

Penerapan Teknologi Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif Tata Surya

Meisye Putri Azizah ^{1,*}, Rr. Hajar Puji Sejati ¹

¹ Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

* Correspondence: meisyepr@gmail.com

Copyright: © 2023 by the authors

Received: 25 September 2023 | Revised: 15 Oktober 2023 | Accepted: 19 Oktober 2023 | Published: 20 Desember 2023

Abstrak

Pembelajaran Tata Surya melalui buku telah menjadi pilihan utama dari waktu ke waktu. Pembelajaran ini dianggap monoton karena terbatasnya interaktivitas siswa dengan penyampaian materi. Buku hanya menyajikan teks dan gambar statis dari planet Tata Surya yang membatasi pemahaman mereka. Penelitian dilakukan bertujuan untuk membangun aplikasi sebagai media pembelajaran interaktif Tata Surya yang memanfaatkan teknologi *augmented reality* untuk mengatasi keterbatasan pada buku. Menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) sebagai kerangka kerja sistematis yang memiliki enam tahap, yaitu *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*. Penelitian ini telah berhasil membangun aplikasi *augmented reality* Tata Surya menggunakan Unity 3D pada perangkat Android. Aplikasi menerapkan metode *marker based tracking*, dimana terdapat sebuah kartu bergambar yang akan diidentifikasi oleh kamera, kemudian diproses untuk menampilkan objek 3D planet Tata Surya, materi, dan elemen suara di layar *smartphone*. Dilakukan pengujian aplikasi menggunakan teknik *black box testing* pada fitur aplikasi dan gambar *marker* menunjukkan bahwa semua sistem berjalan dengan baik, sehingga aplikasi dapat didistribusikan kepada SD Negeri Tlacap. Melalui aplikasi *Augmented Reality* Tata Surya yang dibangun ini, pembelajaran menjadi lebih interaktif dan pemahaman siswa tentang planet Tata Surya dapat ditingkatkan.

Kata kunci: 3d; *augmented reality*; pembelajaran interaktif; tata surya

Abstract

Learning the solar system through books has been a major choice over time. This learning is considered monotonous because of the limited interaction of students with the delivery of material. The book only presents text and static images of the solar system planets that limit their safety. The research is aimed at building an application as an interactive learning medium in the solar system that utilizes augmented reality technology to overcome restrictions on books. Using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method as a systematic framework that has six stages, namely concept, design, material collection, assembly, testing, and distribution, The research has successfully built an augmented reality solar system application using Unity 3D on Android devices. The application uses a marker-based tracking method, where there is an image card that will be identified by the camera and then processed to display 3D Solar System planet objects, matter, and voice elements on the smartphone screen. Tested applications using black box testing techniques on application features and image markers show that all systems are running well, so applications can be distributed to Tlacap State SD. Through this built-in Solar System Augmented Reality application, learning becomes more interactive, and students' understanding of the planets of the Solar System can be enhanced.

Keywords: 3d; *augmented reality*; interactive learning; solar system



PENDAHULUAN

Tata Surya adalah kumpulan objek benda luar angkasa dengan matahari sebagai pusatnya yang dikelilingi planet-planet (Sentarik & Kusmariyatni, 2020). Dalam proses pembelajaran Tata Surya, buku digunakan sebagai sumber utama. Pembelajaran Tata Surya melalui buku ini menjadi dasar dalam memahami tatanan alam semesta. Buku memberikan kajian teoritis yang membuka eksplorasi siswa tentang pemahaman Tata Surya. Meskipun pembelajaran dengan buku ini memiliki potensi, namun banyak kendala yang muncul dalam implementasinya.

Pembelajaran Tata Surya melalui buku menggunakan metode klasik yang terpaku pada materi tertulis (Prmono & Setiawan, 2019). Buku menciptakan visualisasi Tata Surya hanya mengacu pada teks dan gambar statis sehingga sulit untuk dipahami secara mendalam (Purwati et al., 2020). Akibatnya, pembelajaran ini menghasilkan pengalaman belajar Tata Surya menjadi monoton karena kurangnya interaktivitas yang dapat membatasi pemahaman siswa. Bahkan UNESCO mencatat bahwa Indonesia berada di peringkat kedua terendah dalam hal membaca buku, hanya 0,001% dari total keseluruhan yang aktif terlibat dalam kegiatan membaca buku (Havisa et al., 2021). Hal ini menunjukkan urgensi untuk pendekatan pembelajaran yang berbeda, terlebih untuk materi kompleks seperti Tata Surya.

