

## **Pengembangan Aplikasi Planet Edu Berbasis *Augmented Reality* Pada Materi Tata Surya Di Sekolah Dasar**

**Iqbal Abdillah Suwandi<sup>1\*</sup>, Lutvi Nurhadiansyah<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Universitas Majalengka, Majalengka, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Majalengka, Majalengka, Indonesia

\*Corresponding author: iqbalabdillah49@gmail.com

---

### **ABSTRACT**

*This study aims to develop an Augmented Reality (AR)-based educational game as an interactive learning medium for elementary school students on solar system material. The research method used is Research and Development (R&D) with a 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate). The Define stage involves analyzing student and teacher needs and reviewing literature to ensure the relevance of the developed product. The Design stage includes designing the system, interface, and application elements using UML. The Develop stage is the application development process using Unity and conducting black box testing. In the Disseminate stage, the application was tested on a limited basis in several elementary schools. The results showed that this application improves the understanding of solar system concepts through interactive, attractive, and easy-to-use 3D visualizations. In addition, the application also helps teachers in delivering material in a more concrete and innovative way. However, there are still limitations in the scope of the material and learning evaluation features. Overall, this AR-based educational game provides a more interesting and effective learning solution while improving students' technological literacy at the elementary school level.*

**Keywords:** *augmented reality, solar system, learning media, elementary school*

---

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan game edukasi berbasis *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran interaktif pada materi tata surya untuk siswa sekolah dasar. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Tahap *Define* melibatkan analisis kebutuhan siswa dan guru serta kajian pustaka untuk memastikan relevansi produk yang dikembangkan. Tahap *Design* mencakup perancangan sistem, antarmuka, dan elemen aplikasi menggunakan UML. Tahap *Develop* dilakukan proses pengembangan aplikasi menggunakan *Unity* dan melakukan uji *black box*. Pada tahap *Disseminate*, aplikasi diuji coba secara terbatas pada beberapa sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini meningkatkan pemahaman konsep tata surya melalui visualisasi 3D yang interaktif, menarik, dan mudah digunakan. Selain itu, aplikasi juga membantu guru dalam menyampaikan materi dengan cara yang lebih konkret dan inovatif. Namun, masih terdapat keterbatasan pada cakupan materi dan fitur evaluasi pembelajaran. Secara keseluruhan, game edukasi berbasis AR ini memberikan solusi pembelajaran yang lebih menarik dan efektif sekaligus meningkatkan literasi teknologi siswa di tingkat sekolah dasar.

**Kata Kunci:** *augmented reality, tata surya, media pembelajaran, sekolah dasar*

---

### **Pendahuluan**

Dalam era digital yang terus berkembang, pendidikan dihadapkan pada tantangan untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran. Salah satu tantangan dalam pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran adalah kesiapan dan kompetensi guru dalam

implementasi pembelajaran digital, hal ini juga yang terkadang membuat kesenjangan selain fasilitas dalam penggunaan teknologi antara perkotaan dan pedesaan (Wahyudi & Jatun, 2024). Teknologi telah menjadi alat yang esensial dalam meningkatkan kualitas pendidikan, khususnya dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan relevan bagi siswa. Teknologi juga berperan dalam pembelajaran dengan mendukung terciptanya interaksi kolaboratif dan membantu membangun pemahaman yang lebih bermakna dalam konteks yang mudah dipahami (Salsabila & Agustian, 2021). Salah satu teknologi inovatif yang mulai diterapkan di berbagai bidang, termasuk pendidikan, adalah *Augmented Reality* (AR). Implementasi AR dalam pendidikan memberikan potensi besar dalam meningkatkan pengalaman belajar siswa secara langsung dan membantu dalam menciptakan pendidikan yang lebih interaktif dan menarik (Indahsari & Sumirat, 2023).

