

Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan Algoritma Vuforia SDK pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII di Madrasah Al-Aqsha (MTS)

Putri Gea Aryanti ¹, Rasiban ^{2*}, Frencis Matheos Sarimole ³, Tundo ⁴

^{1,2*,3,4} Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: aryanti@stikomcki.ac.id ¹, rasiban@gmail.com ^{2*}

Histori Artikel:

Dikirim 25 Juli 2024; Diterima dalam bentuk revisi 10 Agustus 2024; Diterima 20 Agustus 2024; Diterbitkan 20 September 2024. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STM IK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa aplikasi *Augmented Reality* berbasis android pada materi sistem pernapasan pada manusia yang dapat memberikan informasi tentang pengenalan organ-organ sistem pernapasan beserta prosesnya, dan gambar bentuk organ-organ sesuai dengan markerless yang telah diinput kedalam library Vuforia SDK. Penelitian ini mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* sebagai pengenalan pengenalan organ sistem pernapasan dengan menggunakan beberapa tools seperti : MDLC, Unity, ARToolkit agar semakin mengenali pelajar tentang Sistem Pernapasan. Penerapan *Augmented Reality* pada penelitian ini menggunakan metode Marker Based. Aplikasi *Augmented Reality* sistem pernapasan pada manusia diuji menggunakan BlackBox dengan hasil lulus uji fungsional sistem 100% dan hasil pengujian usability menggunakan kuesioner Aspek learnability 4,47, efficiency 4,43, memorability 4,2, errors 4,5, dan satisfaction 4,52, aplikasi ini teruji dalam kategori "Baik", Meskipun kendala terdapat pada kualitas kamera dan pencahayaan namun hasil pengujian menunjukan bahwa aplikasi ini menarik, dan layak untuk dikembangkan kembali, sehingga penerapan *Augmented Reality* di MTS Al-Aqsha merupakan langkah tepat guna mendukung konsep metode pembelajaran.

Kata Kunci: Penelitian dan Pengembangan; Media Pembelajaran; *Augmented Reality*; MDLC; Pengujian Usability; IPA; Sistem Pernapasan.

Abstract

This research aims to develop learning media in the form of an Android-based *Augmented Reality* application on human respiratory system material which can provide information about the introduction of respiratory system organs and their processes, and markerless images of the shapes of the organs which have been input into the Vuforia SDK library. This research develops an *Augmented Reality* application as an introduction to the organs of the respiratory system using several tools such as: MDLC, Unity, ARToolkit to better understand students about the respiratory system. The application of *Augmented Reality* in this research uses the Marker Based methods. The *Augmented Reality* application for recognizing the respiratory system in humans was tested using BlackBox with results of passing the system functional test 100% and usability testing results using a questionnaire. The learnability aspect was 4.47, efficiency 4.43, memorability 4.2, errors 4.5, and satisfaction 4.52, this application was tested in the "Good" category. Although there are problems with the quality of the camera and lighting, the test results show that this application is interesting and worthy of being developed again, so the implementation of *Augmented Reality* on MTS Al-Aqsa is the right step to support the method concept learning.

Keyword: Research and Development; Learning Media; *Augmented Reality*; MDLC; Usability Testing; IPA; Respiratory System.

1. Pendahuluan

Dalam dunia pendidikan, metode pembelajaran yang diterapkan oleh guru memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan dan hasil belajar peserta didik. Saat ini, proses belajar mengajar sering kali masih bergantung pada penggunaan buku Lembar Kerja Siswa (LKS), di mana guru menjelaskan materi dan siswa menyimak melalui buku tersebut. Buku merupakan media pembelajaran yang menyajikan pengetahuan dalam bentuk tulisan berdasarkan analisis kurikulum. Buku disusun dengan bahasa yang sederhana, menarik, serta dilengkapi dengan gambar dan referensi untuk mempermudah pemahaman siswa (Desriani & Franzia, 2019). Namun, efektivitas metode pembelajaran tradisional ini masih perlu ditingkatkan, khususnya dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang membahas sistem anatomi tubuh manusia. Berdasarkan wawancara dengan guru IPA di MTS Al-Aqsha, Kecamatan Kelapa Gading, Kota Jakarta Utara, ditemukan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami materi sistem anatomi tubuh manusia hanya melalui media buku dan alat peraga. Buku hanya menyediakan gambar statis yang tidak mampu menjelaskan secara rinci bagaimana organ bekerja dalam tubuh manusia. Meskipun alat peraga dapat menunjukkan bagian-bagian organ secara nyata, penggunaan alat ini kurang efisien karena memerlukan waktu untuk merakit bagian-bagian tersebut, dan tetap tidak mampu menggambarkan proses yang terjadi di dalam tubuh manusia secara dinamis. Kondisi ini berpengaruh pada pemahaman siswa, yang tercermin dari hasil belajar mereka. Pada tahun 2023, hanya 43% siswa kelas 8 berhasil mencapai nilai di atas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), sedangkan 40% siswa berada di bawah KKM dan 17% sisanya memperoleh nilai rata-rata. Hal ini menunjukkan kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih interaktif dan mendukung pemahaman yang lebih baik.

Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sistem pernapasan. Media pembelajaran AR dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan model tiga dimensi organ tubuh manusia secara lebih realistis. Penelitian oleh Zulham Adami dan Budihartanti (2019) menunjukkan bahwa penggunaan animasi tiga dimensi dapat memfasilitasi pemahaman siswa terhadap bagian-bagian organ pada sistem pernapasan. Selain itu, media pembelajaran AR memungkinkan integrasi materi tambahan, seperti sistem pencernaan, yang sesuai dengan kurikulum IPA kelas 8 di MTS Al-Aqsha. Namun, pengembangan media pembelajaran AR masih menghadapi tantangan, terutama terkait kurangnya penguasaan teknologi animasi tiga dimensi di kalangan pendidik di Indonesia. Media animasi tiga dimensi memungkinkan visualisasi objek dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi yang dapat diamati dari berbagai sudut pandang (Zulham Adami & Budihartanti, 2019). Dengan sifat simulasi yang dimiliki, media ini mampu menggambarkan informasi yang dilihat dan didengar oleh siswa, meningkatkan keterlibatan dan antusiasme mereka dalam proses belajar. Menurut penelitian *Computer Technology Research* (CTR), siswa hanya mampu mengingat 20% dari informasi yang dilihat, 30% dari yang didengar, dan hingga 80% dari informasi yang dilihat, didengar, dan dilakukan secara bersamaan (Vokasional, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis simulasi tiga dimensi dapat meningkatkan retensi dan pemahaman siswa.

Penerapan teknologi *smartphone* juga berpotensi besar dalam pengembangan media pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebiasaan siswa saat ini. Media pembelajaran berbasis *Android* telah terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar dan membuat proses pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan (Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan *et al.*, 2019). Studi sebelumnya tentang media pembelajaran berbasis *Android* dalam mata pelajaran matematika menunjukkan bahwa media tersebut dinilai layak oleh para ahli dengan skor rata-rata 3,67 untuk ahli materi dan 3,59 untuk ahli media. Aplikasi serupa dalam mata pelajaran sejarah membantu siswa mempelajari candi-candi di Malang Raya dengan tingkat keberhasilan 85,85% (Agustina, 2019). Berdasarkan permasalahan dan potensi yang telah diuraikan, penulis mengembangkan aplikasi dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Teknologi *Augmented Reality* (AR) Berbasis *Android* Dengan Algoritma *Vuforia SDK* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII Di Sekolah Madrasah Al-Aqsha (MTS)." Aplikasi ini

diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi kesulitan pembelajaran pada materi sistem pernapasan manusia, meningkatkan pemahaman siswa, dan mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik.

2. Metode Penelitian

Dalam pengembangan *Augmented Reality* (AR) ini, proses dilakukan melalui pendekatan metode pengembangan multimedia yang diusulkan oleh Luther-Sutopo, yang terdiri dari enam tahap: *Concept* (Pengonsepan), *Design* (Perancangan), *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan), *Assembly* (Pembuatan), *Testing* (Pengujian), dan *Distribution* (Penyebaran).

1) *Concept* (Pengonsepan)

Tahap awal ini bertujuan untuk mengembangkan konsep dasar aplikasi AR yang difokuskan pada pengenalan organ-organ sistem pernapasan pada manusia. Aplikasi ini dirancang untuk platform *Android* dengan tampilan tiga dimensi (3D) yang ditujukan kepada siswa, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih visual dan interaktif mengenai sistem pernapasan.

