

PENGUNAAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEDIA EDUKASI SISTEM TATA SURYA BERBASIS ANDROID

Anggita Taalungan¹, Sulistyo Dwi Sancoko²

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Teknologi Yogyakarta

Sleman, Yogyakarta

anggitataalungan@gmail.com¹, sulistyo.dwisancoko@staff.uty.ac.id²

Abstrak

Pembelajaran sistem tata surya saat ini masih menggunakan cara lama dan belum memaksimalkan penggunaan teknologi. Proses pembelajaran dengan media papan tulis kurang melibatkan pelajar dengan materi belajar karena hanya berbentuk gambar 2D, selain itu penggunaan alat peraga juga yang jumlahnya terbatas sehingga tidak semua pelajar dapat menggunakannya. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi salah satunya adalah teknologi *augmented reality* (AR) dapat dimanfaatkan untuk menarik minat untuk belajar sistem tata surya karena dengan teknologi AR dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih melibatkan pelajar karena pembelajaran interaktif. Dengan memanfaatkan *augmented reality* materi seperti sistem tata surya yang ditampilkan akan lebih interaktif bagi pelajar karena melibatkan interaksi antara media pembelajaran dan pelajar secara langsung. Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan, maka peneliti mengimplementasikan teknologi *augmented reality* sebagai media pembelajaran pengenalan sistem tata surya. Aplikasi ini dirancang dengan metode *marker-based tracking* dimana ketika *marker* terdeteksi oleh kamera maka akan memunculkan objek 3D serta deskripsinya objeknya. Aplikasi ini dibangun menggunakan sistem operasi windows dan *software* utama dalam membangun aplikasi ini adalah Unity dan Vuforia. Hasil akhir dari penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah aplikasi *augmented reality* berbasis android yang memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik.

Kata Kunci : *Augmented reality*, media pembelajaran, sistem tata surya, *marker-based tracking*, android

Abstract

Learning the solar system is currently still using the old way and has not maximized the use of technology. The learning process with whiteboard media does not involve students with learning material because it is only in the form of 2D images, besides that the use of props is also limited in number so that not all students can use it. Along with the rapid development of technology, one of which is augmented reality (AR) technology can be utilized to attract interest in learning the solar system because AR technology can provide a learning experience that involves students more because of interactive learning. By utilizing augmented reality material such as the solar system that is displayed will be more interactive for students because it involves interaction between learning media and students directly. Based on the problems that have been described, the author implements augmented reality technology as a learning media for the introduction of the solar system. This application is designed with a marker-based tracking method where when the marker is detected by the camera it will bring up a 3D object and its object description. This application is built using the Windows operating system and the main software in building this application is Unity and Vuforia.

Keywords: *augmented reality*, instructional media, solar system, *marker-based tracking*, android

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan untuk meningkatkan proses pembelajaran. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran adalah teknologi *Augmented reality* (AR). Teknologi *augmented reality* (AR) adalah sebuah sebutan yang digunakan untuk menggambarkan sebuah lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis (Rachmanto & Noval, 2018). *Augmented Reality* didefinisikan sebagai teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya, bersifat interaktif menurut waktu nyata, serta berbentuk animasi tiga dimensi (Azuma, 1997).

Dalam pembelajaran khususnya pelajaran IPA tentang tata surya masih dilakukan dengan cara lama dan belum memaksimalkan penggunaan teknologi seperti *smartphone* dan *augmented reality*.

