

## Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Pernafasan Hewan Berbasis 3D Augmented Reality

*Fahrul Advis Kafilahudin, Mutaqin Akbar*

*Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Informatika, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia*



### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 22 Februari 2024  
Revisi Akhir: 20 Mei 2024  
Diterbitkan *Online*: 21 Mei 2024

### KATA KUNCI

Augmented Reality; Marker; Vuforia SDK

### KORESPONDENSI

Phone: +62 821-3669-9914  
E-mail: [fahr.adv1606@gmail.com](mailto:fahr.adv1606@gmail.com)

### A B S T R A K

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan dimensi dunia nyata dengan dunia maya secara real-time, menawarkan pengalaman interaktif yang mendalam. Penelitian ini berangkat dari masalah menurunnya minat belajar siswa yang disebabkan oleh visualisasi materi pembelajaran sistem pernafasan hewan yang kurang menarik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mempermudah visualisasi materi tersebut sehingga siswa dapat belajar dengan lebih interaktif dan menyenangkan. Metode penelitian yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC), yang meliputi tahapan perancangan sistem, pembuatan database Vuforia, pengembangan model 3D sistem pernafasan hewan, hingga pembuatan aplikasi media pembelajaran menggunakan Unity. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi Android berbasis AR yang mampu menampilkan model 3D sistem pernafasan hewan melalui penanda kertas, yang kemudian ditampilkan pada layar perangkat Android lengkap dengan penjelasan mengenai organ-organ pernafasan. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran dapat meningkat secara signifikan, menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan mendukung pembelajaran aktif serta menyenangkan.

## PENDAHULUAN

Belajar merupakan proses di mana individu meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotoriknya untuk mencapai tujuan tertentu [1]. Saat ini, sistem pembelajaran cenderung menggunakan metode konvensional yang kurang menarik, seperti buku teks dan media lainnya, untuk mempelajari konsep-konsep kompleks seperti sistem pernafasan hewan. Hal ini dapat mengakibatkan kehilangan minat belajar dan penurunan rasa ingin tahu siswa terhadap materi pembelajaran [2]. Dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan, maka setiap institusi pendidikan [3]. Minat belajar siswa yang menurun karena visualisasi materi pembelajaran yang kurang menarik merupakan masalah yang signifikan. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) telah diusulkan sebagai inovasi dalam pembelajaran. Sehingga tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mempermudah visualisasi materi tersebut sehingga siswa dapat belajar dengan lebih interaktif dan menyenangkan. Pemanfaatan media visual yang menarik pada proses pembelajaran sangat berpengaruh pada tercapainya tujuan pembelajaran demi mengatasi masalah tersebut [4].

Hasil penelitian Ananda [5] juga menambahkan bahwa menggunakan media dalam kegiatan pembelajaran memiliki berbagai macam jenis, misalnya media cetak, media audio, dan media visual. Selain itu, media visual memberikan manfaat salah satunya mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan tempat dengan tetap memberikan gambaran yang konkrit dalam pembelajaran [6]. Berdasarkan Sahuni et al. [7] media visual merupakan suatu media yang dapat dinikmati melalui panca-indera. Sehingga, dengan adanya bantuan dari media visual, tujuan pembelajaran diharapkan oleh guru kepada siswa dapat tercapai secara maksimal.

AR memungkinkan siswa untuk melihat objek maya yang diproyeksikan ke dunia nyata, seperti model 3D sistem pernafasan hewan, yang dapat meningkatkan minat belajar siswa dan mengembangkan keterampilan pembelajaran aktif [1]. Dengan demikian, inovasi media pembelajaran menggunakan teknologi AR diharapkan dapat memperbaiki efektivitas pembelajaran dan meningkatkan minat serta motivasi belajar siswa.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Augmented Reality*

*Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang memadukan objek dan informasi digital ke dalam dunia nyata secara real-time, menciptakan pengalaman interaktif yang memperluas persepsi pengguna dengan menyisipkan elemen-elemen digital ke dalam lingkungan fisik mereka [8]. AR memiliki sejarah panjang, dimulai pada tahun 1960-an dengan konsep pertama kali diperkenalkan oleh Ivan Sutherland melalui perangkat "The Sword of Damocles", yang menggabungkan grafika komputer dengan pandangan dunia nyata pengguna melalui headset dan penunjuk tangan. Sejak itu, AR terus berkembang pesat dengan kemajuan teknologi komputer, grafika, dan sensor. Pada tahun 1990-an, AR mendapatkan perhatian lebih luas dengan pengembangan komputer yang lebih kuat dan peningkatan kemampuan pemrosesan citra, dengan penelitian intensif dalam pengenalan dan pelacakan objek, serta pengembangan aplikasi AR dalam bidang militer, kedokteran, dan industri. Kemudian, dengan perkembangan smartphone dan tablet pada awal tahun 2010-an, AR menjadi lebih terjangkau dan dapat diakses oleh pengguna umum melalui platform seperti iOS dan Android, membuka pintu bagi penggunaan AR dalam berbagai domain, termasuk permainan, e-commerce, dan pendidikan [9].

### *Database Vuforia SDK*

Vuforia SDK adalah platform pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) dan Mixed Reality (MR) lintas platform, dengan pelacakan yang kuat dan kinerja yang optimal pada berbagai perangkat keras (termasuk perangkat mobile dan Head Mounted Displays (HMD) mixed reality seperti Microsoft HoloLens). Integrasi Vuforia dengan Unity memungkinkan Anda membuat aplikasi dan game berbasis penglihatan untuk Android dan iOS menggunakan alur kerja penulisan drag-and-drop. Paket contoh Vuforia AR+VR tersedia di Unity Asset Store, dengan beberapa contoh yang berguna yang menunjukkan fitur-fitur terpenting dari platform ini [10]. Untuk merancang aplikasi *Augmented Reality* (AR) dengan Vuforia SDK dan melakukan setting database di dalam website resmi Vuforia SDK, langkah pertama adalah merancang dan mempersiapkan struktur database yang akan digunakan. Ini melibatkan pembuatan tabel-tabel dan relasi antar tabel yang diperlukan untuk menyimpan informasi yang akan digunakan dalam aplikasi AR, seperti informasi tentang objek yang akan diidentifikasi. Selanjutnya, Anda perlu membuat web service menggunakan bahasa pemrograman seperti PHP, Python, atau Node.js. Web service ini akan digunakan untuk mengakses database dan menyediakan data dalam format yang dapat diakses oleh aplikasi AR. Setelah itu, hubungkan web service dengan Vuforia SDK, yang memungkinkan aplikasi AR untuk mengambil data dari web service yang telah Anda buat. Selama proses pengembangan, penting untuk melakukan uji coba secara berkala untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan dapat mengakses dan menampilkan data dari web service dengan benar. Terakhir, dokumentasikan proses ini dengan baik agar dapat dijadikan referensi di masa depan dan mempermudah dalam memperbaiki masalah yang mungkin timbul.

### *Sistem Pernafasan Hewan*

Mekanisme pernapasan pada hewan bergantung pada sifat lingkungannya, yaitu lingkungan perairan atau daratan. Daratan lebih banyak mengandung oksigen daripada perairan, sehingga sistem pernapasan antara hewan yang hidup di air dengan hewan yang hidup di darat berbeda. Pernapasan pada hewan ada yang melalui difusi langsung melalui sel-sel permukaan tubuh [11].

