

Rancang Bangun Media Edukasi 3D Interaktif Pembelajaran IPA Berbasis Mobile

Suharjanto Utomo*, Samsul Budiarto, Iswanto, Hernawati, Raihan Fajar Sidiq

Fakultas Ilmu Komputer dan Informatika, Teknik Informatika, Universitas Nurtonio Bandung, Bandung, Indonesia

Email: 1suharjanto.utomo@gmail.com, 2samsulb@unnur.ac.id, 3isw789ng@gmail.com, 4hernawatifiki@unnur.ac.id,

5raihanfajarsidiq77@gmail.com

Abstrak— Perkembangan teknologi digital yang sangat pesat membuka peluang baru dalam peningkatan mutu pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Media pembelajaran konvensional seperti buku teks dan gambar statis dinilai kurang efektif dalam menjelaskan konsep-konsep yang bersifat visual dan abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun media edukasi 3D interaktif berbasis mobile sebagai sarana pembelajaran IPA, dengan studi kasus pada materi sistem pencernaan manusia di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi. Aplikasi yang dikembangkan memungkinkan siswa untuk mempelajari organ-organ sistem pencernaan melalui model 3D interaktif yang dilengkapi narasi audio serta teks penjelasan. Metode pengembangan yang digunakan adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang meliputi enam tahapan: concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Evaluasi aplikasi dilakukan melalui uji alpha menggunakan metode blackbox serta uji beta dengan kuesioner kepada guru dan 14 siswa kelas VIII SMP Muhammadiyah 5 Cimahi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa media edukasi ini dapat diterima dengan baik dan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman siswa. Hasil kuisioner didapatkan nilai 4.37 yang mempunyai arti aplikasi ini menarik, mudah digunakan, dan interaktif. Penelitian ini mengindikasikan bahwa media edukasi 3D interaktif berbasis mobile memiliki potensi besar sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran IPA yang lebih menarik dan efektif.

Kata Kunci: Media Edukasi, Interaktif 3D, Sistem Pencernaan Manusia, Pembelajaran Mobile, MDLC

Abstract—The rapid development of digital technology provides new opportunities to improve the quality of learning, particularly in science education. Conventional learning media such as textbooks and static images are considered less effective in conveying concepts that are highly visual and abstract. This study aims to design and develop an interactive 3D mobile-based educational media as a learning tool for science subjects, with a case study on the human digestive system at SMP Muhammadiyah 5 Cimahi. The application enables students to explore the digestive system organs through interactive 3D models supported by audio narration and explanatory texts. The development method employed is the Multimedia Development Life Cycle (MDLC), which consists of six stages: concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. The application was evaluated through alpha testing using the blackbox method and beta testing by distributing questionnaires to teachers and 14 eighth-grade students. The evaluation results indicate that the application is well-accepted and contributes positively to students' understanding of the human digestive system. The questionnaire results showed a score of 4.37, indicating that the application is engaging, easy to use, and interactive. These findings highlight the potential of interactive 3D mobile-based educational media as an innovative alternative for more engaging and effective science learning.

Keywords: Educational Media, Interactive 3D, Human Digestive System, Mobile Learning, MDLC.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini khususnya di bidang *smartphone*, mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dan membawa banyak manfaat dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu peluang besar yang ditawarkan oleh teknologi *smartphone* adalah kemampuannya untuk mendukung pengembangan media pembelajaran yang interaktif. Merancang media pembelajaran yang interaktif, menarik, dan mudah digunakan menjadi salah satu cara untuk memanfaatkan kemajuan teknologi guna meningkatkan kualitas pendidikan [1]. Secara umum, media pembelajaran yang saat ini banyak digunakan oleh guru masih bersifat konvensional, seperti menggunakan alat peraga, buku teks, papan tulis, dan gambar statis. Meskipun dapat membantu, penggunaan media tersebut masih memiliki berbagai keterbatasan, terutama dalam menyampaikan materi pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) [2], khususnya pada materi sistem pencernaan manusia [3].