Kegiatan belajar-mengajar yang masih dilakukan dengan cara lama yaitu pengajar menjelaskan dan dan mengajar di depan sehingga mengakibatkan pelajar menjadi kurang aktif dalam proses belajar. Sebagai contoh dalam pembelajaran sistem tata surya, pelajar mengandalkan penjelasan dari pengajar untuk belajar jenis-jenis planet yang ada di tata surya dan juga mengandalkan buku sehingga pelajar kurang termotivasi dalam proses belajar karena media yang digunakan kurang interaktif. Selain menggunakan buku sebagai media materi, sekolah masih menggunakan media seperti papan tulis untuk menjelaskan materi secara detail kepada para pelajar dan alat peraga sistem tata surya yang jumlahnya terbatas sehingga tidak semua pelajar bisa berinteraksi dengan alat peraga tersebut. Penggunaan papan tulis juga kurang interaktif karena hanya bisa dilihat dalam bentuk 2D. Oleh karena itu dibutuhkan media pembelajaran baru yang lebih unik dan interaktif sehingga menarik minat belajar para siswa. Pemilihan media belajar yang baru dapat membuat suasana belajar tidak membosankan. Teknologi *augmented reality* dapat dimanfaatkan untuk proses pembelajaran pengenalan sistem tata surya. Penggunaan teknologi *augmented reality* ini diharapkan dapat meningkatkan minat pelajar dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan maka perlu dibuat aplikasi yang menarik dengan mengimplementasikan teknologi *augmented reality* sebagai media pengenalan sistem tata surya. Harapannya dengan penggunaan teknologi *augmented reality* dapat membuat suasana belajar jadi lebih menyenangkan dan siswa dapat berinteraksi dengan materi pembelajaran secara langsung.

PENELITIAN RELEVAN

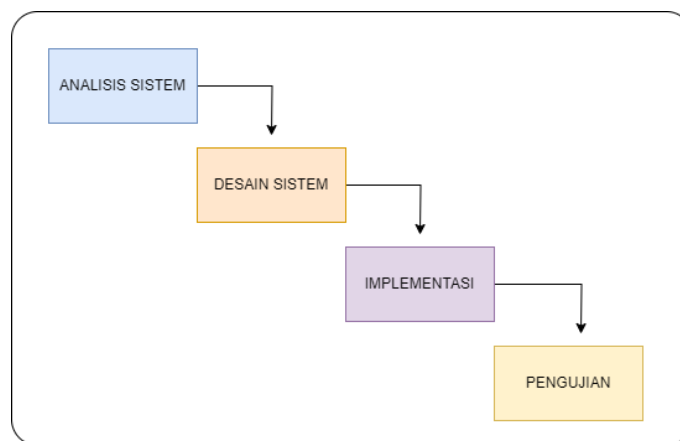
Untuk mendapatkan informasi yang relevan, penelitian ini merujuk beberapa penelitian sebelumnya, diantaranya penelitian pengembangan media pembelajaran anak usia dini berbasis *augmented reality* yang telah menghasilkan media pembelajaran berbasis *augmented reality*, yang dapat meningkatkan pengetahuan dan sangat mudah dipahami guru karena user friendly dan menarik minat anak (Nasution dkk., 2022). Penelitian berikutnya dengan judul pengembangan aplikasi *smart-book* sebagai media pembelajaran bahasa Inggris anak berbasis *augmented reality*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran baru yaitu aplikasi *augmented reality*. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi *augmented reality* yang dilengkapi dengan beberapa fitur seperti Home Screen, Scan image target, menampilkan hasil pemindaian Image target, Screenshot Share, latihan dan memilih animasi (Susanto dkk., 2022). Selanjutnya penelitian oleh Ningrum dkk., (2022) yang telah berhasil membuat media komik elektronik terintegrasi *augmented reality* dalam pembelajaran sistem peredaran darah manusia di tingkat sekolah dasar. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menghasilkan komik elektronik untuk pembelajaran sistem peredaran darah manusia terintegrasi *augmented reality* untuk meningkatkan minat belajar IPA sekolah dasar. Penelitian yang dilakukan oleh Salsabila dijelaskan mengenai pemanfaatan *augmented reality* (AR) sebagai media pembelajaran kelas VII SMPN 1 Rambah. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu meningkatkan kualitas pembelajaran dan meningkatkan minat belajar siswa dengan menggunakan media pembelajaran *augmented reality* (Salsabila dkk., 2023). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Djafar & Novian berhasil menerapkan teknologi *augmented reality* dalam pengembangan media pembelajaran perangkat keras komputer. Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi *augmented reality* yang memiliki beberapa halaman yaitu Menu Utama, Kompetensi, Materi, Evaluasi dan halaman Profil (Djafar & Novian, 2021). Penelitian oleh Logayah dkk., (2023), berhasil dikembangkan media pembelajaran IPS dengan metode flash card berbasis *augmented reality*. Hasil dari penelitian ini siswa dapat mengikuti pembelajaran IPS dan lebih jelas memahami materi dengan metode *augmented reality* dengan pendekatan pembelajaran Flash Card. Pada penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Fajri berhasil dirancang aplikasi *android* pengenalan unsur atom pada mata pelajaran kimia berbasis *augmented reality* (Putra & Fajri, 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah membangun aplikasi *android* berbasis *augmented reality* yang layak digunakan para siswa untuk menunjang pembelajaran mata pelajaran kimia di sekolah. Pada penelitian oleh Rahmatika dijelaskan mengenai pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk meningkatkan empati anak usia dini dengan metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle) (Rahmatika dkk., 2023). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memanfaatkan *augmented reality* menjadi media pengajaran dengan harapan dapat memberi motivasi dan menginspirasi anak, merangsang kegiatan belajar serta dapat meningkatkan empati