### *Penelitian Terkait*

Ismi Naili Qurrotul Aini, Agung Triayudi, dan Ira Diana Sholihati (2020), mahasiswa Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, melakukan penelitian berjudul "Aplikasi Pembelajaran Interaktif Augmented Reality Tata Surya Sekolah Dasar Menggunakan Metode Marker Based Tracking". Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi yang memvisualisasikan dan memberikan pengalaman belajar inovatif tentang sistem tata surya. Pengujian dilakukan terhadap gambar, jarak, dan sudut marker, fitur-fitur aplikasi, dan kuisisioner menggunakan metode black box. Hasilnya menunjukkan bahwa marker dapat dibedakan dengan baik, dapat dideteksi pada jarak 30-90 cm dengan sudut 45°-90°. Kuisisioner terhadap 10 siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa 100% dari mereka menyukai aplikasi AR tata surya sebagai media pembelajaran. Penelitian ini menghasilkan aplikasi media pembelajaran berbasis

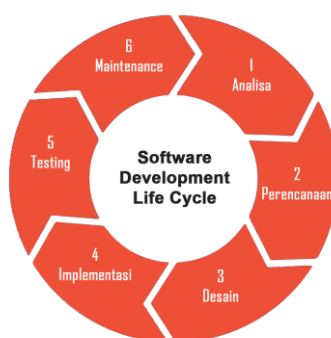
Augmented Reality yang mendukung proses pembelajaran siswa [12].

Bintoro Setyawan, Rofi, dan Ach dalam penelitiannya yang berjudul “*Augmented Reality* Dalam Pembelajaran IPA Bagi Siswa SD” [13], membahas mengenai pemanfaatan teknologi aplikasi pada *smartphone* untuk dikembangkan menjadi media pembelajaran berbasis aplikasi. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* pada aplikasi *android* dengan media pembelajaran IPA bagi siswa sekolah dasar (SD) kelas VI agar siswa termotivasi dalam belajar dan mudah memahami materi yang dipelajari, dengan menggunakan aplikasi *unity* pada pelajaran IPA materi mengenal planet-planet di tata surya.

## METODOLOGI

### *Alur Pembuatan Sistem*

Penelitian Penelitian ini akan membangun sebuah aplikasi Media Pembelajaran Interaktif Sistem Pernafasan Hewan Berbasis 3d *Augmented Reality*. Adapun tahapan yang dilakukan dalam membangun aplikasi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini..



Gambar 1. Metode SDLC

Metode SDLC adalah kerangka kerja atau model manajemen proyek terstruktur yang menguraikan fase-fase yang diperlukan untuk membangun sistem TI, dari awal hingga hasil akhir. Tujuan dari Software Development Life Cycle adalah untuk menciptakan proses produksi yang efektif dan berkualitas tinggi agar dapat memenuhi atau melampaui harapan klien sesuai dengan anggaran dan jadwal yang telah ditentukan [14]. Dalam konteks media pembelajaran sistem pernafasan hewan berbasis 3D *Augmented Reality* (AR), perencanaan melibatkan identifikasi kebutuhan pembelajaran, analisis mencakup pemahaman kurikulum dan kesulitan siswa, desain melibatkan pembuatan model 3D dan animasi, pengembangan mencakup pembuatan kode program, pengujian memastikan fungsionalitas sistem, implementasi melibatkan penyebaran kepada pengguna, dan pemeliharaan memastikan sistem tetap relevan dan bebas dari bug. Dengan mengikuti SDLC, program AR Anda akan dibangun dengan baik dan memenuhi kebutuhan pendidikan secara efisien.