Salah satu Sekolah Menengah Pertama (SMP) Muhammadiyah 5 Cimahi, masih mengandalkan media pembelajaran konvensional seperti buku teks, papan tulis, dan gambar statis. Penggunaan media tersebut dinilai kurang mampu dalam mengikuti perkembangan teknologi yang semakin maju saat ini, sehingga proses pembelajaran belum sepenuhnya memanfaatkan potensi digital yang tersedia. Di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi juga tidak tersedia ruangan khusus seperti lab untuk pembelajaran biologi khususnya sistem pencernaan manusia, sehingga media pembelajaran konvensional tersebut juga sulit untuk di praktekan dan cenderung terasa kurang menarik dan terkesan kaku saat digunakan, karena visual yang ditampilkan tidak mampu memperlihatkan secara jelas alur pada sistem pencernaan manusia pada saat makanan masuk ke dalam organ-organ pencernaan. Hal tersebut menjadi suatu kendala bagi guru biologi pada saat menyampaikan materi di ruang kelas kepada siswa, sehingga menjadi kendala juga bagi siswa dalam menangkap dan memahami materi yang disampaikan oleh guru. Pilihan media pembelajaran yang digunakan guru dalam menyampaikan materi memiliki pengaruh besar terhadap jalannya proses pembelajaran di kelas.

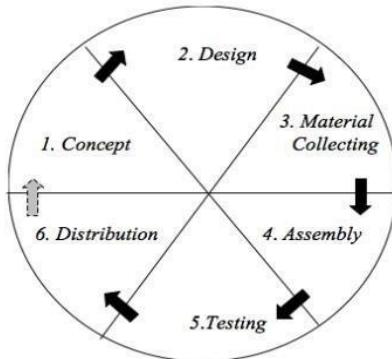
Ada beberapa penelitian terdahulu yaitu penerapan augmented reality dalam sistem pembelajaran sistem pencernaan manusia dengan metode *marked based tracking* dengan SDLC [4], [5], ADDIE [6] dan MDLC [7], [8], selain itu



penerapan dalam pembelajaran buah-buahan [9], metamorfosis dan peredaran darah [2], pengenalan anatomi ginjal dan jantung [10], pengolongan hewan [11], sistem rangka manusia [12], seni beladiri nusantara pencak silat [13], dan sejarah [14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Multimedia Development Life Cycle



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle

Penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) [15], [16], [17]. MDLC merupakan pendekatan yang tepat untuk merancang dan mengembangkan aplikasi berbasis media, yang menggabungkan elemen-elemen seperti gambar, suara, video, animasi, dan lainnya. Proses dalam metode ini terdiri dari enam tahap utama, yaitu konsep (*concept*), perancangan (*design*), pengumpulan bahan (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan distribusi (*distribution*).

1. *Concept* (Konsep)

Tahap *Concept* merupakan langkah awal dalam metode MDLC. Pada tahap ini, fokus utamanya adalah merumuskan maksud dari pembuatan aplikasi dan mengidentifikasi pihak-pihak yang akan menjadi pengguna dari aplikasi itu.

2. *Design* (Perancangan)

Pada tahap ini dibuat spesifikasi secara terperinci mengenai arsitektur proyek, tampilan, serta kebutuhan material untuk pengembangan sistem. Model perancangan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Storyboard*, *Flowchart*, serta *Unified Modeling Language* (UML). Diagram UML yang digunakan adalah *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram*. Perancangan ini bertujuan untuk menggambarkan rangkaian cerita atau deskripsi setiap *scene* agar mudah dipahami oleh pengguna, dengan mencantumkan seluruh objek multimedia ke dalam *scene*.

3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)

Tahap *Material Collecting* adalah proses pengumpulan berbagai bahan yang diperlukan untuk mendukung perancangan aplikasi. Bahan-bahan yang dikumpulkan dapat berupa teks, gambar, audio, objek 3D, maupun animasi, disesuaikan dengan kebutuhan konten yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi.