Penerapan teknologi AR dalam pendidikan dapat memberikan manfaat besar, terutama dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami hanya melalui teks atau gambar statis. Salah satu penelitian dalam penggunaan media pembelajaran berbasis AR dinilai efektif untuk mendukung kemampuan sains siswa dan praktis sehingga dapat digunakan berdasarkan penilaian siswa dan guru (Paembonan & Ikhsan, 2021). Salah satu topik pembelajaran yang sering dianggap kompleks di tingkat sekolah dasar adalah tata surya. Siswa sering kesulitan memahami posisi, pergerakan, dan karakteristik planet-planet apabila hanya melalui pendekatan konvensional, seperti pembelajaran menggunakan buku saja. Hal ini menunjukkan perlunya media pembelajaran yang lebih dinamis dan interaktif untuk meningkatkan pemahaman siswa. Pengembangan aplikasi berbasis *Augmented Reality* dengan kemampuan pelacakan objek 3D menghadirkan dapat memberikan inovasi dalam alat peraga melalui efek visual objek 3D yang dapat dilihat oleh pengguna, sekaligus menawarkan pengalaman interaksi yang lebih imersif (Ripansyah dkk., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian Rozi dan Hafidz masih mayoritas guru masih tidak menggunakan media pembelajaran berbasis digital dikarenakan tidak terbiasa dan merasa pusing menggunakannya, sehingga membuat lebih memilih untuk menggunakan pembelajaran konvensional (Rozi & Hafidz, 2024). Jika melihat hal tersebut masih ada guru yang merasa belum mampu untuk menggunakannya. Jika melihat lebih jauh penggunaan metode dan kemampuan guru dalam proses pembelajaran dapat mempengaruhi kemampuan siswa. Penggunaan AR dalam dunia pendidikan telah berkembang pesat, karena teknologi ini mampu melatih daya pikir siswa agar lebih kreatif dan kritis dalam menghadapi berbagai peristiwa, yang diharapkan informasi tersampaikan dengan baik sehingga siswa tetap terbantu dalam proses pembelajaran, baik dengan kehadiran pendidik maupun tanpa pendidik (Estheriani & Muhid, 2020). Dengan demikian, pengembangan aplikasi edukasi berbasis AR ini diharapkan dapat menjadi solusi potensial untuk menjawab tantangan ini. Aplikasi edukasi ini diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep tata surya dengan lebih baik sekaligus meningkatkan motivasi dan minat belajar mereka. Selain memberikan manfaat bagi siswa, diharapkan juga guru dapat terbiasa untuk dapat menggunakan teknologi dalam pembelajaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan aplikasi edukasi berbasis AR sebagai media pembelajaran interaktif untuk topik tata surya di tingkat sekolah

dasar. Dengan pendekatan yang inovatif ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan efektif, serta meningkatkan literasi teknologi di kalangan siswa dan guru.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) sebagai pendekatannya. Model *Research and Development* yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model 4D. Model pengembangan 4D adalah salah satu model pendekatan yang bersifat umum untuk menciptakan berbagai jenis aplikasi, sehingga dapat diterapkan dalam pengembangan berbagai macam media pembelajaran (Arkadiantika dkk., 2020). Selain itu, Model 4D ini juga dianggap mudah karena memiliki tahapan yang lebih sedikit dalam pelaksanaannya, model ini juga lebih efisien dalam hal waktu dan aspek lainnya dibandingkan dengan model-model RnD lainnya (Zahir dkk., 2022).

Model pengembangan perangkat yang disarankan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel memiliki 4 tahap pengembangan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran) (Slamet, 2022). Dalam tahapan *Define* atau pendefinisian/analisis, yang dilakukan adalah menganalisis perlunya pengembangan bahan ajar baru dan menganalisis syarat-syarat serta kelayakan pengembangan bahan ajar baru. Tahapan *define* ini kami melakukan analisis lingkungan dan wawancara serta beberapa kajian literatur yang relevan mengenai penggunaan teknologi AR dalam pendidikan sains di sekolah dasar. Studi ini melibatkan penelitian tentang keefektifan AR dalam pendidikan, kebutuhan pengguna (siswa dan guru), serta analisis media pembelajaran yang sudah ada. Serta mengidentifikasi kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh media pembelajaran AR untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang tata surya dan membantu guru dalam proses pengajaran.

Tahapan selanjutnya adalah tahapan *design* atau desain/perancangan. Pada tahapan desain ini merupakan penerjemahan hasil analisis yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Dalam tahapan desain ini meliputi perancangan sistem yang akan diusulkan dimana dalam perancangan sistem ini menggunakan UML (*Unified Modelling Language*) meliputi usecase diagram, activity diagram, dan class diagram. Selain itu, dalam perancangan ini juga meliputi perancangan *interface* menggunakan *storyboard*, rancangan bentuk permainan, dan rancangan muatan permainan.

