</i></p> 	Menspesifikasikan bahwa use case target memperluas perilaku dari use case sumber pada suatu titik yang diberikan
<p><i>Include</i></p> 	Menunjukkan bahwa suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya

Sumber : (Gunawan & Triantoro, 2017)

Activity Diagram

Activity Diagram atau Diagram Aktivitas menggambarkan alur aktivitas dalam aplikasi, menjelaskan proses masing-masing alur berawal dan proses aplikasi berakhir. Diagram aktivitas juga menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Simbol dan keterangan activity diagram seperti pada tabel 2.

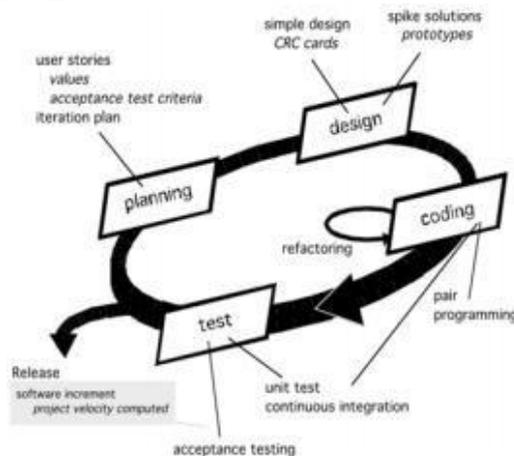
Tabel 2 Simbol dan Keterangan Activity Diagram

SIMBOL	KETERANGAN
<p>Status Awal</p> 	Status awal aktivitas sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal.
<p>Aktivitas</p> 	Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.
<p>Percabangan</p> 	Asosiasi percabangan dimana jika ada pilihan aktivitas lebih dari satu.
<p>Status akhir</p> 	Status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir.
<p><i>Action</i></p> 	Memperlihatkan masing-masing kelas antar muka saling berinteraksi satu sama lain.

<p><i>Fork Node</i></p> 	<p>Satu aliran pada tahap tertentu berubah menjadi beberapa aliran.</p>
<p><i>Swimlane</i></p> 	<p>Memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi</p>

Metode Extreme Programming

Menurut Prabowo dalam (Supriyatna, 2018) Extreme Programming merupakan sebuah proses rekayasa perangkat lunak yang cenderung menggunakan pendekatan berorientasi objek dan sasaran dari metode ini adalah tim yang dibentuk dalam skala kecil sampai medium serta metode ini juga sesuai jika tim dihadapkan dengan requirement yang tidak jelas maupun terjadi perubahan-perubahan requirement yang sangat cepat. Sedangkan menurut Ferdiana dalam (Lubis, 2016) Extreme Programming dikenal dengan metode atau “technical how to” bagaimana suatu tim teknis mengembangkan perangkat lunak secara efisien melalui berbagai prinsip dan teknik praktis pengembangan perangkat lunak. Extreme Programming menjadi dasar bagaimana tim bekerja sehari-hari. Kelebihan Extreme Programming adalah Pelibatan client dalam proyek meningkatkan transparansi dan hubungan antara vendor dan klien. Memiliki resiko rendah, terprediksi, scientific dan menyenangkan. Kelemahan Extreme Programming adalah sering terjadinya perubahan. Perubahan yang terlalu sering bisa mengganggu developer dan cukup tricky untuk mengkalkulasi waktu.



Gambar 7. Metode Extreme Programming
Sumber : (Ariyanti, 2020)

Terdapat empat tahapan yang harus dikerjakan pada metode extreme programming yaitu:

1. Planning (Perencanaan)

Tahapan ini merupakan langkah awal dalam pembangunan sistem dimana dalam tahapan ini dilakukan beberapa kegiatan perencanaan yaitu, identifikasi permasalahan, menganalisa kebutuhan sampai dengan penetapan jadwal pelaksanaan pembangunan sistem.

2. Design (Perancangan)

Tahapan berikutnya adalah perancangan dimana pada tahapan ini dilakukan kegiatan pemodelan yang dimulai dari pemodelan sistem, pemodelan arsitektur sampai dengan pemodelan basis data.

3. Coding (Pengkodean)

Tahapan ini merupakan kegiatan penerapan pemodelan yang sudah dibuat kedalam bentuk user interface dengan menggunakan bahasa pemrograman.