4. *Assembly* (Pembuatan)

Tahap *Assembly* adalah proses pembuatan atau pengembangan program berdasarkan objek dan kebutuhan yang telah dirancang pada tahap desain sebelumnya.

5. *Testing* (Pengujian)

6. Tahap *Testing* adalah proses pengujian untuk memastikan hasil perancangan sesuai dengan rancangan awal, sekaligus mendeteksi kesalahan yang mungkin terdapat pada aplikasi.

7. *Distribution* (Distribusi)

8. Tahap *Distribution* merupakan tahap di mana aplikasi yang telah selesai dikembangkan disimpan ke dalam media penyimpanan tertentu. Jika kapasitas media terbatas, maka aplikasi dapat dikompresi agar ukurannya sesuai dan dapat ditampung.

2.2 Grafik 3 Dimensi

Grafik 3D merupakan perkembangan lanjutan dari grafik 2D. Dalam bidang grafika komputer, 3D merujuk pada bentuk visual yang menggunakan representasi data berbasis geometri tiga dimensi. Objek rangka dalam format 3D, ketika terkena cahaya dari arah tertentu, akan menghasilkan bayangan pada bidang tampilan. Proses pembentukan grafik komputer 3D umumnya melalui tiga tahapan utama: 3D modelling, yaitu proses mendeskripsikan bentuk suatu objek; layout dan animation, yang menggambarkan gerakan serta penataan objek; serta 3D rendering, yaitu tahap menghasilkan citra akhir dari objek tersebut [18].

2.3 Augmented Reality

Augmented *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya, memungkinkan objek virtual muncul bersamaan dengan objek nyata yang ada di sekitarnya [19], [20], [21], [22]. Teknologi *Augmented Reality* memungkinkan penambahan informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkan informasi tersebut ke dalam dunia nyata dengan menggunakan perangkat seperti *webcam*, komputer, *smartphone* Android, atau kacamata khusus. Karena objek dari dunia maya tidak dapat terlihat secara langsung di dunia nyata, dibutuhkan perangkat perantara seperti *smartphone* dan kamera untuk mengidentifikasi objek tersebut, yang kemudian akan menampilkan objek maya di dunia nyata. Saat ini, terdapat dua metode utama yang digunakan dalam teknologi *Augmented Reality*, yaitu *Marker Based Tracking* dan *Markerless Augmented Reality*. *Marker Based Tracking* adalah metode yang membutuhkan penanda, yang biasanya berupa gambar hitam putih. Sementara itu, *Markerless Augmented Reality* adalah metode yang memungkinkan objek maya ditampilkan tanpa memerlukan penanda atau gambar khusus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

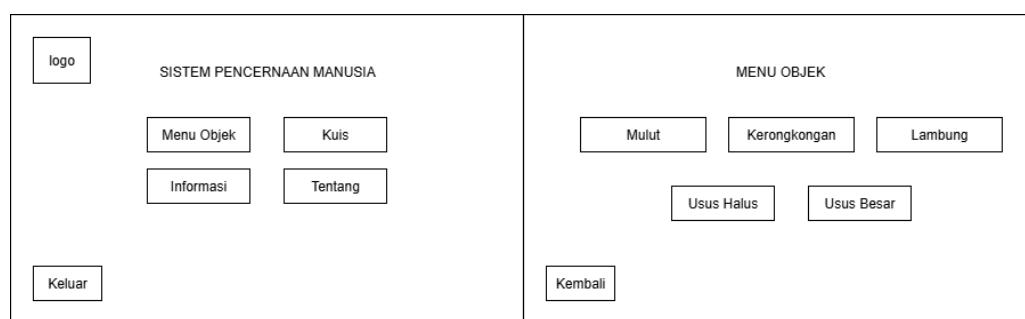
Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana menerapkan proses MDLC dalam rancangbangun aplikasi media edukasi 3D interaktif dengan teknologi Augmented Reality sebagai media pembelajaran sistem pencernaan manusia dengan metode markerless berbasis android. Proses pembuatan melalui tahapan concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribusi. Tahapan tersebut akan dijelaskan pada bab ini.-