anak. Selanjutnya penelitian oleh Ramadani dijelaskan mengenai pengembangan modul pembelajaran kimia berbasis *augmented reality* (Ramadani dkk., 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan modul pembelajaran kimia berbasis *augmented reality* yang bersifat valid, praktis dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurmanto (Nurmanto, 2020) dibahas mengenai pemanfaatan *augmented reality* dalam aplikasi magic book pengenalan profesi untuk pendidikan anak usia dini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat media pembelajaran yang dapat meningkatkan minat belajar siswa sehingga pemahaman materi lebih maksimal. Aplikasi magic book dapat dijalankan pada perangkat *smartphone* android.

Pada penelitian sebelumnya hanya menampilkan objek 3D saja dan berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan maka perlu dibuat aplikasi *augmented reality* yang memiliki fitur audio dan kuis dengan mengimplementasikan teknologi *augmented reality* sebagai media pengenalan sistem tata surya. Dengan menggunakan *Augmented reality* sebagai salah satu alternatif media pembelajaran, diharapkan dalam sebuah kegiatan pembelajaran dapat lebih menarik bagi siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak waterfall, yang dipilih karena sifatnya yang sistematis dan berurutan, memungkinkan setiap tahap diselesaikan secara menyeluruh sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Prosedur ini menjadi lebih teratur saat berpindah dari satu tahap ke tahap berikutnya (Kurniawati & Badrul, 2021).



Gambar 1. Alur Penelitian

a. Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan tahapan pertama dari model waterfall. Dilakukan pengumpulan data, proses pengumpulan data dalam pembuatan sistem ini dilakukan dengan proses studi literatur.

b. Desain Sistem

Tahap berikutnya adalah desain sistem, yang melibatkan perancangan program perangkat lunak, termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengkodean.

c. Implementasi

Tahap implementasi mengacu pada proses pengolahan desain dan rencana yang telah dibuat sebelumnya untuk teknologi *augmented reality*. Teknologi ini akan digunakan dalam aplikasi, dimulai dari desain antarmuka pengguna dan berlanjut ke pengembangan objek 3D yang digabungkan dengan basis data Vuforia untuk menampilkan objek dengan menggunakan platform *augmented reality* berbasis *marker*. Pengujian, pemecahan masalah, dan penyempurnaan kode juga merupakan bagian dari langkah implementasi untuk memverifikasi bahwa aplikasi dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengguna nantinya (Rabani & Zakariyah, 2024).

d. Pengujian

Pada tahap ini menjelaskan mengenai metode pengujian black box tahapan ini juga merupakan tahapan terakhir yang menjelaskan tentang hasil pengimplementasian sistem. *Black box testing* berusaha mengidentifikasi fungsi yang salah, kesalahan antarmuka, cacat struktur data, cacat kinerja, masalah inisialisasi dan penghentian (F. C. Ningrum dkk., 2019).