4. Testing (Pengujian)

Setelah tahapan pengkodean selesai, kemudian dilakukan tahapan pengujian sistem untuk mengetahui kesalahan apa saja yang timbul saat aplikasi sedang berjalan serta mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Pengujian ISO 25010

Salah satu standar untuk pengujian kualitas perangkat lunak yang menjadi standar secara internasional adalah ISO/IEC 25010, yang dibuat oleh International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 25010 menggantikan standar ISO/IEC 9126 (ISO, 2011). ISO/IEC 9126 dianggap sudah tidak relevan dengan teknologi saat ini. Pada tahun 1991, ISO/IEC 9126 dirilis belum ada teknologi seperti cloud computing, smartphone, google, facebook dan e-commerce. Karena perubahan teknologi yang sangat pesat, maka dibutuhkan standar pengujian perangkat lunak yang sesuai dengan perubahan tersebut. ISO/IEC 25010 memiliki 8 karakteristik seperti pada Gambar 1.

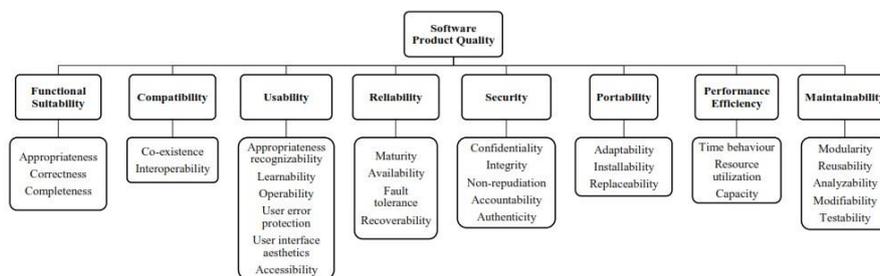


Figure 9 ISO 25010 Model (ISO/ IEC CD 25010 2007)

Gambar 8. Pengujian ISO 25010

Sumber : (Gunawan & Triantoro, 2017)

1. Functional Suitability

Sejauh mana perangkat lunak mampu menyediakan fungsi yang memenuhi kebutuhan yang dapat digunakan dalam kondisi tertentu. Karakteristik ini dibagi menjadi beberapa karakteristik yaitu:

- a. Appropriateness, sejauh mana fungsi yang disediakan mampu memfasilitasi penyelesaian tugas dan tujuan tertentu.
- b. Correctness, sejauh mana produk atau sistem menyediakan hasil yang benar sesuai kebutuhan.
- c. Completeness, sejauh mana fungsi yang disediakan mencakup semua tugas dan tujuan pengguna secara spesifik.

2. Compatibility

Sejauh mana sebuah produk, sistem atau komponen dapat bertukar informasi dengan produk, sistem atau komponen dan/atau menjalankan fungsi lain yang diperlukan secara bersamaan ketika berbagi perangkat keras dan environment perangkat lunak yang sama. Karakteristik ini dibagi menjadi 2 karakteristik yaitu:

- a. Co-existence, sejauh mana produk atau sistem dapat menjalankan fungsi yang dibutuhkan secara efisien sementara berbagi sumber daya dengan produk atau sistem yang lain tanpa merugikan produk atau sistem tersebut.

3. Usability

Sejauh mana sebuah produk atau sistem dapat digunakan oleh user tertentu untuk mencapai tujuan dengan efektif, efficiency, dan kepuasan tertentu dalam konteks penggunaan. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa karakteristik yaitu:

- a. Appropriateness recognizability, sejauh mana pengguna dapat mengetahui apakah sistem atau produk sesuai kebutuhan mereka.
- b. Learnability, sejauh mana produk atau sistem dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu yang belajar menggunakan sistem atau produk dengan efisien, efektif, kebebasan dari resiko dan kepuasan dalam konteks tertentu.
- c. Operability, sejauh mana produk atau sistem mudah dioperasikan dan dikontrol.
- d. User error protection, sejauh mana produk atau sistem melindungi pengguna terhadap membuat kesalahan.
- e. User interface aesthetics, sejauh mana antarmuka pengguna dari produk atau sistem memungkinkan interaksi yang menyenangkan dan memuaskan pengguna.
- f. Accessibility, sejauh mana produk atau sistem dapat digunakan oleh semua kalangan untuk mencapai tujuan tertentu sesuai konteks penggunaan.

4. Reliability

Sejauh mana sebuah sistem, produk atau komponen dapat menjalankan fungsi tertentu dalam kondisi tertentu selama jangka waktu yang ditentukan. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa sub karakteristik yaitu :

- a. Maturity, sejauh mana produk atau sistem mampu memenuhi kebutuhan secara handal di bawah keadaan normal.
- b. Availability, sejauh mana produk atau sistem siap beroperasi dan dapat diakses saat perlu digunakan.
- c. Fault tolerance, sejauh mana produk atau sistem tetap berjalan sebagaimana yang dimaksud meskipun terjadi kesalahan pada perangkat keras atau perangkat lunak.
- d. Recoverability, sejauh mana produk atau sistem mampu dapat memulihkan data yang terkena dampak secara langsung dan menata ulang kondisi sistem seperti yang diinginkan ketika terjadi gangguan.