Mengatasi kendala yang menghambat pembelajaran tersebut, penggunaan teknologi AR dapat menjadi solusi. AR adalah teknologi visual yang mengintegrasikan elemen-elemen dunia maya ke dalam pandangan dunia nyata secara langsung dalam waktu yang bersamaan (Sungkono et al., 2022). AR memberi peluang siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran melalui perangkat seperti komputer, *smartphone*, dan kacamata AR secara langsung (Achmad et al., 2020). AR menggabungkan dunia digital dengan dunia nyata, di mana elemen-elemen digital seperti gambar, objek 3D, suara, dan lainnya ditambahkan ke dalam lingkungan fisik (Saca, 2021).

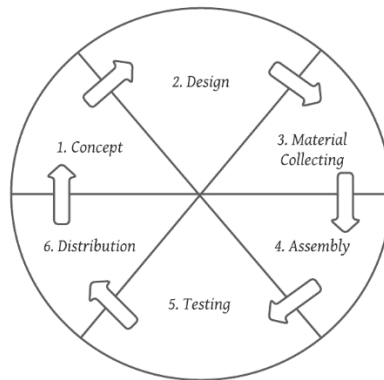
Pembelajaran Tata Surya dengan teknologi AR memiliki unsur interaktif yang memungkinkan siswa merasakan situasi pembelajaran dengan nyata, merangsang daya imajinasi, dan mendorong kemampuan berpikir kritis (Estheriani & Muhid, 2020). AR memberikan eksplorasi planet Tata Surya menjadi lebih visual (Paembonan & Ikhsan, 2021). Sehingga pembelajaran Tata Surya dengan teknologi AR dapat meningkatkan pemahaman siswa (Naba et al., 2022). AR juga dapat memanfaatkan perangkat *smartphone* yang mendukung era digital saat ini karena penggunaan *smartphone* yang sudah menyatu pada aktivitas sehari-hari (Hikmawan & Irfansyah, 2022). Oleh karena itu diperlukan upaya lebih lanjut dalam mengembangkan pembelajaran Tata Surya yang memanfaatkan teknologi AR ini (Setyawan et al., 2019).

Pada berbagai penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan untuk membangun aplikasi Tata Surya dengan teknologi AR, seperti penelitian (Aini et al., 2020) dan (Astuti & Mahardika, 2021), diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut terbatas hanya menampilkan objek 3D saja. Sedangkan dalam penelitian ini, pengembangan dilakukan berfokus pada interaksi siswa dengan objek 3D, seperti kemampuan untuk melakukan rotasi, menarik, memutar, memperbesar, dan memperkecil objek 3D planet Tata Surya. Melalui penelitian ini siswa dapat meningkatkan pengetahuan dengan memberikan mereka kemampuan untuk memahami secara mendalam detail dari karakteristik planet Tata Surya.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun Aplikasi AR Tata Surya sebagai media pembelajaran interaktif yang mampu mengatasi keterbatasan buku dalam penyampaian materi. Siswa memiliki kesempatan untuk mengamati planet di Tata Surya dengan tampilan 3D yang dilengkapi dengan deskripsi materi dan audio sehingga objek tersebut terasa lebih nyata dan dapat dijelajahi secara langsung. Dengan demikian, pembelajaran interaktif dengan aplikasi AR Tata Surya ini dapat memperdalam pemahaman siswa.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode Luther, yaitu suatu sistem pengembangan multimedia perangkat lunak yang mengadopsi pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dalam proses pengembangan (Borman & Purwanto, 2019). Pengembangan dengan metode ini melibatkan enam tahap, yaitu konseptualisasi (*concept*), perancangan (*design*), pengumpulan bahan (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan distribusi (*distribution*). Keenam tahap ini, menurut Luther, dapat dilakukan secara fleksibel tanpa urutan yang baku, kecuali tahap pengonsepan yang menjadi tahap awal dan harus diselesaikan terlebih dahulu (Mustika et al., 2018). Model MDLC merujuk pada penggunaan multimedia yang mencakup gambar, video, dan audio untuk melibatkan langsung siswa dalam proses pembelajaran. Penggunaan multimedia ini dapat mempermudah penyampaian konten dan informasi dengan lebih efisien (Fortuna & Hermawan, 2023).