Metode Pengumpulan Data

Sumber data untuk penelitian ini berasal dari data internet, buku-buku pustaka terkait tentang pengembangan aplikasi untuk sistem operasi android dan *augmented reality*, aset model planet 3D yang dikumpulkan dari situs-situs penyedia model 3D, QR code sebagai *marker* dan jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini. Pengumpulan data adalah prosedur untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek penelitian. Berikut ini adalah pendekatan pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data dengan cara mengamati sesuatu sebagaimana yang terjadi dalam rangka mengumpulkan data yang akurat untuk pengembangan penelitian ini.

b. Studi pustaka dan literatur

Peneliti melakukan perbandingan dengan cara membaca, menganalisa, dan mengamati melalui internet dan dokumentasi lain yang berhubungan dengan penelitian. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gambaran atau referensi untuk pengembangan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem

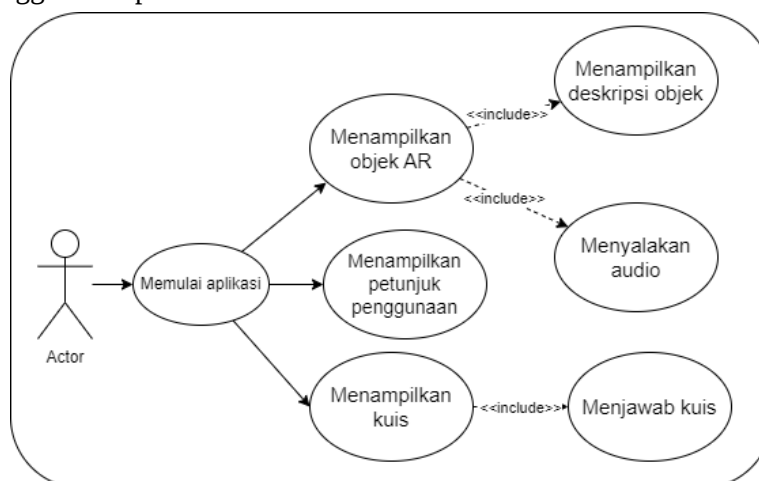
Pada tahap analisis sistem ini, akan diuraikan mengenai rancangan sistem yang diusulkan. Proses yang digunakan dalam pengembangan sistem untuk memahami, merencanakan, dan merancang struktur serta fungsi sistem yang diinginkan (Rabani & Zakariyah, 2024).

Desain Sistem

Unified Modeling Language (UML) adalah alat untuk memvisualisasikan dan mendokumentasikan hasil desain dan analisis yang mencakup sintaks untuk memodelkan sistem secara visual (Haviluddin, 2011). Unified Modeling Language (UML) bukanlah bahasa pemrograman, tetapi model yang dibuat berhubungan langsung dengan berbagai jenis bahasa pemrograman, sehingga memungkinkan pemetaan (mapping) langsung dari model yang dibuat dengan Unified Modeling Language (UML) ke bahasa pemrograman berorientasi objek seperti Java (Pressman, 2010). Dalam penelitian ini akan menggunakan 2 diagram UML, yaitu Use Case dan Activity Diagram.

a. Use Case

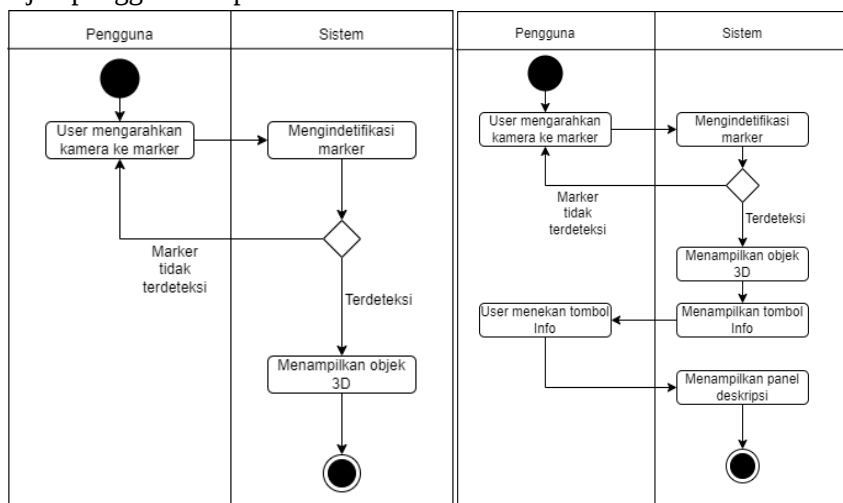
Desain use case merupakan representasi visual dari fungsionalitas sebuah sistem, sehingga user atau pengguna sistem dapat memahami bagaimana sistem tersebut akan dikembangkan (Syafitri, 2016). Ada beberapa aktivitas yang terdapat di dalam aplikasi ini, yaitu start activity, deteksi *marker*, menampilkan objek 3D, melihat deskripsi planet, audio penjelasan dan melihat petunjuk penggunaan aplikasi.