5. Security

Sejauh mana sebuah produk atau sistem melindungi informasi dan data sehingga seseorang atau sistem lain dapat mengakses data sesuai dengan jenis dan level otorisasi yang dimiliki. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa karakteristik yaitu :

- a. Confidentiality, sejauh mana produk atau perangkat lunak memastikan data hanya bisa diakses oleh mereka yang berwenang untuk memiliki akses.
- b. Integrity, sejauh mana produk atau perangkat lunak mampu mencegah akses yang tidak sah untuk memodifikasi data.
- c. Non-repudiation, sejauh mana peristiwa atau tindakan dapat dibuktikan telah terjadi, sehingga tidak ada penolakan terhadap peristiwa atau tindakan tersebut.
- d. Accountability, sejauh mana tindakan dari suatu entitas dapat ditelusuri secara unik untuk entitas.
- e. Authenticity, sejauh mana identitas subjek atau sumber daya dapat terbukti menjadi salah satu yang diklaim.

6. Portability

Sejauh mana keefektifan dan efisiensi sebuah sistem, produk atau komponen dapat dipindahkan dari satu perangkat keras, perangkat lunak atau digunakan pada lingkungan yang berbeda. Karakteristik ini dibagi menjadi beberapa karakteristik yaitu :

- a. Adaptability, sejauh mana produk atau sistem dapat secara efektif dan efisien disesuaikan pada perangkat lunak, perangkat keras dan lingkungan yang berbeda.
- b. Installability, sejauh mana produk atau sistem dapat berhasil dipasang atau dihapus dalam lingkungan tertentu.

- c. Replaceability, sejauh mana produk atau sistem dapat menggantikan produk atau sistem lain yang ditentukan untuk tujuan yang sama pada lingkungan yang sama.

7. Performance Efficiency

Kinerja relatif terhadap sumber daya yang digunakan dalam kondisi tertentu. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa sub karakteristik yaitu :

- a. Time behaviour, sejauh mana respon dan pengolahan waktu produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan ketika menjalankan fungsi.
- b. Resource utilization, sejauh mana jumlah dan jenis sumber daya yang digunakan oleh produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan ketika menjalankan fungsi.
- c. Capacity, sejauh mana batas maksimum parameter produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan.

8. Maintainability

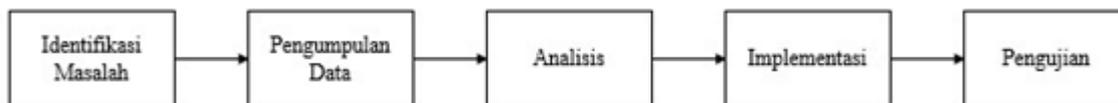
Sejauh mana keefektifan dan efisiensi dari sebuah produk atau sistem dapat dirawat. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa sub karakteristik yaitu :

- a. Modularity, sejauh mana sistem terdiri dari komponen terpisah sehingga perubahan atau modifikasi pada salah satu komponen tersebut memiliki dampak yang kecil terhadap komponen yang lain.
- b. Reusability, sejauh mana aset dapat digunakan lebih oleh satu sistem atau digunakan untuk membangun aset lain.
- c. Analyzability, tingkat efektivitas dan efisiensi untuk mengkaji dampak perubahan pada satu atau lebih bagian-bagian produk atau sistem, untuk mendiagnosis kekurangan atau penyebab kegagalan produk, untuk mengidentifikasi bagian yang akan diubah.
- d. Modifiability, sejauh mana produk atau sistem dapat dimodifikasi secara efektif dan efisien tanpa menurunkan kualitas produk yang ada.
- e. Testability, tingkat efektivitas dan efisiensi untuk membentuk kriteria uji dari produk, sistem atau komponen dan uji dapat dilakukan untuk menentukan apakah kriteria tersebut telah terpenuhi.
- f. Interoperability, sejauh mana dua atau lebih produk, sistem atau komponen dapat bertukar informasi dan menggunakan informasi tersebut.

METODE PENELITIAN

Kerangka Kerja Penelitian

Pembahasan metodologi penelitian yang di gunakan dalam proses penyelesaian ini merupakan urutan langkah-langkah yang harus di lakukan dalam menyelesaikan masalah yang dibahas. Adapun kerangka kerja penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Kerangka Kerja Penelitian
Sumber : (Darma et al., 2015)

Berdasarkan gambar diatas, maka dapat di jelaskan pembahasan di setiap masing-masing tahapan sebagai berikut:

Identifikasi Masalah

Sebutkan teknik pengumpulan data, skala yang digunakan (jika ada)

Metode Analisis

Identifikasi masalah adalah satu proses penelitian yang penting, karena identifikasi masalah yang baik akan menentukan kualitas dari penelitian. Dalam hal ini peneliti melakukan identifikasi masalah dengan pertanyaan langsung kepada guru SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan yaitu Bapak Alpian S. Pd. SD selaku guru IPA dan sebagai jawaban wali kelas siswa kelas 4 SD di sekolah tersebut, tujuannya yaitu untuk mendapatkan suatu permasalahan dan meyakinkan apakah penelitian ini layak untuk dilakukan.