Tahapan ketiga adalah tahapan *develop* (pengembangan dan pembuatan produk). Tahap ini merupakan tahap produksi dalam mengembangkan produk berupa aplikasi pembelajaran dari bentuk desain yang dibuat menjadi produk sesungguhnya yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah mengumpulkan bahan atau aset dalam pembuatan aplikasi seperti: gambar 3D, materi, audio, dan animasi. Kemudian untuk materi dan audio melalui source internet yang ada. Semua bahan yang telah terkumpul kemudian digabungkan dengan bantuan aplikasi Unity sehingga menghasilkan Aplikasi Edukasi yang diberi nama Planet Edu. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian *Black box* yang merupakan cara dalam pengujian aplikasi. Teknik ini bertujuan

untuk mengevaluasi fungsionalitas aplikasi dengan memeriksa hubungan antara input yang diberikan dan output yang dihasilkan (Verma dkk., 2017).

Tahapan terakhir adalah *Dissemination*. Tahapan diseminasi atau penyebarluasan produk dilaksanakan dengan cara pengimplementasian di beberapa sekolah melalui guru dan peserta didik.

## **Hasil dan Pembahasan (11 pt, spasi 1,15)**

### **Hasil Tahapan *Define* (pendefinisian atau analisis)**

Tahap awal pengembangan produk dimulai dengan melakukan diskusi serta menganalisa kebutuhan produk. Tim mengadakan pertemuan untuk memahami kebutuhan pengguna dan tujuan dari produk yang akan dikembangkan.

Hasil analisis kajian pustaka yang didapatkan didapatkan bahwa masih banyak pembelajara di sekolah yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Seperti yang dapat kita lihat pada gambar 1 dimana guru yang menyiapkan buku pedoman atau buku cetak, materi pelajaran dan memberikan materi kepada siswa. Di sisi lain siswa menerima materi yang di ajarkan oleh guru sehingga terjadi proses pembelajaran.

Sedangkan terdapat kebutuhan pada siswa dan guru mengenai pembelajaran yang cukup kompleks juga menjadi bahan pertimbangan kita dalam proses analisis ini. Sehingga didapatkan hasilnya sebagai berikut:

#### **a. Kebutuhan Siswa**

##### **1. Visualisasi Konsep**

Siswa membutuhkan cara untuk memvisualisasikan tata surya dengan cara yang menarik dan interaktif, karena gambar dan teks dalam buku sering kali tidak cukup.

##### **2. Interaktivitas**

Siswa memerlukan media pembelajaran yang interaktif, yang memungkinkan mereka untuk berinteraksi langsung dengan konten belajar.

##### **3. Kemudahan Penggunaan**

Media pembelajaran harus memiliki antarmuka yang ramah anak dan mudah digunakan tanpa memerlukan keterampilan teknologi yang tinggi.

#### **b. Kebutuhan Guru**

##### **1. Alat Bantu Mengajar**

Guru membutuhkan alat bantu yang dapat membantu mereka menjelaskan konsep-konsep abstrak dengan cara yang lebih konkret dan mudah dipahami.

##### **2. Panduan Penggunaan**

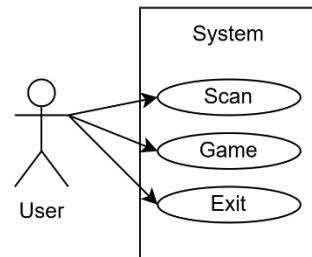
Guru memerlukan panduan yang jelas tentang cara menggunakan media pembelajaran ini, termasuk skenario pembelajaran dan tips untuk mengintegrasikan media pembelajaran dalam kurikulum.

##### **3. Evaluasi Pembelajaran**

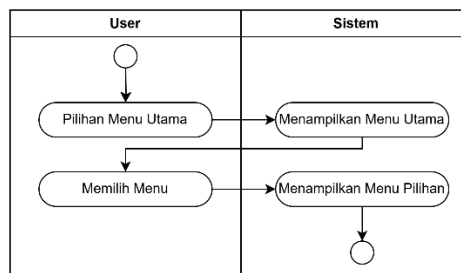
Media harus menyediakan fitur untuk membantu guru dalam mengevaluasi pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan.