3.1 Concept

Tahap awal dalam metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) adalah tahap perancangan konsep. Pada tahap ini, dilakukan studi pustaka yang mencakup teori-teori serta hasil dari penelitian terdahulu. Tujuannya adalah untuk meninjau kembali berbagai referensi yang sesuai serta mengidentifikasi elemen-elemen penting yang bisa diterapkan dalam proses pengembangan aplikasi. Hasil dari studi pustaka tersebut kemudian dianalisis dan dikelompokkan menjadi sejumlah poin utama yang termasuk dalam tahap perancangan konsep. Beberapa di antaranya mencakup: target pengguna, gambaran umum aplikasi yang akan dikembangkan, tujuan dan kegunaan aplikasi, serta ide pokok mengenai mekanisme kerja aplikasi.

3.2 Design

Perancangan (*Design*) merupakan tahap di mana peneliti menyusun konsep alur kerja aplikasi, struktur arsitektur, tampilan antarmuka, serta kebutuhan material untuk pengembangan aplikasi. Pada tahap ini peneliti lebih menitik beratkan pada pembuatan storyboard, desain antarmuka, desain 3D dan UML yang digunakan dalam pengembangan aplikasi.



Gambar 2. Storyboard

3.3 Material Collecting

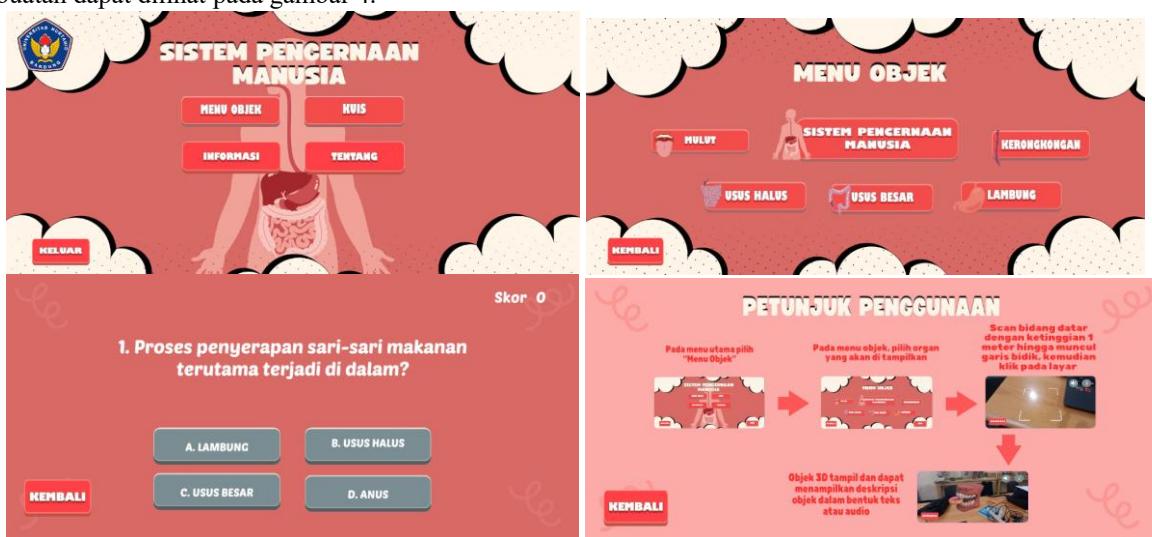
Tahap *material collecting* merupakan proses pengumpulan komponen yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi. Beberapa bahan yang dikumpulkan oleh penulis agar sesuai dengan yang dibutuhkan.