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk menunjang dan mendapatkan data agar penelitian berjalan sesuai dengan harapan. Berikut ini merupakan tahapan dalam pengumpulan data yang dilakukan yaitu :

1. Wawancara

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data dengan mewawancarai guru agama islam dan guru komputer di SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan, yang da memberikan informasi yang di butuhkan penulis untuk melakukan penelitian, tahap ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang di butuhkan untuk mencapai tujuan penelitian.

2. Pengamatan (Observasi)

Penulis melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dengan mendatangi SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan untuk mendapatkan informasi serta mengamati sistem yang ada.

3. Tinjauan Studi

Penulis melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dengan mendatangi SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan untuk mendapatkan informasi serta mengamati sistem yang ada.

Analisis Data

Adapun data yang di analisis yaitu data sistem pembelajaran yang sedang berjalan di SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan. Sumber data yang di perlukan berasal dari wawancara yang di lakukan oleh peneliti secara langsung di rumah salah satu guru di SD Negeri 04 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan.

Implementasi

Pada tahap ini peneliti melakukan implementasi dengan menggunakan metode Extreme Programming. Metode Extreme Programming adalah metode pengembangan software yang cepat, efisien, beresiko rendah, fleksibel, dan terprediksi. Metode ini terdapat tahapan pengembangan software, mulai dari Planning, Design, Coding dan Testing. Penulis menggunakan metode ini karena metode ini efisien, beresiko rendah, fleksibel dan terprediksi sesuai dengan kegiatan penelitian.

Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian sistem menggunakan ISO 25010.

Tahapan Pengembangan

Untuk tahapan ini penulis melakukan tahap pengembangan menggunakan metode Extreme Programming. Karena metode ini adalah metode pengembangan software yang cepat, efisien, beresiko rendah, fleksibel, dan terprediksi. Dengan mengikuti tahapan pengembangan yang terdiri dari 4 tahap mulai dari Planning, Design, Coding, Testing.

Planning

Dalam tahap planning dilakukan user stories berdasarkan dari objek penelitian. Setelah itu dilakukan rancangan desain awal interface aplikasi yang akan dibuat pada tahap rancangan desain yang akan dibuat UML, dan storyboard.

1. User Stories

Adapun masalah yang dihadapi pada pembelajaran rantai makanan pada hewan adalah siswa/i di SD Negeri 05 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan kelas 4 SD dengan mempelajari rantai makanan pada hewan hanya melalui buku membuat beberapa siswa cenderung kurang memahami sehingga pembelajaran diulang kembali.

2. Solusi Yang Ditawarkan

Adapun solusi yang ditawarkan untuk permasalahan diatas diantaranya dengan aplikasi Augmented Reality yang dapat berjalan pada smartphone dengan sistem operasi android dapat membantu dalam pembelajaran rantai makanan pada hewan.

3. Analisis Sistem Aplikasi

Dalam aplikasi yang dibangun ini hanya akan memiliki satu pengguna (user) sebagai pengguna aplikasi.

4. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dapat didefinisikan kebutuhan fungsional dan non fungsional dari rantai makanan pada hewan

a. Kebutuhan Fungsional

Tahap kebutuhan fungsional ini diperlukan untuk mengidentifikasi apa saja yang dibutuhkan dan diinginkan oleh pengguna dari aplikasi rantai makanan pada hewan menggunakan augmented reality, adapun tahapan fungsional sebagai berikut:

1. Pengguna dapat memilih objek rantai makanan.
2. Pengguna dapat menampilkan objek rantai makanan.
3. Pengguna dapat mengontrol objek dengan memperbesar, memperkecil, dan merotasi objek
4. Pengguna dapat memainkan kuis yang berupa 10 soal pilihan ganda.

b. Kebutuhan Non Fungsional

Tahap kebutuhan non fungsional ini diperlukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan sistem yang meliputi perangkat keras/hardware dan sistem operasi. Adapun tahapan fungsional sebagai yaitu aplikasi dapat dijalankan pada smartphone dengan pada sistem operasi android minimal android 8.0.