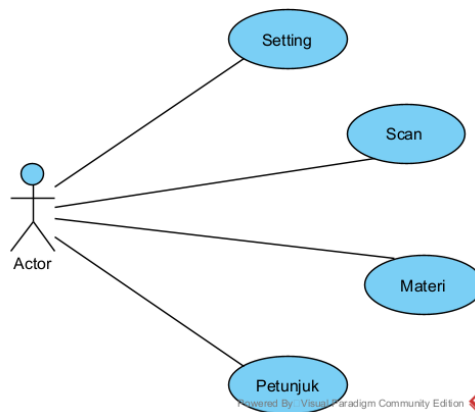
Sistem ini membutuhkan beberapa data dan informasi yang nantinya akan digunakan untuk membantu dalam proses pembangunan sistem. Adapun data-data yang dibutuhkan berupa informasi mengenai sistem pernafasan pada hewan yang terdiri dari beberapa jenis seperti paru-paru, kulit, insang dan trakea. Sistem pada aplikasi *Augmented Reality* (AR) menggunakan Vuforia SDK bekerja dengan mendeteksi dan melacak objek dalam dunia nyata melalui kamera perangkat. Pertama, kamera perangkat diaktifkan untuk mendeteksi lingkungan sekitarnya. Kemudian, Vuforia SDK mengidentifikasi target AR, seperti marker atau objek fisik, dengan membandingkan gambar yang diambil dengan gambar target yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah target teridentifikasi, Vuforia SDK melacak posisi dan orientasi target dalam ruang 3D, memungkinkan objek virtual, seperti model 3D atau animasi, dirender di atas target sesuai dengan informasi posisi dan orientasi yang diberikan. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan, seperti menggerakkan objek atau memicu suatu aksi. Hasil akhirnya adalah pengalaman AR yang menggabungkan dunia nyata dengan objek virtual, menciptakan pengalaman yang imersif dan interaktif bagi pengguna.

## Perancangan Sistem

Perancangan sistem informasi dapat diartikan sebagai perencanaan dari pembuatan suatu sistem yang menyangkut berbagai komponen sehingga akan menghasilkan sistem yang sesuai dengan hasil dari tahap analisis sistem [15]. Dalam pelaksanaan pengembangan, tahap perancangan sistem merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk menghasilkan sebuah sistem yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan yang ada. Pada tahap ini, hasil sistem yang dirancang harus sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan diterapkan pada program yang sedang dibangun. Adapun rancangan sistem ini adalah sebagai berikut

### Use Case Diagram

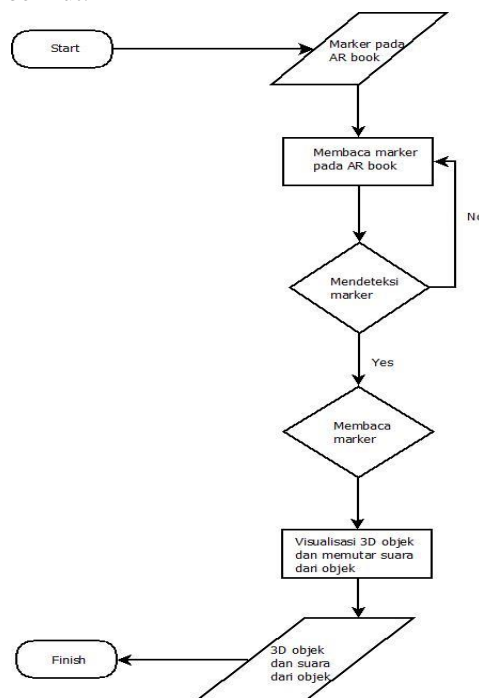
*Use Case Diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem yang akan dikembangkan. Diagram ini memberikan gambaran visual tentang fungsionalitas sistem serta bagaimana aktor-aktor terlibat dalam interaksi dengan sistem [16]. *Use Case Diagram* dapat dilihat pada Gambar



Gambar 1. Use Case Diagram

### Flowchart

Diagram alir yang menggambarkan langkah, urutan, dan keputusan untuk merancang suatu proses secara terperinci. Langkah-langkah ini digambarkan dengan simbol tertentu dan saling dihubungkan dengan garis atau tanda panah [17]. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar berikut:



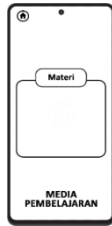




Gambar 3. Flowchart Sistem

## Desain User Interface

Perancangan desain antar muka digunakan untuk menjelaskan tentang tampilan penyajian menu atau fitur yang akan digunakan dalam pengembangan sistem. Desain antar muka dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Desain *User Interface*

No	Nama Fitur	Keterangan	Gambar
1	Menu Utama	Menampilkan halaman utama dari program. Terdiri dari nama program, tombol Mulai, Materi, Petunjuk, <i>Settings</i> dan tombol keluar	
2	Menu <i>Settings</i>	Menampilkan menu <i>Settings</i> menu <i>download</i> untuk mendownload marker yang nantinya akan discan, selain itu terdapat fitur untuk menambah atau mengurangi volume suara dari suara latar belakang.	
3	Menu Materi	Menampilkan daftar materi tentang sistem pernafasan hewan.	
4	Menu Petunjuk	Menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi media pembelajaran.	
5	Menu AR Camera	Menampilkan fitur kamera dan <i>Augmented Reality</i> yang akan memvisualisasikan objek 3d dari sistem pernafasan hewan.	