### Hasil Tahapan *Design* (desain/perancangan)

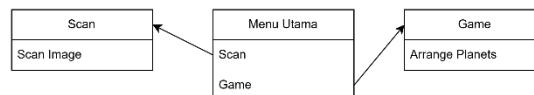
Dalam rancangan sistem yang diusulkan pada gambar 2, menjelaskan bahwa rancangan sistem. Diusulkan mengenai pengguna membuka aplikasi kemudian pengguna akan dihadapkan dengan 3 pilihan menu, yaitu Menu Scan, Menu Game dan Menu Exit untuk keluar dari aplikasi yang dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1.** Analisis Sstem yang Diusulkan



**Gambar 2.** Activity Diagram Utama

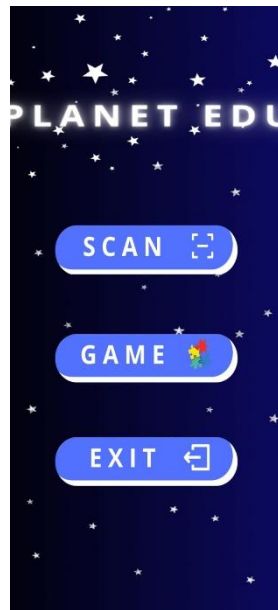


**Gambar 3.** Class Diagram Program

### Hasil Tahapan *Develop* (pengembangan dan pembuatan produk)

Dalam proses pengembangan aplikasi ini. Untuk tahap pembuatan design dan pengumpulan aset 3D menggunakan bantuan aplikasi Blender. Untuk proses pengkodean sendiri menggunakan bantuan aplikasi Unity dengan menggunakan bahasa C.

Berikut ini merupakan tampilan hasil akhir dari aplikasi yang telah dikembangkan.



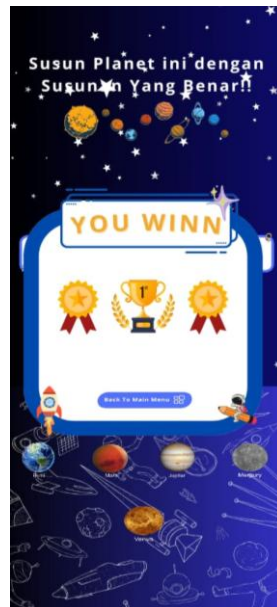
Gambar 4. Tampilan Halaman Utama



Gambar 5. Tampilan Halaman Scan



Gambar 6. Tampilan Halaman Game



Gambar 7. Tampilan ketika game benar



Gambar 8. Tampilan Kartu Barcode

Proses pengujian aplikasi dilaksanakan dengan tujuan utama memastikan bahwa setiap fitur dan fungsi yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam tahap perancangan. Pengujian ini juga bertujuan untuk memverifikasi bahwa aplikasi mampu memenuhi tujuan awal pengembangannya, sehingga dapat memberikan pengalaman pengguna yang optimal serta mendukung pencapaian target yang telah ditetapkan. Pada tahapan ini melakukan pengujian black box dengan hasil pengujian fungsional sesuai dengan yang diharapkan, berikut hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

No	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
REQ-1	Memilih menu scan	Menampilkan halaman menu yang sesuai pilihan 'scan'	Berhasil
REQ-2	Membaca marker	Aplikasi mampu mengenali 'marker' yang dibuat	Berhasil
REQ-3	Menampilkan objek 3D	Aplikasi menampilkan objek 3D	Berhasil
REQ-4	Memunculkan suara	Muncul penjelasan materi ketika 'marker' berhasil terbaca	Berhasil
REQ-5	Memilih menu game	Menampilkan halaman menu yang sesuai pilihan 'game'	Berhasil
REQ-6	Memindahkan icon	Icon dapat berpindah ketempat yang diinginkan	Berhasil
REQ-7	Game benar/salah	Layar menampilkan keterangan victory/coba lagi	Berhasil
REQ-8	Memilih menu exit/keluar	Menu berfungsi untuk dapat keluar dari aplikasi	Berhasil

Tabel 1. Uji Black Box

**Hasil Tahapan *Dissemination* (Penyebarluasan Produk)**

Berdasarkan hasil pengembangan aplikasi yang dibuat, aplikasi ini diberi nama Planet Edu. Walaupun aplikasi tidak terdapat di *platform* umum seperti *Google Playstore* atau