Gambar 1. Metode multimedia *development life cycle*

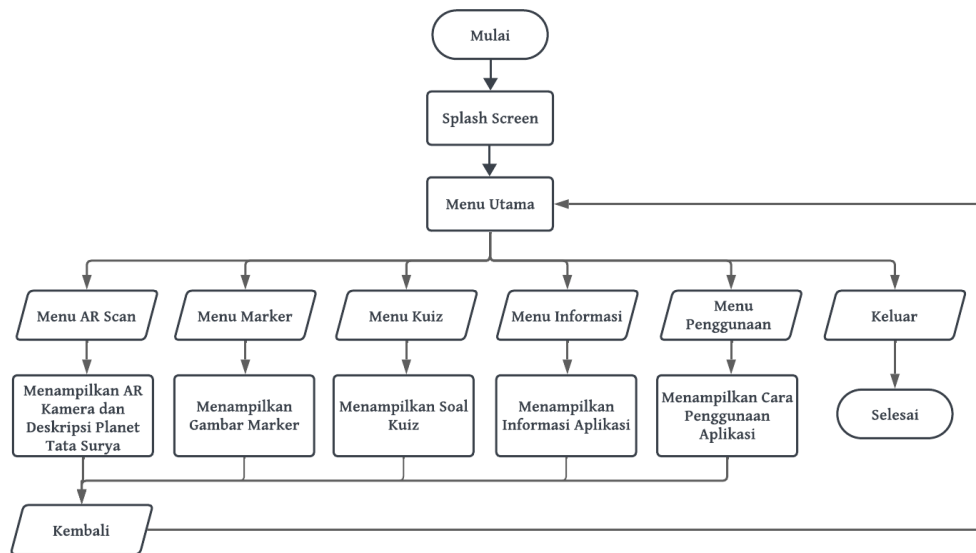
Pada gambar 1, proses pengembangan metode MDLC diawali dengan tahap konseptualisasi (*concept*) untuk mengidentifikasi masalah dalam keterbatasan pembelajaran materi Tata Surya melalui buku yang membatasi siswa. Selanjutnya tahap perancangan (*design*) yang melibatkan pembuatan *flowchart* untuk menjelaskan alur interaksi aplikasi AR Tata Surya. Kemudian tahap pengumpulan bahan (*material collecting*), tahap ini melibatkan perangkat keras seperti laptop sebagai alat pengembangan dan *smartphone* sebagai alat uji coba dari aplikasi yang akan dibangun. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan diantaranya Unity 3D sebagai platform pengembangan utama untuk membangun aplikasi AR Tata Surya, Vuforia SDK sebagai database, Figma untuk merancang desain UI, dan Canva untuk membuat gambar *marker*. Selain itu, tahap *material collecting* juga mencakup sumber daya tambahan seperti buku berjudul "Bumi & Antariksa" (Ramadhani, 2018) sebagai sumber utama untuk deskripsi materi pembelajaran dan *texture* objek 3D planet Tata Surya dari Blender.

Setelah tahap *material collecting* sudah disiapkan, dilanjutkan dengan tahap pembuatan (*assembly*). Peneliti membangun aplikasi AR Tata Surya menggunakan Unity 3D sebagai alat pengembangan utama. Peneliti melakukan pembuatan menu aplikasi dan pembuatan objek 3D dengan fitur interaktif seperti kemampuan rotasi, menarik, memutar, memperbesar, dan memperkecil objek 3D tersebut. Sesudah aplikasi AR Tata Surya berhasil dibuat, dilakukan tahap pengujian (*testing*) menggunakan *blackbox testing* untuk menguji masukan dan keluaran dari aplikasi (Andri & Suyanto, 2020). Pengujian dengan *blackbox testing* bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Pengujian ini mencakup seluruh aspek fungsional aplikasi (Herman et al., 2019). Tahap penyelesaian dari metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yaitu distribusi (*distribution*), aplikasi disimpan dalam penyimpanan *online* sebagai file *installer* untuk mempermudah pengguna dalam melakukan instalasi lalu didistribusikan ke SD Negeri Tlcap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Melalui tahap pengembangan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang sudah dilakukan. Aplikasi AR Tata Surya ini menjadi hasil dari penelitian yang telah dicapai. Aplikasi mampu digunakan sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat memperdalam pemahaman siswa tentang planet Tata Surya. Tahap konseptualisasi (*concept*) aplikasi dibangun untuk mengatasi keterbatasan buku dalam penyampaian materi planet Tata Surya. Selanjutnya tahap perancangan (*design*) aplikasi yang melibatkan pembuatan *flowchart* sebagai landasan alur kerja aplikasi.