## HASIL DAN PEMBAHASAN

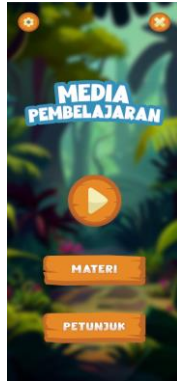
Hasil penelitian yang diperoleh setelah melalui proses tahapan penelitian, didapatkan sebuah rancangan media pembelajaran interaktif mengenai sistem pernafasan hewan berbasis *Augmented Reality*, yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran menggunakan teknologi *Augmented Reality* berupa model 3D atau animasi yang memvisualisasikan sistem pernafasan hewan. Media interaktif ini dapat diakses melalui perangkat yang mendukung AR (*Augmented Reality*) seperti *smartphone*.

### ***Hasil Rancangan Media Pembelajaran***

Proses selanjutnya adalah hasil rancangan media pembelajaran yang terdiri dari penjelasan singkat tiap menu halaman pada aplikasi dan hasil *screenshot* tiap-tiap halaman dan fitur aplikasi. Adapun hasil tersebut antara lain:

#### ***Halaman Menu Utama***

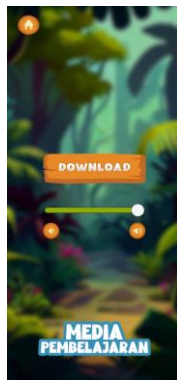
Pada gambar menampilkan halaman dari menu utama yang berisi menu untuk *setting*, menu kembali, menu mulai untuk *scan marker*, lalu ada menu materi yang berisi materi-materi dari hewan dengan jenis sistem pernafasan yang berbeda, dan yang terakhir adalah menu petunjuk penggunaan media pembelajaran.



Gambar 4. Halaman Menu Utama

#### ***Halaman Menu Setting***

Pada gambar terdapat tampilan dari halaman menu *setting* yang berisi menu *download* untuk mendownload *marker* yang nantinya akan *discan*, selain itu terdapat fitur untuk menambah atau mengurangi volume suara dari suara latar belakang.



Gambar 5. Halaman Menu Setting

#### ***Halaman Menu Materi***

Selanjutnya pada gambar merupakan tampilan dari halaman materi, dimana halaman ini berisi mengenai hewan-hewan dengan jenis sistem pernafasan yang berbeda, seperti kuda yang menggunakan sistem pernafasan paru-paru, serangga yang menggunakan sistem pernafasan trakea, ikan yang menggunakan sistem pernafasan insang, katak yang menggunakan sistem pernafasan kulit, dan burung yang menggunakan sistem pernafasan *aves*.



Gambar 6. Halaman Menu Materi

### Halaman Menu Petunjuk

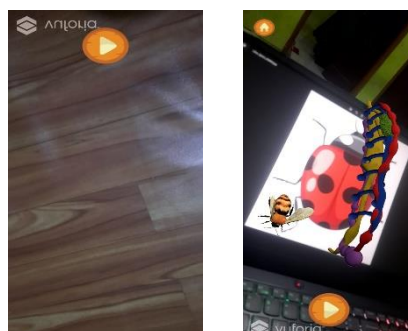
Pada gambar menampilkan halaman dari menu petunjuk yang berisi petunjuk penggunaan media pembelajaran, dengan langkah-langkah agar bisa mendownload gambar marker.