*Appstore*. Tetapi, Aplikasi ini disebarluaskan kepada beberapa guru di sekolah dasar secara bertahap, dengan memperkenalkan secara bertahap seperti ini diharapkan dapat tersebar lebih cepat juga dari guru ke guru.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas, penelitian pengembangan menggunakan model 4D ini berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan tahapan yang ada. Aplikasi yang dikembangkan dapat diinstal di smartphome berbasis android saja belum mendukung dalam pengembangan berbasis ios. Tetapi hal itu sudah cukup jika mengingat rata-rata pengguna smartphome saat ini masih didominasi oleh android.

Hasil uji black box juga menunjukkan bahwa semua fungsi dalam aplikasi telah bekerja sesuai dengan rancangan dan spesifikasi yang diharapkan. Dengan semua skenario pengujian berhasil, dapat disimpulkan bahwa aplikasi sudah siap digunakan dengan kinerja yang optimal. Ketika proses implementasi kepada masyarakat umum atau guru, mereka dapat menjalankan aplikasi dengan baik dan lancar tanpa memerlukan pengarahan khusus atau pelatihan lebih lanjut. Ketika diberikan kepada peserta didik, respon yang diberikan mereka cukup antusias dan semangat ketika menggunakan aplikasi ini dalam pembelajaran.

Pengembangan aplikasi ini memberikan berbagai manfaat yang dapat dirasakan oleh berbagai pihak yang terlibat dalam proses pendidikan, khususnya di tingkat sekolah dasar. Berikut adalah manfaat dari pengembangan produk ini:

### 1. Manfaat Bagi Siswa

#### a. Meningkatkan Pemahaman Konsep

Media AR memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep tata surya secara visual dan interaktif. Dengan visualisasi 3D, siswa dapat melihat dan berinteraksi langsung dengan model tata surya, sehingga memudahkan mereka memahami posisi, pergerakan, dan karakteristik planet-planet.

#### b. Meningkatkan Motivasi dan Minat Belajar

Penggunaan AR yang menarik dan interaktif dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. Siswa lebih tertarik dan bersemangat untuk mempelajari materi sains ketika mereka dapat melihat langsung bagaimana konsep-konsep tersebut diterapkan secara virtual.

#### c. Meningkatkan Keterampilan Teknologi

Siswa akan terbiasa menggunakan teknologi canggih dalam proses belajar mereka. Penggunaan AR dapat meningkatkan literasi teknologi di kalangan siswa, yang sangat penting dalam era digital saat ini.

### 2. Manfaat Bagi Guru

#### a. Meningkatkan Efektivitas Pengajaran

Media pembelajaran berbasis AR dapat digunakan sebagai alat bantu mengajar yang efektif. Guru dapat menjelaskan konsep-konsep abstrak dengan lebih jelas dan menarik melalui visualisasi 3D, sehingga memudahkan pemahaman siswa.

#### b. Memperluas Sumber Daya Pengajaran

Dengan adanya media pembelajaran AR, guru memiliki tambahan sumber daya pengajaran yang inovatif dan modern. Hal ini dapat memperkaya metode pengajaran dan membuat proses belajar mengajar menjadi lebih dinamis dan bervariasi.

c. **Mendukung Pembelajaran Diferensial**

AR memungkinkan guru untuk menyajikan materi pembelajaran dengan berbagai cara yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa. Guru dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan efektif.

Kelebihan produk aplikasi ini diantaranya adalah pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik siswa dengan penggunaan AR, animasi, dan suara yang menarik perhatian. Selain itu, dengan penggunaan aplikasi ini dapat mempermudah pemahaman konsep siswa dan juga dapat meningkatkan literasi teknologi siswa untuk dapat terbiasa dengan teknologi.

Kekurangan produk aplikasi ini diantaranya adalah keterbatasan materi dan juga bahan evaluasi yang tidak terlalu kompleks atau menyeluruh untuk dapat mengukur ketercapaian pembelajaran peserta didik sehingga sifatnya masih terbatas. Perlunya device atau smartphone yang memadai dikarenakan aplikasi yang dikembangkan membutuhkan kamera dan spesifikasi yang cukup untuk dapat menggunakannya dengan lancar.