Gambar 2. Flowchart aplikasi

Pada Gambar 2, *flowchart* menggambarkan alur interaksi antara pengguna dan elemen-elemen dalam aplikasi. Saat aplikasi dimulai, *splash screen* menjadi halaman pertama yang akan ditampilkan, lalu diikuti oleh tampilan menu utama. Di menu utama, terdapat beberapa pilihan, yaitu menu *AR scan* untuk menampilkan objek 3D dan deskripsi planet Tata Surya, menu *marker* untuk mengunduh gambar *marker*, menu *kuiz* untuk menampilkan soal *kuiz* dan nilai *kuiz*, menu *penggunaan* untuk mengetahui cara penggunaan aplikasi, dan menu *informasi* yang berisi informasi aplikasi. Tahap pengumpulan bahan (*material collecting*), persiapan ini melibatkan perangkat keras, perangkat lunak, dan buku materi. Setelah bahan disiapkan, dilanjutkan dengan tahap pembuatan (*assembly*) aplikasi menggunakan Unity 3D sebagai alat utama.



Gambar 3. Hasil tampilan menu

Pada Gambar 3, hasil tampilan *splash screen* adalah halaman yang muncul pertama kali ketika pengguna memulai aplikasi. Selanjutnya diikuti hasil tampilan menu, terdapat tombol

AR *scan*, tombol *marker*, tombol kuiz, tombol penggunaan, tombol informasi, tombol pengaturan musik, dan tombol keluar aplikasi. Pada gambar 4, hasil tampilan menu AR *scan* akan muncul ketika pengguna menekan tombol AR *scan* di menu utama, aplikasi akan mengaktifkan kamera perangkat. Setelah pengguna berhasil memindai *marker* yang tepat, objek 3D dari planet Tata Surya akan muncul di layar, lengkap dengan deskripsinya masing-masing. Terdapat juga tombol kembali ke menu utama.

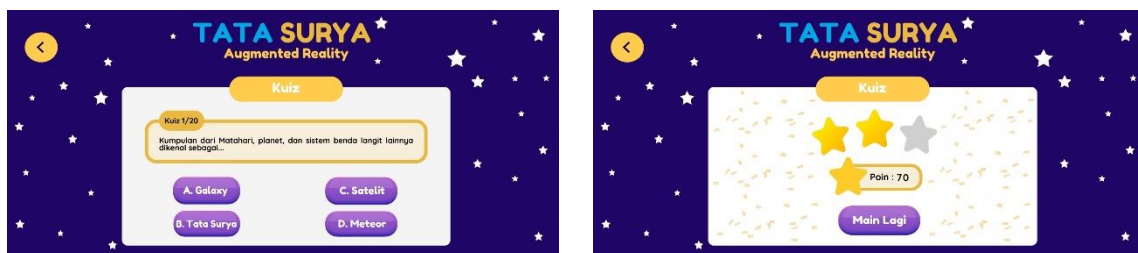


Gambar 4. Hasil tampilan menu ar *scan*



Gambar 5. Hasil tampilan menu *marker*

Pada Gambar 5, hasil tampilan menu *marker* muncul ketika pengguna menekan tombol *marker* pada menu utama, pengguna akan diarahkan ke menu *marker* yang menyediakan gambar *marker* planet Tata Surya. Aplikasi ini memiliki total 9 gambar *marker* yang tersedia. Selain itu, terdapat juga tombol *download* yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh gambar *marker* dalam format PDF. Terdapat juga tombol kembali ke menu utama.



Gambar 6. Hasil tampilan menu kuiz

Pada Gambar 6, hasil tampilan menu kuiz muncul saat pengguna menekan tombol kuiz pada menu utama. Menu kuiz menampilkan 20 soal pertanyaan. Setelah pengguna berhasil menjawab seluruh soal, aplikasi akan menampilkan nilai kuiz. Selain itu, tombol main lagi dapat mengulangi pengguna dalam mengerjakan soal kuiz. Terdapat juga tombol kembali ke menu utama. Pada Gambar 7, hasil tampilan menu penggunaan muncul ketika pengguna menekan tombol penggunaan pada menu utama. Menu penggunaan menunjukkan cara menggunakan aplikasi AR Tata Surya. Di sini, pengguna akan diberikan panduan langkah demi langkah tentang bagaimana memindai *marker* dan menjalankan menu utamanya yaitu AR *scan*. Terdapat juga tombol kembali ke menu utama.