Gambar 2. Use case diagram

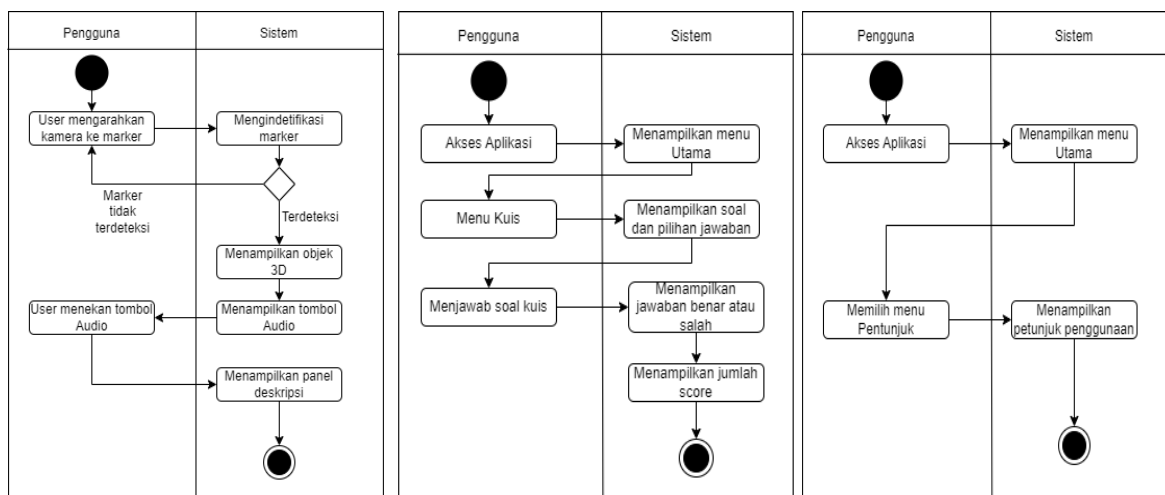
b. Activity Diagram

Activity diagram menunjukkan berbagai aliran aktivitas dalam sistem yang sedang dikembangkan, termasuk bagaimana setiap aliran dimulai, keputusan yang mungkin diambil, dan bagaimana suatu aktivitas selesai. Aktivitas menggambarkan operasi yang sedang berjalan. Alur proses dari aplikasi yang telah dibuat tersedia dalam Activity Diagram. Activity diagram Scan dapat dilihat pada Gambar 3 berisi alur untuk mengakses menu Scan mulai dari user mengarahkan kamera *smartphone* ke *marker* kemudian sistem akan mendeteksi *marker* dan menampilkan objek 3D. Activity diagram Deskripsi yang dapat dilihat pada Gambar 4 berisi alur untuk menampilkan panel deskripsi objek mulai dari kamera mendeteksi *marker* hingga objek tampil pada layar dan muncul tombol Info untuk menampilkan panel deskripsi. Activity diagram Audio yang dapat dilihat pada Gambar 5 berisi alur untuk mengakses fitur audio penjelasan mulai dari user mengakses menu scan, menampilkan objek 3D dan mengakses fitur audio penjelasan. Activity diagram Kuis yang dapat dilihat pada Gambar 6 berisi alur untuk mengakses menu kuis mulai dari menampilkan soal, menjawab soal, dan menampilkan skor akhir. Activity diagram petunjuk yang dapat dilihat pada Gambar 7 berisi alur untuk mengakses menu petunjuk penggunaan aplikasi.