2) *Design* (Perancangan)

Pada tahap perancangan, setiap *scene* dalam aplikasi dirancang secara detail, mencakup elemen visual, audio, durasi, serta narasi yang diperlukan untuk setiap suara. Proses perancangan ini dilakukan melalui beberapa langkah yang memastikan bahwa setiap elemen desain mendukung tujuan pendidikan aplikasi dan memfasilitasi pengalaman belajar yang optimal bagi pengguna.

3) *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)

Tahap ini mencakup pengumpulan semua bahan yang diperlukan sesuai dengan desain yang telah disusun. Pengumpulan bahan meliputi akuisisi materi dari sumber eksternal atau pembuatan bahan secara mandiri sesuai kebutuhan. Materi yang dikumpulkan termasuk audio, gambar organ-organ sistem pernapasan, latar belakang, dan elemen pendukung lainnya yang relevan dengan materi pembelajaran di MTS Al-Aqsha.

4) *Assembly* (Pembuatan)

Pada tahap ini, seluruh objek dan elemen aplikasi dibuat berdasarkan konsep yang telah dikembangkan. Proses pembuatan melibatkan implementasi semua komponen visual dan interaktif sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya. Tahapan ini merupakan bagian integral dari penelitian multimedia yang mengarah pada penyelesaian produk aplikasi AR.

5) *Testing* (Pengujian)

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, menggunakan kerangka kerja standar kualitas ISO 9126 dan ISO 9241:11. Pengujian berfokus pada lima aspek utama yaitu kemudahan penggunaan (*learnability*), efisiensi (*efficiency*), kemampuan diingat (*memorability*), kesalahan dan keamanan (*errors*), serta kepuasan pengguna (*satisfaction*). Sesuai dengan metode yang diuraikan oleh Rahardi D.R. (2014), pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi sebagai alat pembelajaran yang fungsional dan user-friendly.

6) *Distribution* (Penyebaran)

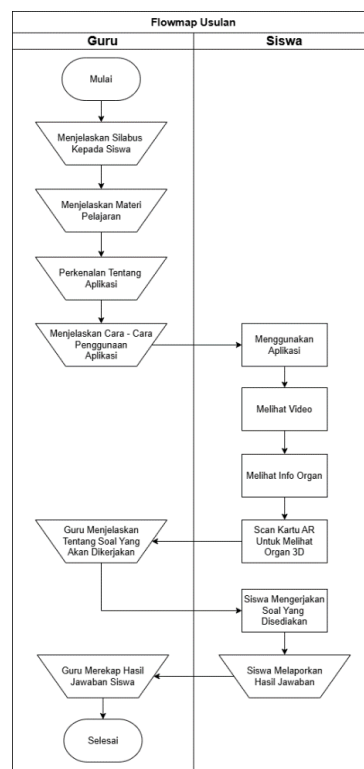
Tahap akhir dalam metode ini adalah pendistribusian aplikasi. Aplikasi disimpan dalam media penyimpanan yang memadai; jika kapasitas media penyimpanan terbatas, dilakukan kompresi terhadap aplikasi untuk memastikan efisiensi penyimpanan. Tahap ini juga berfungsi sebagai evaluasi terhadap produk yang telah selesai, dengan hasil evaluasi yang dapat digunakan sebagai umpan balik untuk pengembangan lebih lanjut di tahap *concept* pada produk berikutnya.

2.2 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi, studi literatur, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengunjungi MTS Al-Aqsha untuk mengamati secara langsung metode penyampaian pembelajaran yang diterapkan di sekolah tersebut. Melalui observasi ini, penulis dapat memahami konteks dan dinamika proses pembelajaran yang ada. Selain itu, studi literatur juga menjadi bagian penting dalam pengumpulan data. Penulis memanfaatkan berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan publikasi nasional maupun internasional yang relevan dengan penelitian mengenai *Augmented Reality*. Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan teori-teori yang dapat mendukung dan memperkuat kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini. Metode dokumentasi juga digunakan untuk mengumpulkan data berupa gambar dan deskripsi dari buku yang ada, yang nantinya akan dijadikan referensi dalam tahap perancangan dan implementasi aplikasi. Dengan kombinasi metode ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan data yang valid dan mendukung pengembangan aplikasi yang lebih tepat sasaran.