Gambar 3. Material Collecting

3.4 Assembly

Pada tahap *assembly*, perhatian berpindah dari proses analisis dan perancangan komponen ke tahap penyusunan berbagai komponen tersebut menjadi sebuah sistem yang utuh dan rumit. Proses penyusunan ini mencakup persiapan komponen-komponen yang telah melalui tahapan analisis dan perancangan sebelumnya. Elemen-elemen tersebut, mulai dari bagian mekanik hingga perangkat lunak, diintegrasikan secara menyeluruh. Hubungan antar komponen diatur dengan teliti untuk memastikan bahwa keseluruhan sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Hasil dari pembuatan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pembuatan

3.5 Testing

Testing atau Pengujian ini dilakukan oleh pengembang dengan tujuan untuk memastikan bahwa seluruh tampilan dan fitur dalam aplikasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut hasil dari pengujian tersebut. Pengujian dilakukan dengan dua tahapan yaitu pengujian alpha oleh pengembang aplikasi dan pengujian beta yang dilakukan oleh guru biologi dan siswa kelas VIII di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi.

Pengujian black box difokuskan pada pengujian fungsi-fungsi yang terdapat dalam sistem tanpa perlu mengetahui bagaimana proses internal fungsi tersebut dibuat. Pada aplikasi ini, pengujian dilakukan berdasarkan fitur-fitur yang tersedia. Selanjutnya, hasil keluaran dari sistem dibandingkan dengan output yang diharapkan. Jika hasil yang diperoleh sesuai dengan ekspektasi, maka aplikasi dianggap telah bekerja sesuai atau berhasil dengan desain yang

telah dirancang sebelumnya. Namun, jika hasilnya tidak sesuai, maka perlu dilakukan pemeriksaan ulang dan perbaikan. Berikut ini merupakan pengujian black box yang diterapkan pada sistem.

Tabel 1. Hasil pengujian

No	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
REQ-1	Memilih menu	Menampilkan halaman sesuai dengan menu yang dipilih	Berhasil
REQ-2	Memindai bidang datar	Menampilkan Crosshair atau garis bidik	Berhasil
REQ-4	Menampilkan gambar 3D	Objek 3D muncul	Berhasil
REQ-5	Memutar, memperbesar, dan memperkecil gambar 3D	Objek 3D bisa diputar, diperbesar, dan diperkecil.	Berhasil
REQ-6	Memunculkan suara	Muncul suara sebagai penjelasan tentang materi	Berhasil
REQ-7	Menampilkan kuis	Menampilkan feedback jawaban benar atau salah	Berhasil

Sedangkan pengujian beta dilaksanakan secara langsung kepada guru biologi dan siswa kelas VIII serta pengisian kuesioner guna memberikan respon guru biologi dan siswa kelas VIII terhadap penilaian media pembelajaran sistem pencernaan manusia berbasis *augmented reality markerless*. Di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi terdapat 15 siswa kelas VIII, namun yang dapat melakukan pengujian dan pengisian kuesioner hanya 14 siswa kelas VIII dan 1 guru biologi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memperoleh tanggapan dari siswa atau pengguna terkait pemanfaatan aplikasi ini. Terdapat Responden yang terlibat dalam pengisian kuesioner adalah 1 guru biologi dan 14 siswa kelas VIII di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi. Kuesioner tersebut terdiri dari 10 soal pertanyaan yang berkaitan dengan penggunaan aplikasi, dan diberikan langsung kepada 1 guru biologi dan 14 siswa di ruang kelas sekolah. Untuk kriteria penilaian kuesioner dapat dilihat pada tabel 2, sedangkan hasil kuesioner dari 15 responden dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Kuesioner

Presentase Jawaban	Kriteria
1 – 1.79	Sangat Tidak Setuju
1.8 – 2.59	Tidak Setuju
2.6 – 3.39	Netral
3.4 – 4.19	Setuju
4.2 – 5.00	Sangat Setuju

Tabel 3. Hasil Kuesioner

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban					Hasil	Kriteria
		STS	TS	N	S	SS		
1	Apakah aplikasi mudah digunakan?	0	0	1	5	9	4.53	Sangat Setuju
2	Apakah tampilan pada aplikasi menarik?	0	0	1	7	7	4.4	Sangat Setuju
3	Apakah seluruh tombol pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik?	0	0	0	7	8	4.53	Sangat Setuju
4	Apakah kamera markerless tanpa penanda berfungsi untuk menampilkan objek 3D?	0	0	2	7	6	4.26	Sangat Setuju
5	Apakah petunjuk penggunaan aplikasi yang tersedia dalam tombol informasi mudah dipahami?	0	0	2	7	6	4.26	Sangat Setuju