Gambar 3. Scan activity diagram

Gambar 4. Deskripsi activity diagram



Gambar 5. Audio activity diagram

Gambar 6. Kuis activity diagram

Gambar 7. Petunjuk activity diagram

Implementasi

Pada tahap implementasi, desain yang telah dirumuskan diubah menjadi aplikasi AR. Implementasi dimulai dengan perancangan antarmuka, penambahan objek 3D ke dalam program, dan penerapan

metode *marker-based tracking* menggunakan Vuforia sebagai basis data *marker*. Program dibuat menggunakan Unity untuk mengintegrasikan berbagai komponen teknologi AR dalam aplikasi.

a. Tampilan splashscreen dan halaman menu utama

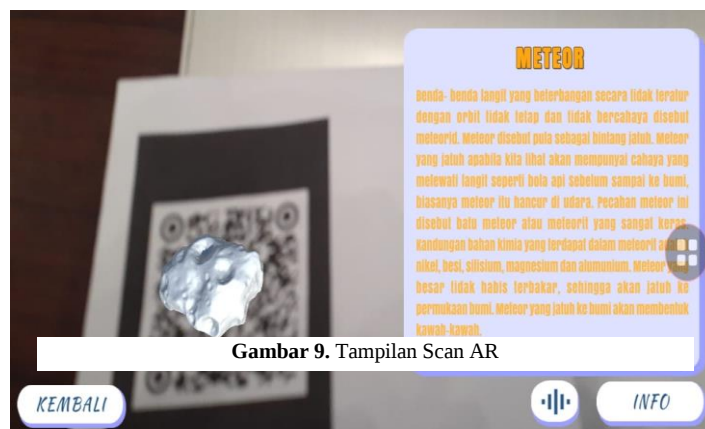
Gambar 8 adalah tampilan yang akan menampilkan gambar splash screen selama 5 detik dan halaman menu utama. Setelah tampilan splash screen selanjutnya akan menampilkan halaman menu utama. Halaman menu utama berisikan komponen yang terdiri dari nama aplikasi yaitu “SOLAR SYSTEM AR” dan terdapat lima tombol, yaitu tombol “MULAI”, tombol “KUIS”, tombol “PETUNJUK”, tombol “KELUAR” yang berfungsi untuk menutup aplikasi dan tombol untuk on-off audio



Gambar 8. Tampilan Splashscreen & halaman menu utama

b. Tampilan Scan AR

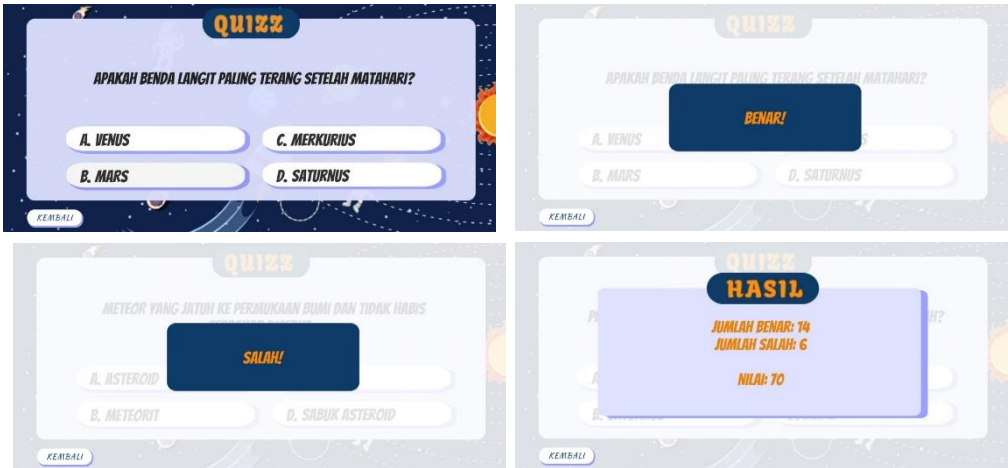
Halaman scan akan otomatis mengaktifkan kamera *smartphone* kemudian pengguna bisa mengarahkan kamera ke *marker* dan objek 3D akan muncul beserta tombol INFO untuk memunculkan panel deskripsi dan tombol audio untuk memutar audio penjelasan objek yang tampil.