## **Kesimpulan**

Produk media pembelajaran digital berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan dengan topik tata surya telah memberikan solusi inovatif dalam pembelajaran sains, khususnya tentang konsep tata surya di tingkat sekolah dasar. Media ini tidak hanya menghadirkan visualisasi model 3D planet dan tata surya yang realistis, tetapi juga dilengkapi dengan game edukatif yang interaktif. Penggunaan teknologi AR memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran, yang membantu mereka memahami konsep-konsep abstrak dengan lebih baik dan menyenangkan. Produk ini berhasil menjawab tantangan dalam metode pengajaran tradisional yang kurang efektif dan memberikan pengalaman belajar yang lebih engaging dan komprehensif.

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Menambah variasi konten edukatif dalam aplikasi, seperti informasi mengenai fenomena alam lainnya di luar tata surya, agar pengguna mendapatkan wawasan yang lebih luas.
2. Memperluas fitur interaktif dalam aplikasi, misalnya dengan menambahkan kuis atau tantangan yang lebih kompleks untuk menguji pengetahuan siswa dan menjaga minat belajar mereka.
3. Mengoptimalkan performa aplikasi agar dapat berjalan dengan lancar pada perangkat dengan spesifikasi yang lebih rendah, sehingga dapat diakses oleh lebih banyak pengguna.
4. Bekerja sama dengan sekolah-sekolah untuk melakukan uji coba dan mendapatkan umpan balik langsung dari guru dan siswa, guna menyempurnakan aplikasi sesuai dengan kebutuhan mereka.

5. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran ini dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang tata surya serta dampaknya terhadap minat dan motivasi belajar mereka.

## Daftar Pustaka

- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M. A., & Dellia, P. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Reality Pada Materi Pengenalan Termination Dan Splicing Fiber Optic. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 29–36. <http://journal.umpo.ac.id/index.php/dimensi/index>
- Estheriani, N. G. N., & Muhid, A. (2020). Pengembangan Kreativitas Berpikir Siswa Di Era Industri 4.0 Melalui Perangkat Pembelajaran Dengan Media Augmented Reality. *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 22(2), 118. <https://doi.org/10.26486/psikologi.v22i2.1206>
- Indahsari, L., & Sumirat. (2023). Implementasi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Interaktif. *Cognoscere: Jurnal Komunikasi dan Media Pendidikan*. *Cognoscere: Jurnal Komunikasi dan Media Pendidikan*, 1, 7–11. <https://journals.ldpb.org/index.php/cognoscere>
- Paembonan, T. L., & Ikhsan, J. (2021). Supporting Students' Basic Science Process Skills by Augmented Reality Learning Media. *Journal of Educational Science and Technology*, 7(2), 2477–3840. <https://doi.org/10.26858/est.v7i2.19448>
- Ripansyah, I., Astuti, I. F., & Widagdo, P. P. (2021). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Sistem Tata Surya Untuk Siswa SD Dengan Metode Marker Based Tracking. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(2), 88–95. <https://doi.org/10.30872/jim.v16i2.4174>
- Rozi, F., & Hafidz. (2024). Analisis Fenomena Peralihan Metode Pembelajaran Konvensional Menuju Pembelajaran Berbasis Digital. *Meriva: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 1, 139–148. <https://ejournal.merivamedia.com/index.php/meriva>
- Salsabila, U. H., & Agustian, N. (2021). Peran Teknologi Pendidikan Dalam Pembelajaran. *Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 123–133. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/islamika>
- Slamet, F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan (R n D)* (R. Risdiantoro, Ed.).
- Verma, A., Khatana, A., & Chaudhary, S. (2017). A Comparative Study of Black Box Testing and White Box Testing. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 5(12), 301–304. <https://doi.org/10.26438/ijcse/v5i12.301304>
- Wahyudi, N. G., & Jatun. (2024). Integrasi Teknologi dalam Pendidikan: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Digital di Sekolah Dasar. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(4), 444–451.
- Zahir, A., Nirwana, Felix Tanriolo, J., & Jusrianto. (2022). Game Edukasi Mata Pelajaran Biologi Jenjang SMA Berbasis Android. *Jurnal Sinestesia*, 12(2), 2022. <https://sinestesia.pustaka.my.id/journal/article/view/168>