6	Apakah aplikasi ini dapat membantu untuk memperkenalkan materi sistem pencernaan manusia?	0	0	1	6	8	4.46	Sangat Setuju
7	Apakah dengan aplikasi ini menjadi lebih paham tentang materi sistem pencernaan manusia?	0	0	1	8	6	4.33	Sangat Setuju
8	Apakah pengguna menyukai media pembelajaran dengan teknologi augmented reality?	0	0	1	5	9	4.53	Sangat Setuju
9	Apakah aplikasi media pembelajaran ini lebih interaktif daripada media pembelajaran konvensional?	0	0	4	6	5	4.06	Setuju
10	Apakah pengguna tertarik menggunakan aplikasi ini sebagai media pembelajaran yang baru?	0	0	1	8	6	4.33	Sangat Setuju

Berdasarkan hasil pengujian *beta* yang tercantum pada tabel 3, yang melibatkan 15 responden dari 1 guru biologi dan 14 siswa kelas VIII di SMP Muhammadiyah 5 Cimahi, dan telah memberikan penilaian terhadap seluruh pertanyaan dalam kuesioner, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memperoleh kategori sangat setuju. Dengan demikian, aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran. Jika hasil pengujian *beta* tersebut diakumulasikan, maka diperoleh skor rata-rata keseluruhan sebesar 4.37 atau sangat setuju.

3.6 Distribusi

Tahap distribusi merupakan proses penyimpanan aplikasi yang telah selesai dikembangkan, kemudian dilanjutkan dengan pendistribusian kepada pengguna. Distribusi aplikasi media pembelajaran sistem pencernaan manusia ini dilakukan melalui file berformat APK.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil pengembangan aplikasi media edukasi 3D interaktif berbasis Android pada pembelajaran IPA sistem pencernaan manusia. Pengujian dilakukan dengan metode black box dengan hasil menunjukkan semua fitur sudah berfungsi sesuai spesifikasi. Dari hasil kuisioner didapatkan nilai 4.37 yang mempunyai arti aplikasi ini menarik, mudah digunakan, dan interaktif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan dana pada program hibah Bima. Dan juga ucapan terimakasih kepada Rektor dan Kepala LP2M Universitas Nurtanio Bandung.

REFERENCES

- [1] D. Riyanto and D. Jollyta, "Penerapan Augmented Reality Pengenalan Sistem Pencernaan Manusia Dengan Metode Marker Based Tracking Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, vol. 5, no. 1, pp. 42–47, 2023.
- [2] S. Utomo, S. Budiarto, I. Iswanto, S. I. Abdillah, and W. Ilhamdi, "Implementasi Augmented Reality Pada Pembelajaran IPA Siswa SMP," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 4, pp. 419–424, 2023.
- [3] R. Mauludin, A. S. Sukamto, and H. Muhamdi, "Penerapan augmented reality sebagai media pembelajaran sistem pencernaan pada manusia dalam mata pelajaran biologi," *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*. <https://doi.org/10.26418/jp.v3i2>, vol. 22676, 2017.
- [4] F. Marston, B. Arifitama, and S. D. H. Permana, "Penerapan Augmented Reality dalam Pembelajaran Sistem Pencernaan Manusia Pada Pembelajaran Biologi Menggunakan Metode Marker-Based Tracking di SMA Mardi Yuana," in *Seminar Nasional & Prosiding Pendidikan Dasar*, 2024, pp. 23–29.
- [5] N. R. R. N. IIS, A. S. Pratiwi, and M. F. Nugraha, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif SiCeRia Berbantuan Augmented Reality Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas V SDN Leuwikitang,"



NATURALISTIC: JURNAL KAJIAN PENELITIAN PENDIDIKAN DAN PEMBELAJARAN Учредител: LPPM Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, vol. 9, no. 1, pp. 504–518, 2024.