Gambar 7. Hasil tampilan menu penggunaan



Gambar 8. Hasil tampilan menu informasi

Tabel 1. Hasil pengujian fitur aplikasi

Fitur Aplikasi	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
<i>Splash Screen</i>	Memulai aplikasi	<i>Splash screen</i> berhasil tampil dengan baik
Menu AR Scan	Menekan tombol AR Scan di menu utama	Berhasil membuka menu AR Scan dan menampilkan kamera
Menu Marker	Menekan tombol marker di menu utama	Berhasil menampilkan menu gambar marker
Menu Kuiz	Menekan tombol kuiz di menu utama	Berhasil menampilkan menu soal kuiz
Menu Penggunaan	Menekan tombol penggunaan di menu utama	Berhasil menampilkan menu cara penggunaan aplikasi
Menu Informasi	Menekan tombol informasi di menu utama	Berhasil menampilkan menu informasi aplikasi
Tombol Download	Menekan tombol download di menu marker	Berhasil mengunduh gambar marker dalam bentuk PDF
Tombol Main Lagi	Menekan tombol main lagi di menu kuiz	Berhasil menampilkan ulang soal kuiz
Tombol On/Off Musik	Menekan tombol on/off musik di menu utama	Berhasil menyalakan dan mematikan suara musik
Tombol Keluar	Menekan tombol keluar di menu utama	Berhasil keluar dari aplikasi

Sementara itu, pada gambar 8 adalah hasil tampilan menu informasi akan muncul saat tombol informasi pada menu utama ditekan. Menu informasi ini menampilkan informasi mengenai pembuat aplikasi AR Tata Surya ini, yang mencakup nama dan informasi kontak pembuat.

Terdapat juga tombol kembali ke menu utama. Pada Gambar 9, interaksi objek 3D seperti menarik, memutar, memperbesar, dan memperkecil objek 3D terlihat jelas. Hasil interaksi dengan objek 3D planet Tata Surya ini juga dilengkapi dengan perputaran rotasi. Setelah aplikasi AR Tata Surya berhasil dibangun, tahap pengujian (*testing*) aplikasi akan dilakukan menggunakan teknik *blackbox testing* untuk mengetahui kelayakan aplikasi.



Gambar 9. Hasil interaksi objek 3d

Pada tabel 1, disajikan hasil dari pengujian fitur aplikasi, yang mencakup pengujian fitur-fitur aplikasi yang telah dirancang. Hasil pengujian ini menggambarkan bahwa semua fitur aplikasi dan tombol aplikasi berfungsi dengan baik.

Tabel 2. Hasil pengujian gambar marker

Marker	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
Matahari	Memindai <i>marker</i> Matahari	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Matahari
Merkurius	Memindai <i>marker</i> Merkurius	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Merkurius
Venus	Memindai <i>marker</i> Venus	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Venus
Bumi	Memindai <i>marker</i> Bumi	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Bumi
Mars	Memindai <i>marker</i> Mars	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Mars
Jupiter	Memindai <i>marker</i> Jupiter	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Jupiter
Saturnus	Memindai <i>marker</i> Saturnus	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Saturnus
Uranus	Memindai <i>marker</i> Uranus	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Uranus
Neptunus	Memindai <i>marker</i> Neptunus	Berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsi Neptunus

Sementara itu, pada tabel 2 adalah hasil pengujian terhadap gambar *marker* yang digunakan dalam aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap *marker* yang dipindai berhasil menampilkan objek 3D dan deskripsinya masing-masing. Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berjalan baik sehingga dapat didistribusikan (*distribution*) ke SD Negeri Tlacap sebagai tahap akhir dari metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC).

Pembahasan

Aplikasi AR Tata Surya berhasil dibangun dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Diawali tahap konseptualisasi (*concept*) pembuatan aplikasi AR Tata Surya

sebagai solusi untuk mengatasi masalah keterbatasan buku dengan menyajikan pembelajaran dalam bentuk objek 3D yang lebih interaktif. Tahap perancangan (*design*) melalui pembuatan flowchart sebagai alur kerja aplikasi. Selanjutnya tahap pengumpulan bahan (*material collecting*) yang melibatkan persiapan perangkat keras, perangkat lunak, dan buku materi yang akan digunakan dalam aplikasi.