Gambar 9. Tampilan Scan AR

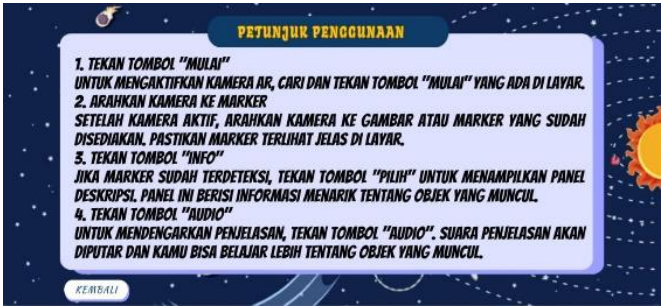
c. Tampilan menu kuis

Halaman kuis terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang dirancang untuk pengguna yang telah berhasil menyelesaikan konten pada halaman *scan*. Fungsi kuis ini dimaksudkan untuk membantu pengguna mengingat materi dan melatih daya ingat dengan menjawab pertanyaan. Tampilan menu kuis dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan menu kuis

- d. Tampilan menu petunjuk
- Halaman petunjuk berisikan informasi cara menggunakan aplikasi Solar System AR. Pada halaman petunjuk penggunaan juga terdapat button kembali untuk kembali ke menu utama. Tampilan halaman panduan pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan halaman petunjuk

Pengujian

Black Box testing dilakukan berdasarkan fitur-fitur aplikasi seperti tampilan aplikasi, fungsionalitas aplikasi, dan kesesuaian alur fungsi dengan proses yang diinginkan pengguna. *Black-box* memerlukan pengujian ekstra terhadap tampilan luar aplikasi (Interface) untuk memastikan bahwa aplikasi tersebut mudah digunakan. Pengujian ini tidak melihat atau menguji kode sumber program (Syafnidawaty, 2020).

Tabel 1. Pengujian fitur/fungsi

Fitur/fungsi	Pengujian	Hasil
Splash screen	Menampilkan logo aplikasi	Berhasil
Menu utama	Menampilkan halaman menu utama serta komponennya	Berhasil
Tombol Mulai	Berpindah halaman ke scan AR	Berhasil
Menu scan AR	Mengaktifkan kamera, membaca <i>marker</i> , menampilkan objek 3D, menampilkan deskripsi objek dan audio penjelasan.	Berhasil
Tombol Petunjuk	Berpindah halaman dari halaman menu utama ke halaman petunjuk penggunaan	Berhasil
Tombol Kembali	Berpindah halaman dari halaman scan AR ke halaman menu utama, berpindah halaman dari halaman petunjuk ke halaman menu utama dan berpindah dari halaman quiz ke menu utama.	Berhasil
Tombol Kuis	Berpindah ke halaman Kuis	Berhasil
Menu Kuis	Menampilkan soal pertanyaan dan opsi jawaban	Berhasil
Tombol Keluar	Menutup aplikasi	Berhasil

Hasil pengujian fitur aplikasi disajikan dalam Tabel 1, yang menunjukkan bahwa semua fitur berfungsi dengan baik selama pengujian black box testing. Seluruh fitur, termasuk splash screen,

menu utama, tombol navigasi, kuis dan fitur pemindaian *marker*, berhasil diuji dengan hasil memuaskan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil, aplikasi yang telah diujikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk mengimplementasikan dan membangun aplikasi *augmented reality* berbasis mobile sebagai media pengenalan sistem tata surya dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan suasana belajar yang menyenangkan kepada pelajar. Aplikasi *augmented reality* sebagai media pengenalan sistem tata surya berbasis android ini dibangun dengan metode *marker-based tracking* dan menggunakan software Unity untuk membangun project *augmented reality*.

Pengujian aplikasi menggunakan teknik *black box testing* menunjukkan bahwa semua fitur dan komponen aplikasi berfungsi dengan baik. Pengujian fitur seperti splash screen, menu utama, dan tombol navigasi membuktikan bahwa aplikasi dapat dioperasikan secara lancar tanpa hambatan teknis. Selain itu, setiap *marker* yang dipindai berhasil menampilkan objek 3D dengan deskripsi dan audio yang sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi memenuhi tujuan utamanya, yaitu memberikan media pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa.