2.3 Perancangan Sistem Usulan *Flowmap*

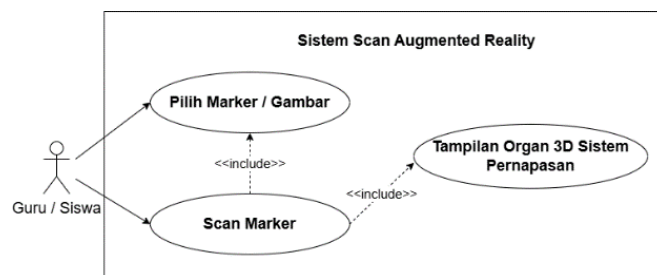
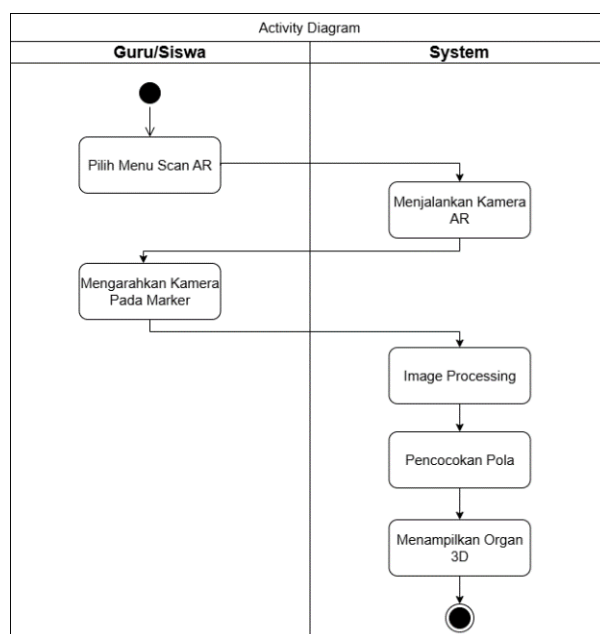
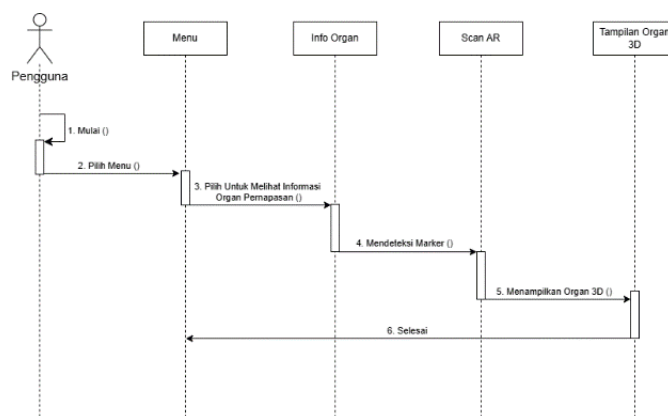
Pada diagram ini, peneliti menggambarkan bagaimana proses pembelajaran pengenalan hewan dengan menggunakan simbol-simbol *flowmap* gambar menunjukkan flowmap:

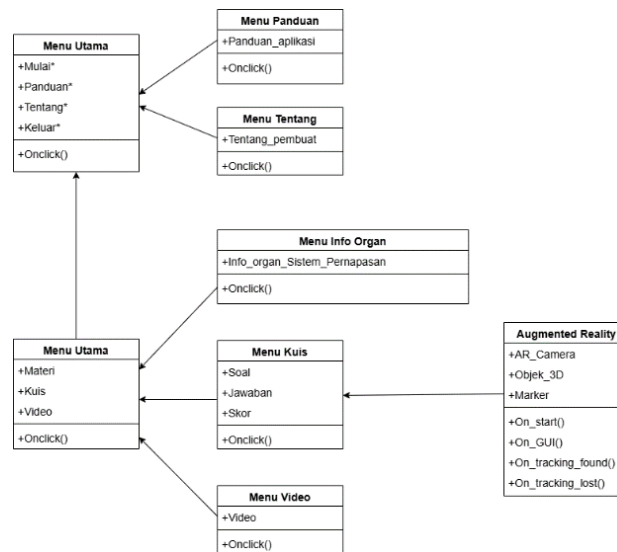


Gambar 1. *Flowmap*

2.4 UML (*Unified Modelling Language*)

Pada tahap desain ini, perancangan sistem menggunakan alat bantu berupa *Unified Modelling Language* (UML) untuk mempermudah menerapkan konsep sistem yang dirancang ke dalam bentuk aplikasi peneliti akan membuat spesifikasi kebutuhan sistem untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun dapat efektif memenuhi kebutuhan pengguna (Yasin Verdi, 2012). Berikut pemodelan dilakukan dengan menggunakan 4 jenis diagram yaitu use case diagram, activity diagram, sequence diagram, class diagram sebagai berikut:

Gambar 2. *Usecase Diagram*Gambar 3. *Activity Diagram*Gambar 4. *Sequence Diagram*

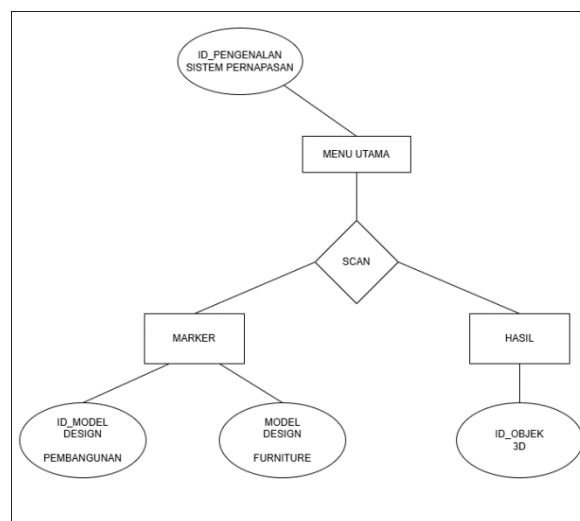


Gambar 5. Class Diagram

2.5 Perancangan Basis Data

1) ERD (*Entity Relationship Diagram*)

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan flat database. Flat database yang dimaksud adalah sebagai image target pada website Vuforia SDK



Gambar 6. Entity Relationship Diagram

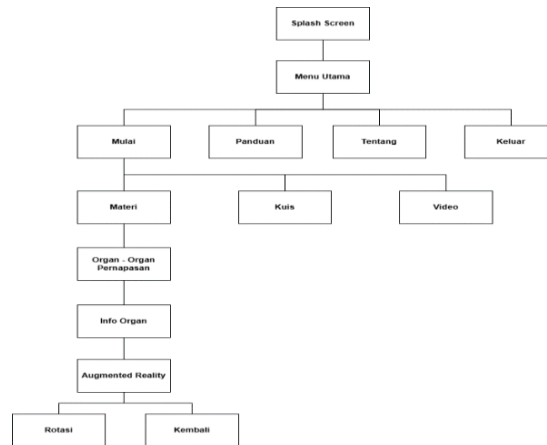
2) Spesifikasi File (Struktur Database)

Dalam pembuatan sistem aplikasi pengenalan sistem pernapasan pada manusia dengan Augmented Reality, penulis tidak menggunakan database seperti halnya database yang terdapat pada field-field yang terstruktur. Tetapi database yang dibuat hanya terdapat pada image target (marker) yang dibuat secara langsung melalui situs Vuforia (vuforia.com).

Adapun yang dimaksud database image target adalah sebuah marker yang dibuat atau dirancang untuk kesesuaian tracking image, lalu di upload ke target manager yang sebelumnya telah dibuat nama dari database untuk image target tersebut.

2.6 Bagan Struktur Aplikasi

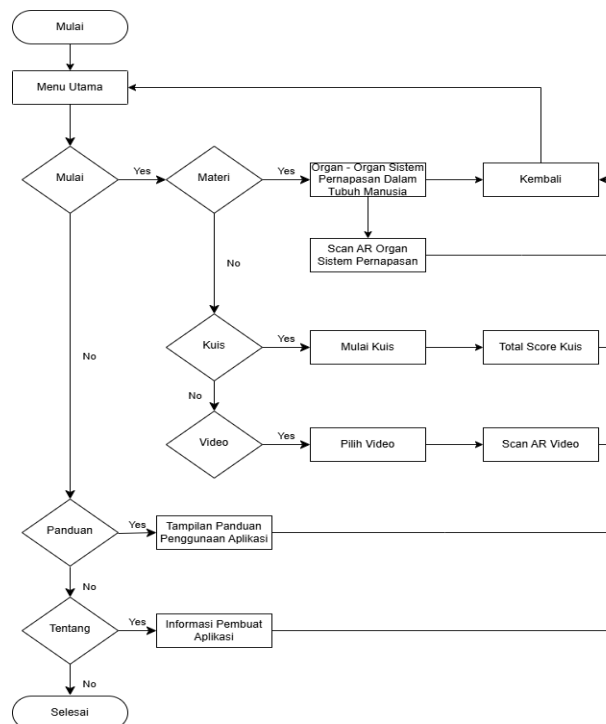
Rancang bagan struktur program aplikasi menjelaskan apa saja struktur input, proses, dan output yang ada pada program aplikasi, seperti yang di jelaskan berikut ini:



Gambar 7. Bagan Struktur Aplikasi

2.7 Flowchart Aplikasi

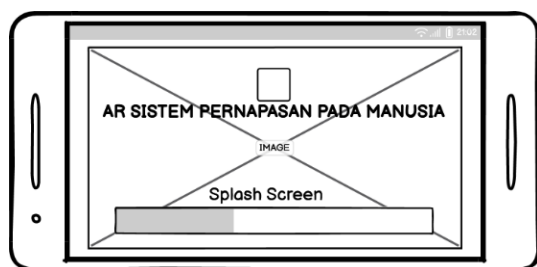
Untuk memudahkan dalam pembuatan aplikasi, penulis memberikan gambaran aplikasi berupa diagram alur yang diuraikan secara umum. Tampilan diagram alur dapat dilihat pada gambar 8.



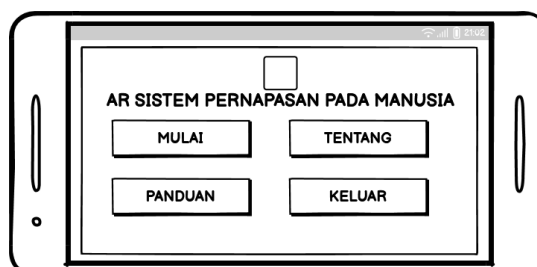
Gambar 8. Flowchart Aplikasi

2.8 Rancangan Tampilan Aplikasi

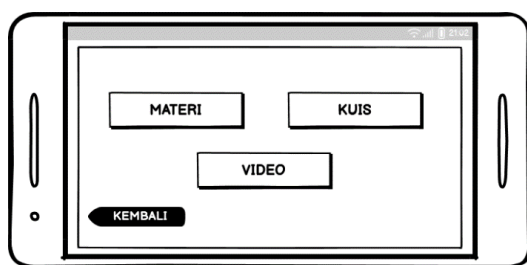
Tahap berikutnya adalah tahap perancangan aplikasi. Pada tahap ini akan dibuat tampilan interface yang dapat membantu dalam mendesain aplikasi yang akan dibuat. Dalam tahap ini akan dijelaskan perancangan semua tampilan yang akan digunakan.