Design

Pada tahap ini membahas tentang perancangan dari model sistem dengan menentukan rancangan input proses dan output proses yang akan di gunakan dalam mendesain perangkat lunak berdasarkan analisis kebutuhan, penerapan Augmented Reality sebagai media pembelajaran rantai makanan pada hewan berbasis Android. Pada tahap ini berdasarkan uraian pada tahapan planning penulis membuat spesifikasi berupa perancangan use case diagram dan activity diagram serta desain awal interface aplikasi yang akan dibuat storyboard dan desain struktur navigasi.

Coding

Pada tahap ini setelah melakukan perancangan desain interface aplikasi maka dilakukan implementasi dari perancangan desain dalam pembuatan kode program dan pembuatan aplikasi Augmented Reality tentang pembelajaran rantai makanan pada hewan berbasis android. Untuk pembuatan program dilakukan menggunakan unity dengan bahasa pemrograman C#.

Testing

Pengujian aplikasi menggunakan model ISO versi 25010 untuk menguji kualitas aplikasi. ISO/IEC merupakan standar yang digunakan oleh dunia internasional untuk melakukan evaluasi atau pengukuran kualitas dari perangkat lunak (Wattiheluw et al., 2019). ISO/IEC yang digunakan dalam penelitian ini adalah versi 25010 yang mengacu pada 3 karakteristik pengujian, yaitu fungsional suitability, usability, portability.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi merupakan tahap terakhir perancangan desain yang sudah di gabung dan dimasukkan ke dalam kode program, implementasi yang dilakukan meliputi implementasi rancangan antar muka (user interface). Sesuai

dengan rancangan storyboard yang sudah dibuat, maka hasil implementasi rancangan interface adalah sebagai berikut :

Penerapan Splashscreen pada Smarthphone

Halaman splash loading berisikan tentang logo



Gambar 10. Splashscreen Pada smartphone

Penerapan Menu Utama Pada Smarthphone

Pada tampilan menu utama aplikasi terdapat empat tombol yaitu tombol Mulai, tombol panduan, tombol tentang dan tombol keluar. Tampilan menu utama terdapat judul aplikasi augmented reality rantai makan pada hewan



Gambar 11. Menu Utama Pada smartphone

Tampilan AR Kamera Rantai Makanan

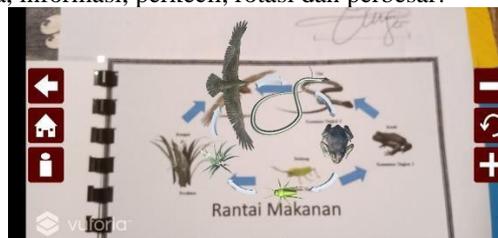
Pada AR Kamera terdapat objek 3D rantai makanan yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



Gambar 12. Menu Mulai Pada smartphone

Tampilan AR Kamera Rantai Makanan

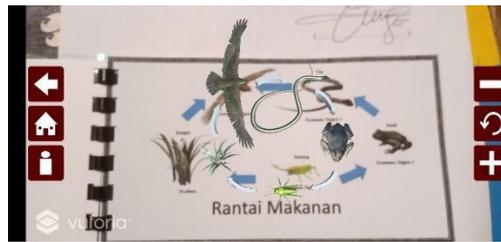
Pada AR Kamera terdapat objek 3D rantai makanan yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



Gambar 13. Tampilan AR Kamera Rantai Makanan Pada smartphone

Tampilan AR Kamera Produsen

Pada AR Kamera terdapat objek 3D Produsen yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



Gambar 14. Tampilan AR Kamera Produsen Pada smartphone

Tampilan AR Konsumen Tingkat 1

Pada AR Kamera terdapat objek 3D konsumen tingkat 1 yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



Gambar 15. Tampilan AR Kamera Konsumen Tingkat 1 Pada smartphone

Tampilan AR Konsumen Tingkat 2

Pada AR Kamera terdapat objek 3D konsumen tingkat 2 yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



Gambar 16. Tampilan AR Kamera Konsumen Tingkat 2 Pada smartphone

Tampilan AR Konsumen Tingkat 3

Pada AR Kamera terdapat objek 3D konsumen tingkat 3 yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.



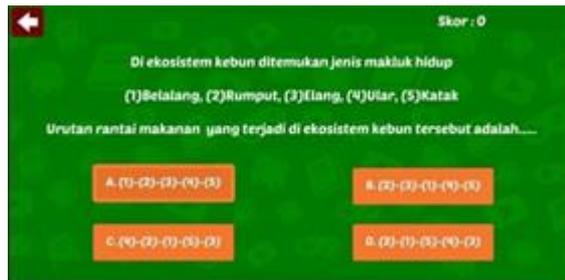
Gambar 17. Tampilan AR Kamera Konsumen Tingkat 3 Pada smartphone

Tampilan AR Konsumen Tingkat 4

Pada AR Kamera terdapat objek 3D konsumen tingkat 4 yang akan dapat muncul jika diarahkan ke marker. Terdapat tombol kembali, menu utama, informasi, perkecil, rotasi dan perbesar.