Tahap pembuatan (*assembly*) menjadi implementasi dari alur kerja yang telah dirancang dalam flowchart menggunakan bahan yang telah disiapkan sebelumnya. *Splash screen* muncul pertama kali ketika pengguna membuka aplikasi AR Tata Surya, memberikan pengalaman awal yang menarik saat pengguna memulai aplikasi. Lalu pengguna akan diarahkan ke menu utama yang mencakup pilihan menu AR *scan*, menu *marker*, menu kuiz, menu penggunaan, dan menu informasi. Menu utama juga menyediakan pengaturan *on/off* musik dan tombol keluar dari aplikasi. Menu AR *scan* akan mengaktifkan kamera untuk mendeteksi gambar *marker*. Apabila *marker* terdeteksi, animasi objek 3D akan muncul pada layar dilengkapi deskripsi materi dan elemen suara. Menu *marker* digunakan untuk menguduh gambar *marker* yang digunakan dalam aplikasi dalam bentuk PDF. Terdapat 9 gambar *marker*, diantaranya Matahari, Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Menu Kuiz dirancang untuk menguji pemahaman pengguna terhadap materi yang diberikan. Setelah pengguna selesai mengerjakan semua soal akan muncul penilaian kuiz sebagai tolak ukur pemahaman pengguna. Menu penggunaan berfungsi untuk memberikan panduan penggunaan aplikasi kepada pengguna. Di sini, pengguna dapat menemukan cara menggunakan fitur aplikasi dengan baik dan benar. Menu informasi memberikan pengguna informasi lebih lanjut tentang pengembang di balik aplikasi AR Tata Surya ini.

Tahap pengujian (*testing*) aplikasi dilakukan dengan teknik *blackbox testing* menunjukkan bahwa seluruh komponen aplikasi AR Tata Surya berjalan baik. Pada pengujian fitur aplikasi seperti menu dan tombol berhasil menampilkan dan menjalankan fungsinya masing-masing. Sedangkan pada hasil pengujian gambar *marker*, setiap *marker* yang diarahkan ke kamera juga berhasil menampilkan animasi objek 3D planet Tata Surya dan deskripsi materinya secara akurat. Hasil pengujian ini memastikan kualitas aplikasi yang memadai, lalu aplikasi akan disimpan pada penyimpanan *online* sebagai *file installer*. Diakhiri tahap distribusi (*distribution*) aplikasi ke SD Negeri Tlacap.

Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aplikasi hanya sebatas menampilkan objek 3D dari planet Tata Surya saja (Aini et al., 2020; Astuti & Mahardika, 2021). Hal itu membuat interaksi kurang mendalam dan terbatas pada satu sisi. Sedangkan penelitian ini mengembangkan berbagai interaksi, pengguna dapat menarik, memutar, memperbesar, dan memperkecil objek 3D planet Tata Surya. Interaksi objek 3D planet Tata Surya ini juga dilengkapi dengan perputaran rotasi yang memungkinkan pengguna untuk mengamati objek-objek tersebut dari berbagai sudut pandang. Dengan fitur interaksi ini, pengguna dapat memahami secara detail karakteristik objek 3D planet Tata Surya dan melakukan eksplorasi lebih mendalam sehingga dapat meningkatkan pemahaman pengguna.

SIMPULAN

Penelitian kami ini telah berhasil membangun aplikasi AR Tata Surya dengan sistem *marker based tracking*. Aplikasi dibangun pada perangkat Android menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Pengujian seluruh aspek aplikasi dengan teknik *black box testing* memberikan hasil bahwa aplikasi berfungsi dengan baik lalu dapat digunakan dalam proses pembelajaran di SD Negeri Tlacap. Dengan demikian, aplikasi AR Tata Surya ini dapat menjadi media pembelajaran interaktif yang mengatasi keterbatasan buku dalam penyampaian materi sehingga pemahaman siswa tentang planet Tata Surya dapat ditingkatkan.