Gambar 7. Halaman Petunjuk

### Halaman Fitur AR Kamera

Pada gambar menampilkan halaman dari fitur AR kamera, dimana kamera akan mendeteksi gambar *marker* yang diarahkan ke kamera, kemudian jika gambar *marker* sudah bisa terdeteksi maka akan menampilkan 3D dari sistem pernafasan hewan dan penjelasannya.

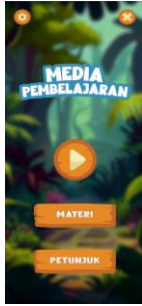
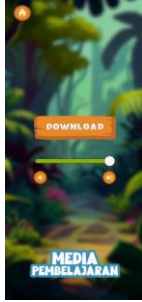


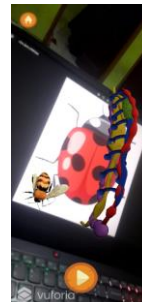


Gambar 8. Halaman AR Kamera

### Hasil Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini peneliti akan melakukan evaluasi hasil analisis kebutuhan sistem yang dilakukan *testing* atau percobaan, yang akan ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Evaluasi Hasil

No	Keterangan	Preview Hasil	Status
1	Berfungsi untuk menampilkan menu apa saja yang ada di dalam halaman utama atau menu utama aplikasi		Terpenuhi
2	Berfungsi untuk untuk menampilkan menu settings yang didalamnya terdapat fitur download marker dan penyesuaian volume backsound aplikasi		Terpenuhi
3	Berfungsi untuk menampilkan materi-materi tentang sistem pernafasan hewan		Terpenuhi
4	Berfungsi untuk menampilkan petunjuk cara penggunaan aplikasi		Terpenuhi
5	Berfungsi untuk menampilkan fitur utama aplikasi yaitu kamera AR		Terpenuhi

### Hasil Pengujian kepada Ahli

Dalam proses pengujian ini, peneliti memiliki tujuan untuk melihat kesesuaian sistem terhadap materi yang biasanya disampaikan kepada siswa oleh para ahli seperti guru Biologi. Oleh karena itu peneliti melakukan pengujian kepada guru Biologi yang ahli dalam penguasaan materi tentang sistem pernafasan pada hewan. Peneliti bekerja sama dengan seorang guru Biologi SMP Negeri 1 Pandanarum, Ibu Asih Diastuti, S.Pd. Beliau merupakan lulusan S1 Universitas PGRI Semarang (UPGRIS) jurusan Pendidikan Biologi. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian

No	Aspek Validasi	Pertanyaan Validasi	Skor 1-5	Keterangan
1	Akurasi Informasi	Sejauh mana sistem memodelkan proses pernapasan hewan?	4	Sistem mampu menggambarkan mekanisme pernapasan yang sesuai dengan materi Ilmu Pengetahuan Alam, dan sesuai dengan pernapasan hewan sesungguhnya.
2	Kedalaman Materi	Apakah sistem memberikan informasi yang cukup mendalam tentang proses pernapasan pada hewan-hewan tersebut?	4	Informasi yang disajikan tentang proses pernapasan pada hewan sudah cukup lengkap, dan penjelasan yang diberikan sudah detail dan sesuai dengan materi Ilmu Pengetahuan Alam jenjang pendidikan SD.
3	Kemudahan sistem	Seberapa mudah sistem digunakan dalam mengajarkan konsep pernapasan hewan?	4	Sistem mudah digunakan untuk mengajarkan konsep sistem pernapasan hewan, dengan hasil yang sesuai dan menarik sesuai dengan materi Ilmu Pengetahuan Alam. Hal ini bisa menjadi inovasi baru dalam media pembelajaran.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian rancangan media pembelajaran interaktif sistem pernafasan hewan berbasis *Augmented Reality* maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Sistem memiliki keakuratan informasi yang baik dalam memodelkan proses pernapasan hewan, dengan skor 4 menunjukkan bahwa sistem mampu menggambarkan mekanisme pernapasan yang sesuai dengan materi Ilmu Pengetahuan Alam dan sesuai dengan materi tentang sistem pernapasan hewan sesungguhnya. Media pembelajaran AR yang memanfaatkan model 3D atau animasi mempermudah visualisasi materi tentang sistem pernapasan hewan. Hal ini dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret dan mengurangi kesulitan dalam memahami materi yang abstrak.