Tampilan Kuis

Pada tampilan kuis terdapat 10 soal pilihan ganda tentang rantai makanan pada hewan dan terdapat skor untuk nilai yang sudah terjawab.



Gambar 19. Tampilan Kuis Pada smartphone

Tampilan Panduan

Gambar 19. Tampilan Kuis Pada smartphone

Pada tampilan panduan terdapat cara kerja sistem aplikasi pembelajaran rantai makanan pada hewan



Gambar 20. Tampilan Tentang Pada smartphone

Tampilan Tentang

Pada tampilan tentang terdapat profil pengembang aplikasi



Gambar 21. Tampilan Tentang Pada smartphone

Pengujian Fungsional Suitability

Pada pengujian fungsional suitability, kuisisioner diisi oleh orang yang memiliki keahlian dalam bidang software engineering untuk mengetahui fungsi-fungsi pada aplikasi berjalan dengan benar. Tabel pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsional Suitability

NO	PERTANYAA N	Hasil	
		Sukses	Gagal
Sub-Karakteristik Appropriateness			
1	Menampilkan <i>splash screen</i>	1	0
2	Menampilkan halaman menu utama	1	0
3	Ketika tombol mulai di tekan, akan menampilkan menu mulai	1	0
4	Ketika tombol panduan di tekan, akan menampilkan menu panduan	1	0
5	Ketika tombol tentang di tekan, akan menampilkan menu tentang	1	0
6	Ketika tombol rantai makanan pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0

7	Ketika tombol rotasi pada halaman AR kamera di tekan maka objek 3D akan memutar animasi ke kanan	1	0
8	Ketika tombol perkecil pada halaman AR kamera di tekan maka objek 3D akan diperkecil	1	0
9	Ketika tombol perbesar pada halaman AR kamera di tekan maka objek 3D akan diperbesar	1	0
10	Ketika tombol informasi pada halaman AR kamera di tekan maka akan menampilkan pop-up informasi	1	0
11	Ketika tombol kembali pada halaman AR kamera di tekan maka akan kembali ke halaman menu mulai	1	0
Sub-Karakteristik Appropriateness			
12	Ketika tombol kembali menu utama pada halaman AR kamera di tekan maka akan kembali ke halaman menu utama	1	0
13	Ketika tombol produsen di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0
14	Ketika tombol konsumen tingkat 1 pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0
15	Ketika tombol konsumen tingkat 2 pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0
16	Ketika tombol konsumen tingkat 3 pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0
17	Ketika tombol konsumen tingkat 4 pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan AR kamera	1	0
17	Ketika tombol kuis pada halaman menu mulai di tekan, akan menampilkan menu kuis	1	0
19	Ketika tombol mainkan pada menu kuis di tekan maka akan menjawab soal pilihan ganda	1	0
20	Ketika tombol kembali pada menu kuis di tekan maka akan kembali ke halaman menu mulai	1	0
21	Ketika tombol download pada halaman menu mulai di tekan, akan otomatis membuka web browser yang mengarah menuju web ke halaman google doc untuk mendownload marker	1	0
22	Ketika tombol keluar ditekan maka akan muncul pop-up tampilan keluar, jika tidak di tekan maka pop-up menu keluar akan kembali ke halaman menu utama, dan jika tombol iya ditekan maka akan keluar aplikasi	1	0
Sub-Karakteristik Accuracy			
23	Menampilkan objek 3D ketika marker terdeteksi	1	0
24	Memutar suara otomatis ketika aplikasi dibuka	1	0
Sub-Karakteristik Compliance			
25	Aplikasi telah sukses dibangun sesuai perancangan <i>storyboard</i> dan <i>use case</i> yang dibuat	1	0

Selanjutnya dilakukan perhitungan presentase untuk pengujian aspek functionality suitability yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase functionality suitability} &= \\
 &= \frac{\text{Skor Pengujian}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100 \% \\
 &= \frac{25}{25} \times 100 \% = 100 \% \\
 &25
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian aspek fungsional suitability mendapatkan nilai presentase sebesar 100 % dan dapat disimpulkan bahwa aplikasi rantai makanan pada hewan masuk dalam kriteria sangat layak.