REFERENSI

- Achmad, A., Zainuddin, Z., & Husain, M. F. (2020). Augmented Reality 3D untuk Pengenalan Organ Tubuh Manusia. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(3), 233–240. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i3.680.233-240>
- Aini, I. N. Q., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2020). Aplikasi Pembelajaran Interaktif Augmented Reality Tata Surya Sekolah Dasar Menggunakan Metode Marker Based Tracking. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 178–184. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1875>
- Andri, A., & Suyanto, S. (2020). Pengembangan Aplikasi Lelang Karet Berbasis Mobile Sebagai Pendukung Akses Informasi Lelang. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 4(2), 85–94. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i2.2631>
- Astuti, I. A., & Mahardika, A. G. (2021). Pengembangan dan Testing Marker 3D Printed Model pada Augmented Reality Planet Tata Surya. *Jurnal Sistem Informasi (SISTEMASI)*, 10(3), 701–711. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i3.1465>
- Borman, R. I., & Purwanto, Y. (2019). Impelementasi Multimedia Development Life Cycle pada Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Bahaya Sampah pada Anak. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(2), 119–124. <https://doi.org/10.26418/jp.v5i2.25997>
- Estheriani, N. G. N., & Muhid, A. (2020). Pengembangan Kreativitas Berpikir Siswa di Era Industri 4.0 Melalui Perangkat Pembelajaran Dengan Menggunakan Augmented Reality. *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 22(2), 118–129. <https://doi.org/10.26486/psikologi.v22i2.1206>
- Hikmawan, M. F. F., & Irfansyah, I. (2022). Buku Prestasi Santri berbasis Digital menggunakan Prinsip Postel. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(2), 354–363. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i2.6691>
- Fortuna, N. A. D., & Hermawan, H. D. (2023). Media Pembelajaran Huruf Hijaiyah untuk Siswa Sekolah Dasar berbasis Augmented Reality. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 7(1), 88–97. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v7i1.13373>
- Havisa, S., Solehun, S., & Putra, T. Y. (2021). Pengaruh Metode Suku Kata Menggunakan Media Kartu Huruf terhadap Kemampuan Membaca Permulaan Siswa Kelas I SD Muhammadiyah Majaran Kabupaten Sorong. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(1), 23–31. <https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikdasar.v3i1.765>
- Herman, S., Samsuni, S., & Fathurohman, F. (2019). Pengembangan Sistem Membaca Al - Qur'an Dengan Metode Multimedia Life Cycle. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 11(2), 95–101. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v11i2.406.95-101>
- Mustika, M., Sugara, E. P. A., & Pratiwi, M. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif dengan Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle. *Jurnal Online Informatika*, 2(2), 121–126. <https://doi.org/10.15575/join.v2i2.139>
- Naba, C., Akbar, M. A., & Supianto, A. A. (2022). Pengembangan Permainan Edukasi Berbasis Augmented Reality untuk Pembelajaran Senyawa Hidrokarbon bagi Siswa Sekolah Menengan Atas (SMA). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(3), 631–638. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022935743>
- Paembonan, T. L., & Ikhsan, J. (2021). Supporting Students' Basic Science Process Skills by Augmented Reality Learning Media. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, 7(2), 188–196. <https://doi.org/10.26858/est.v0i0.19448>
- Pramono, A., & Setiawan, M. D. (2019). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 3(1), 54–68. <https://doi.org/10.29407/intensif.v3i1.12573>

- Purwati, Y., Sagita, S., Utomo, F. S., & Baihaqi, W. M. (2020). Pengembangan media pembelajaran tata surya berbasis virtual reality untuk siswa kelas 6 sekolah dasar dengan evaluasi kepuasan pengguna terhadap elemen multimedia. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(2), 259–266. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020701894>
- Ramadhani, S. P. (2018). *Bumi dan Antariksa*. Depok: Yiesa rich foundation.
- Saca, A. (2021). Penerapan Marker Based Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Tata Surya. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 5(1), 33–41. <https://doi.org/10.31000/jika.v5i1.3560>
- Sentarik, K., & Kusmariyatni, N. (2020). Media Pop-Up Book pada Topik Sistem Tata Surya Kelas VI Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 197–208. <https://doi.org/10.23887/jisd.v4i2.25135>
- Setyawan, B., Rufii, Nf., & Fatirul, Ach. N. (2019). Augmented Reality Dalam Pembelajaran IPA Bagi Siswa SD. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(1), 78–90. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v7n1.p78--90>
- Sungkono, S., Apiati, V., & Santika, S. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Augmented Reality. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 459–470. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i3.1534>