Adapun saran dari penulis yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, sebagai bahan perbaikan dan diharapkan dapat menyempurnakan penelitian ini diantaranya adalah: Dalam penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan bahan materi untuk jenis hewan lainnya sesuai dengan sistem pernafasannya. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya menambahkan jenis-jenis hewan berdasarkan kelasnya, seperti mamalia, amfibi, reptil, aves, dan lain sebagainya sesuai dengan sistem pernafasannya. Saran terakhir adalah diharapkan dalam penelitian selanjutnya dapat membuat rancangan media pembelajaran dengan materi pembelajaran lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] L. Sifah, "Anak Malas Belajar karena Kecanduan Gadget? Ini Solusinya," *Kompasiana*, 2022.
- [2] M. K. Dian, Jarot Susatyono S.Kom., "Apa Itu Augmented Reality dan Contohnya?," *Universitas Stekom*, 2022.
- [3] H. Ardiansyah, I. G. P. Sindu, and I. M. Putrama, "Pengembangan Video Pembelajaran PPKn Untuk Pengenalan Suku Dan Budaya Indonesia (Studi Kasus : Kelas IV Madrasah Ibtidaiyah Negeri Singaraja)," *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 8, no. 2, p. 319, 2019, doi: 10.23887/karmapati.v8i2.18386.
- [4] C. Kustandi, M. Farhan, A. Zianadezdha, A. K. Fitri, and N. A. L., "Pemanfaatan Media Visual Dalam Tercapainya Tujuan Pembelajaran," *Akademika*, vol. 10, no. 02, pp. 291–299, 2021, doi: 10.34005/akademika.v10i02.1402.
- [5] R. Ananda, "Penggunaan Media Audio Visual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pendidikan Kewarganegaraan Siswa Kelas IV SD Negeri 016 Bangkinang Kota," *Jurnal Basicedu*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2017, doi: 10.31004/basicedu.v1i1.149.
- [6] X. S. Raming, V. Tulenan, and X. B.N. Najooan, "Virtual Reality Berbasis Video 360 Derajat pada Tari-Tarian Adat Suku Minahasa," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 1, 2017, doi: 10.35793/jti.11.1.2017.16976.
- [7] S. Sahuni, I. Budiningsih, and L. M. P., "Interaction of Learning Media With Learning Interest in Arabic Learning Outcomes," *Akademika*, vol. 9, no. 02, pp. 43–52, 2020, doi: 10.34005/akademika.v9i02.871.
- [8] Budiartawan, "Apa itu Augmented Reality?," *Undiksha*, 2022.
- [9] Dieter Schmalstieg and T. Hollerer, *Augmented Reality: Principles and Practice*. Addison-Wesley Professional, 2018.
- [10] Unity, "Vuforia SDK overview," 2017.
- [11] P. Siwi Purwanti, M., *Sains Dasar*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan, 2021.
- [12] I. N. Q. Aini, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, "Aplikasi Pembelajaran Interaktif Augmented Reality Tata Surya Sekolah Dasar Menggunakan Metode Marker Based Tracking," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 178, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1875.
- [13] B. Setyawan, "Augmented Reality Dalam," *Kwangsan, Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 07, no. 01, pp. 78–90, 2019.
- [14] F. NKD, "Tahapan SDLC (Software Development Life Cycle): Pengertian & Modelnya," 2021.
- [15] B. C. R. Sigiuro, "Bonifasius Chandra Rotua Sigiuro," *medium*, 2022.
- [16] Dicoding, "Contoh Use Case Diagram Lengkap dengan Penjelasannya," 2021.
- [17] Dewaweb.com, "Flowchart: Pengertian, Fungsi, dan Simbol yang Perlu Diketahui," 2023.