Pengujian Usability

Pada pengujian usability dilakukan dengan 15 responden untuk menilai aplikasi ini. Responden tersebut terdiri dari 13 siswa dan 3 guru. Responden mencoba aplikasi rantai makanan pada hewan pada device yang sudah di sediakan kemudian responden mengisi kuisioner tersebut dengan 11 pertanyaan yang didalamnya terdapat 4 sub aspek yaitu dengan menggunakan skala SS = 5, S = 4, N = 3, TS = 2, STS = 1. Lembar selanjutnya berisi pertanyaan

Tabel 4. Pengujian Usability

NO	PERTANYAAN	Hasil				
		SS	S	N	TS	STS
Sub-Karakteristik Appropriateness Recognizability						
1	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> rantai makanan menawarkan informasi tentang materi rantai makanan yang sesuai	10	5			
2	Aplikasi edukasi ini dapat membantu mempelajari materi rantai makanan dengan baik	9	5	1		
3	Soal kuis pilihan ganda yang ditampilkan sesuai dengan materi rantai makanan	9	6			
4	Objek 3D yang ditampilkan sesuai dengan materi rantai makanan	9	5	1		
5	Sesuai dengan keseluruhan aplikasi <i>Augmented Reality</i> rantai makanan sesuai jika digunakan dalam mata pelajaran IPA di kelas 4 SDN 05 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan	10	5			
Sub-Karakteristik Learnability						
6	Informasi yang disediakan mudah untuk membantu mempelajari rantai makanan pada hewan.	9	6			
7	Informasi dalam aplikasi mudah untuk dipahami.	9	6			
8	Informasi yang disediakan mudah untuk membantu mempelajari rantai makanan pada hewan.	8	7			
9	Saya belajar untuk menggunakan aplikasi materi rantai makanan ini dengan cepat.	11	4			
10	Secara keseluruhan aplikasi ini mudah untuk dipelajari.	9	6			
Sub-Karakteristik Operability						
11	Saya dapat menggunakan aplikasi rantai makanan tanpa instruksi tertulis.	9	6			
12	Cara menggunakan aplikasi rantai makanan sederhana.	9	5	1		
13	Saya menggunakan aplikasi ini dengan mudah	6	8	1		
14	Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan aplikasi ini.	7	8			
15	Tampilan aplikasi <i>Augmented Reality</i> rantai makanan ini menyenangkan dan menarik.	11	3	1		
16	Objek 3D dalam aplikasi <i>Augmented Reality</i> rantai makanan menarik.	10	4	1		
17	Kesesuaian background di halaman menu utama bagus	9	6			
18	Kesesuaian warna pada aplikasi bagus	9	5	1		
19	Secara keseluruhan aplikasi <i>Augmented Reality</i> rantai makanan ini menarik	9	5	1		

20	Secara keseluruhan, saya puas dengan aplikasi ini	8	7			
----	---	---	---	--	--	--

Berdasarkan skor penilaian skala likert didapatkan hasil pengujian aspek usability. Berikut merupakan hasil pengujian aspek usability dapat dilihat pada proses perhitungannya:

$$SS = 180 \times 5 = 900$$

$$S = 112 \times 4 = 448$$

$$N = 8 \times 3 = 24$$

$$TS = 0 \times 2 = 0$$

$$STS = 0 \times 1 = 0$$

$$\text{Skor hasil pengujian} = 758$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan presentase untuk pengujian aspek usability yaitu sebagai berikut:
Presentase usability = Skor Pengujian x 100 %

Skor Tertinggi

$$= 1372 \times 100 \% = 91,46 \%$$

1500

Hasil perhitungan yang didapatkan selanjutnya akan dilakukan pengklarifikasi kriteria interpretasi skor (Sugiono et al, 2011). Berdasarkan hasil pengujian aspek usability mendapatkan nilai presentase sebesar 91,46 % dan dapat disimpulkan bahwa aplikasi rantai makanan pada hewan masuk dalam kriteria sangat layak.

Pengujian Portability

Pada pengujian Portability dilakukan dengan menjalankan aplikasi pada beberapa device smartphone dengan sistem smartphone dengan sistem operasi versi oreo, pie dan android 10.

No	Devices	Jenis Android	Proses Instalasi	Proses Berjalan Aplikasi
1	Realme 3, Ram 3 GB, layar 6,23 Inc	Android 10	Berhasil diinstal	Berjalan baik tanpa ada pesan error
2	Oppo F7, Ram 4, layar 6,23 Inc	Oreo	Berhasil diinstal	Berjalan baik tanpa ada pesan error
3	Xiomi Redmi 5A Prime, Ram layar 5,5 Inc	Oreo	Berhasil diinstal	Berjalan baik tanpa ada pesan error
4	Xiomi note 5, Ram 3GB, Layar 6 Inc	pie	Berhasil diinstal	Berjalan baik tanpa ada pesan error