Temuan penelitian ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Nasution dkk. (2022) yang hanya menyajikan objek 3D tanpa fitur tambahan. Dalam penelitian ini, penambahan fitur deskripsi planet, audio penjelasan, dan kuis interaktif memungkinkan pengguna untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang tata surya. Pengguna tidak hanya melihat visualisasi 3D, tetapi juga mendapatkan penjelasan yang menyeluruh tentang objek-objek tata surya, yang meningkatkan interaksi dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Dalam Caudell. <http://www.cs.unc.edu/~azuma>
- Djafar, S., & Novian, D. (2021). Implementasi Teknologi Augmented Reality Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer. *Jambura Journal of Informatics*, 3(1). <https://doi.org/10.37905/jji.v2i2.10440>
- Haviluddin. (2011). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). *Jurnal Informatika Mulawarman*, 6(1).
- Kurniawati, & Badrul, M. (2021). Penerapan Metode Waterfall Untuk Perancangan Sistem Informasi Inventory Pada Toko Keramik Bintang Terang. *Jurnal PROSISKO*, 8(2).
- Logayah, D. S., Salira, A. B., Kirani, K., Tianti, T., & Darmawan, R. A. (2023). Pengembangan Augmented Reality Melalui Metode Flash Card Sebagai Media Pembelajaran IPS. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 326–338. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4419>
- Nasution, N., Darmayunata, Y., & Wahyuni, S. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Anak Usia Dini berbasis Augmented Reality. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 6462–6468. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3408>
- Ningrum, F. C., Suherman, D., Aryanti, S., Prasetya, H. A., & Saifudin, A. (2019). *Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions*. 4(4). <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/informatika>
- Ningrum, K. D., Utomo, E., Marini, A., & Setiawan, B. (2022). Media Komik Elektronik Terintegrasi Augmented Reality dalam Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1297–1310. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2289>
- Nurmanto, D. (2020). Pemanfaatan Augmented Reality Dalam Aplikasi Magic Book Pengenalan Profesi Untuk Anak Usia Dini. Dalam *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)* (Vol. 1, Nomor 1). <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (7th ed., Vol. 7). McGraw-Hill. www.mhhe.com/pressman.
- Putra, G., & Fajri, B. R. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Android Pengenalan Unsur Atom Pada Mata Pelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1142–1148.
- Rabani, D. B., & Zakariyah, M. (2024). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Jaringan Tumbuhan Berbasis Android. *Media Online*, 4(4), 2148–2157. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i4.1697>
- Rachmanto, A. D., & Noval, M. S. (2018). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pengenalan Promosi Universitas Nurtanio Bandung Menggunakan Unity 3D. *Jurnal FIKI*, IX(1), 2087–2372. <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/jurnalfiki>

- Rahmatika, A., Manurung, A. A., & Ramadhani, F. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Empati Anak Usia Dini dengan Metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle). *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(3), 122–130. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i3.330>
- Ramadani, R., Ramlawati, R., & Arsyad, M. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality. *Chemistry Education Review (CER)*, 3(2), 152–162. <https://doi.org/10.26858/cer.v3i2.13315>
- Salsabila, B., Akhyar, A., Setiawan, A., Amelia Chandra, D., Studi Pendidikan Teknologi Informasi, P., Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Rokania, S., Raya Pasir Pengaraian, J. K., Samo, R., & Hulu, R. (2023). Pemanfaatan Augmented Reality (AR) sebagai Media Pembelajaran Kelas VII SMPN 1 Rambah. *Journal on Education*, 06(01), 856–863.
- Susanto, E. S., Herfandi, Hamdani, F., Nuryansah, F., & Oper, N. (2022). Pengembangan Aplikasi Smart-Book sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris Anak Berbasis Augmented Reality. *Jurnal MNEMONIC*, 5(1). <https://scholar.google.com>.
- Syafitri, Y. (2016). Pemodelan Perangkat Lunak Berbasis UML Untuk Pengembangan Sistem Pemasaran Akbar Entertainment Natar Lampung Selatan. *Jurnal Cendikia*, 12(1).
- Syafnidawaty. (2020, Oktober 20). *Black Box Testing*. <https://raharja.ac.id/2020/10/20/black-box-testing/>