- [6] A. Fadhilah, I. Permana, and R. Handayani, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATERI SISTEM PENCERNAAN MANUSIA,” *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 02, pp. 700–712, 2025.
- [7] M. R. Karentius and O. Hardiyantari, “Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality untuk Materi Sistem Pencernaan Manusia,” *Jambura Journal of Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 36–45, 2025.
- [8] D. Riyanto and D. Jollyta, “Penerapan Augmented Reality Pengenalan Sistem Pencernaan Manusia Dengan Metode Marker Based Tracking Sebagai Media Pembelajaran,” *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, vol. 5, no. 1, pp. 42–47, 2023.
- [9] M. R. Mubaraq, H. Kurniawan, and A. Saleh, “Implementasi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Buah-buahan Berbasis Android,” *It Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 89–98, 2018.
- [10] L. J. HUSADA and S. SUKIRMAN, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK PENGENALAN ANATOMI GINJAL DAN JANTUNG MANUSIA,” *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, vol. 4, no. 4, pp. 670–680, 2024.
- [11] V. R. Wibowo, K. E. Putri, and B. A. Mukmin, “Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada materi penggolongan hewan kelas V sekolah dasar,” *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, vol. 3, no. 1, pp. 58–69, 2022.
- [12] K. Kaharuddin, Y. Pernando, M. Marfuah, and M. KH, “Aplikasi Augmented Reality (AR) sebagai media pembelajaran sistem rangka manusia,” *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 4, pp. 1168–1175, 2023.
- [13] A. Sucipto, Q. J. Adrian, and M. A. Kencono, “Martial art augmented reality book (arbook) sebagai media pembelajaran seni beladiri nusantara pencak silat,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 10, no. 1, pp. 40–45, 2021.
- [14] U. Nafi’ah, A. Sapto, J. Sayono, and A. Herdiani, “Peningkatan kapasitas guru dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk menyelaraskan pembelajaran sejarah dengan kebutuhan masa kini,” *Historia: Jurnal Pendidik dan Peneliti Sejarah*, vol. 5, no. 1, pp. 49–56, 2022.
- [15] P. Ambarwati and P. S. Darmawel, “Implementasi Multimedia Development Life Cycle Pada Aplikasi Media Pembelajaran Untuk Anak Tunagrahita,” *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol. 18, no. 2, pp. 51–58, 2020.
- [16] R. I. Borman and Y. Purwanto, “Implementasi Multimedia Development Life Cycle pada Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Bahaya Sampah pada Anak,” *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 119–124, 2019.
- [17] D. Septian, Y. Fatman, S. Nur, U. Islam, and N. Bandung, “Implementasi Mdlc (Multimedia Development Life Cycle) Dalam Pembuatan Multimedia Pembelajaran Kitab Safinah Sunda,” *Jurnal Computech & Bisnis*, vol. 15, no. 1, pp. 15–23, 2021.
- [18] T. Harmini, F. R. Pradhana, D. N. Suryanita, and K. Warnasih, “Implementasi Game Edukasi 3D Pada Materi Aljabar Melalui Pendekatan Game Development Life Cycle (GdLC),” *Riemann: Research of Mathematics and Mathematics Education*, vol. 6, no. 1, pp. 23–38, 2024.
- [19] Y. Hendra, “Perancangan Augmented Reality Dalam Media Pembelajaran Sistem Anatomi Tumbuhan Sekolah Dasar Berbasis Android,” *Journal of Information System and Technology (JOINT)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–15, 2020.
- [20] S. Utomo, S. Budiarto, I. Iswanto, and I. Ramdhani, “Implementasi Augmented Reality Stunting untuk Kader Aisyiyah Kota Cimahi,” *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 5, no. 4, pp. 255–261, 2024.
- [21] Z. Makhasin and W. S. Utami, “Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Tata Surya Berbasis Android,” *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 301–313, 2023.
- [22] A. Latifah, R. Setiawan, and A. Muharam, “Augmented reality dalam media pembelajaran tata cara berwudhu dan tayamum,” *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, vol. 10, no. 3, pp. 167–176, 2021.