Hasil pengujian aspek portability aspek portability tersebut kemudian dibuat dalam perhitungan persentase. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 6. Perhitungan Nilai Pengujian Portability

No	Pengujian	Sukses	Gagal
1	Instalasi pada device	4	0
2	Menjalakan aplikasi pada device	4	0
Total		8	0

Hasil perhitungan pada Tabel di atas tersebut, dapat diketahui presentase penilaiannya sebagai berikut:

$$\text{Presentase usability} = \frac{\text{Skor Pengujian}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100 \%$$

$$= \frac{8}{8} \times 100 \% = 100 \%$$

8

Berdasarkan hasil pengujian aspek portability mendapatkan nilai presentase sebesar 100 % dan dapat disimpulkan bahwa aplikasi rantai makanan pada hewan dapat bekerja pada device oreo, pie dan android 10.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari hasil penelitian terhadap Penerapan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pembelajaran Rantai Makanan Pada Hewan, maka dapat di simpulkan bahwa aplikasi telah dibangun sebuah aplikasi Augmented Reality tentang pembelajaran rantai makanan pada hewan yang

dapat dioperasikan pada smartphone android. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan dapat membantu pembelajaran rantai makanan pada hewan. Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan iso 25010 diperoleh nilai pengujian kualitas aspek fungsional suitability oleh orang dibidang software engineering menunjukkan bahwa aplikasi dapat melakukan 100 % fungsinya dengan benar. Hasil pengujian kualitas aspek usability yang dilakukan pada responden umum diperoleh nilai keseluruhan sebesar 91.44 % yang berarti aspek usability aplikasi ini sangat layak. Dan hasil pengujian kualitas aspek portability pada beberapa device dengan sistem operasi android versi android 10, Oreo dan Pie menunjukkan aplikasi dapat di-instal dan dijalankan pada device. Sehingga kualitas perangkat lunak dalam aspek portability mencapai 100%

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Adami, F. Z., & Budihartanti, C. (2016). Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Teknik Komputer AMIK BSI*, 2(1), 122–131. <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jtk/article/viewFile/370/279>
- Amin, C. (2009). Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 3 untuk SD dan MI Kelas IV. In Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2009.
- Ariyanti, L. (2020). Sistem Informasi Akademik Dan Administrasi Dengan Metode Extreme Programming Pada Lembaga Kursus Dan Pelatihan. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 1(1), 90–96.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Borman, R. I. (2017). Implementasi Augmented Reality pada Aplikasi Android Pegenalan Gedung Pemerintahan Kota Bandar Lampung. *Jurnal Teknoinfo*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.33365/jti.v11i1.2>
- Darma, D. B., Jenderal, J., & Yani, A. (2015). E-Keuangan Pada Pondok Pesantren Qodratullah. 3, 163–178. Gunawan, H., & Triantoro2, A. (2017). Sistem Informasi Pengolahan Rapor Kurikulum 2013 (Studi Kasus: Smkn 2 Purwokerto). *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 1(1), 51–60. <https://doi.org/10.21460/jutei.2017.11.6>
- Haris, F., & Hendrati, O. D. (2018). Pemanfaatan Augmented Reality untuk Pengenalan Landmark Pariwisata Kota Surakarta. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 7. <https://doi.org/10.33365/jti.v12i1.41>
- Rusliyawati, Wantoro, A., & Nurmansyah, A. (2020). PENERAPAN AUGMENTED REALITY (AR) DENGAN KOMBINASI TEKNIK MARKER UNTUK VISUALISASI MODEL RUMAH PADA PERUM PRAMUKA GARDEN RESIDENCE. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 95–99.
- Syafwan, H., Afriyanti, R., Imam, J., & No, B. (2017). Perancangan Media Interaktif Untuk Pembelajaran Rantai. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Teknik Komputer PERANCANGAN*, 2(1), 39–44.
- Wahyutama, F., Samopa, F., & Suryotrisongko, H. (2013). Penggunaan Teknologi Augmented Reality Berbasis Barcode sebagai Sarana Penyampaian Informasi Spesifikasi dan Harga Barang yang Interaktif Berbasis Android, Studi Kasus pada Toko Elektronik ABC Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 2(3), A481–A486. <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5225/1545>
- Wattiheluw, F. H., Rochimah, S., & Faticah, C. (2019). Klasifikasi Kualitas Perangkat Lunak Berdasarkan Iso/Iec 25010 Menggunakan Ahp Dan Fuzzy Mamdani Untuk Situs Web E-Commerce. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 17(1), 73. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v17i1.a820>
- Yulianto, A. (2015). Implementasi Teknologi Markerless Augmented Reality Berbasis Android sebagai Media Pengenalan Gedung-Gedung di FMIPA Universitas Lampung. 95–102.