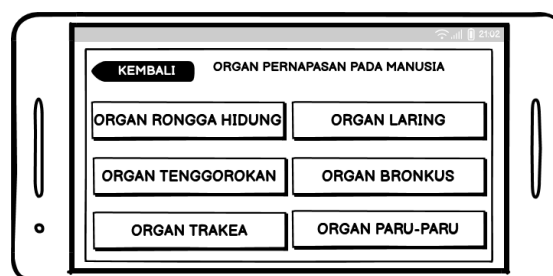
Gambar 9. Tampilan Splash Screen



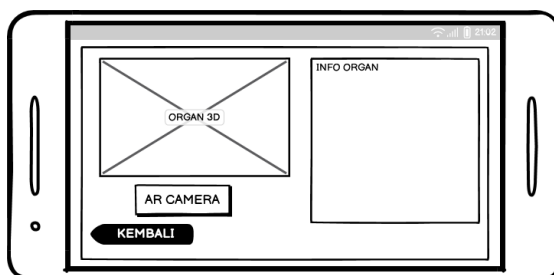
Gambar 10. Tampilan Menu Utama



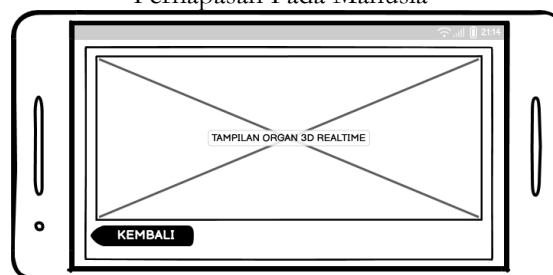
Gambar 11. Tampilan Menu Kedua



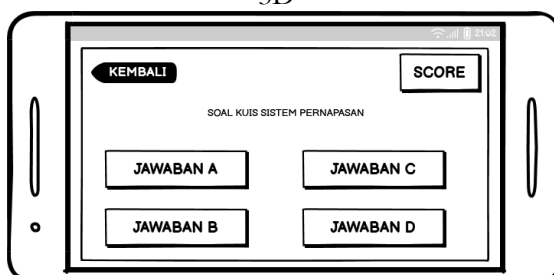
Gambar 12. Tampilan Menu Organ Pernapasan Pada Manusia



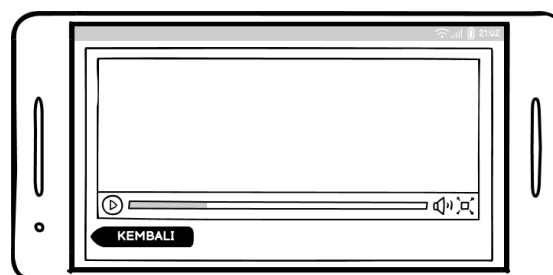
Gambar 13. Tampilan Menu Pilih Info Organ 3D



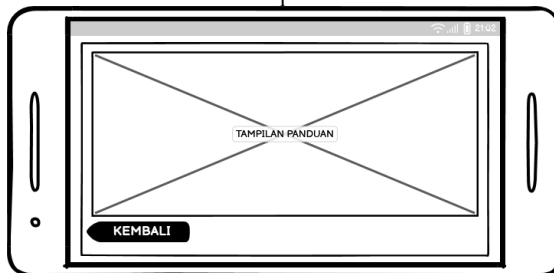
Gambar 14. Tampilan Scan AR



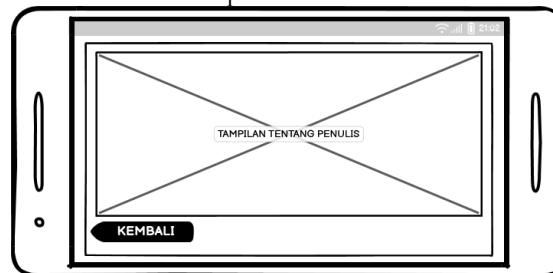
Gambar 15. Tampilan Menu Kuis



Gambar 16. Tampilan Menu Video Edukasi



Gambar 17. Tampilan Menu Panduan



Gambar 18. Tampilan Menu Tentang



Gambar 19. Tampilan Menu Keluar

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Alat Penelitian

Dalam penelitian, membutuhkan alat untuk mendukung berjalannya penelitian. Alat penelitian yang digunakan yaitu berupa perangkat lunak (*Software*) dan perangkat keras (*Hardware*).

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*)

No.	Spesifikasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>)
1	Unity 3D
2	Microsoft Visual Studio Code
3	Vuforia SDK
4	Sketchfab
5	Canva

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*)

No.	Spesifikasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)
1	CPU Intel(R) Core(TM) i7-11800H @ 2.30GHz 2.30 GHz
2	RAM 8 Gigabyte DDR4
3	SSD / Penyimpanan 512 Gigabyte NVMe Pcle Gen3X4
4	Motherboard MSI GF63 Thin 11SC
5	Monitor MSI GF63 Thin 11SC
6	Mouse dan Keyboard MSI GF63 Thin 11SC
7	Smartphone

3.1.2 Implementasi Aplikasi



Gambar 20. Tampilan Splash Screen



Gambar 21. Tampilan Menu Utama



Gambar 22. Tampilan Menu Kedua



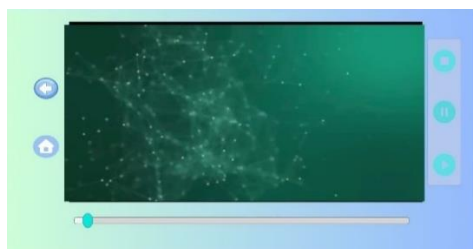
Gambar 23. Tampilan Menu Info Organ



Gambar 24. Tampilan Scan AR



Gambar 25. Tampilan Menu Kuis



Gambar 26. Tampilan Menu Video



Gambar 27. Tampilan Menu Panduan



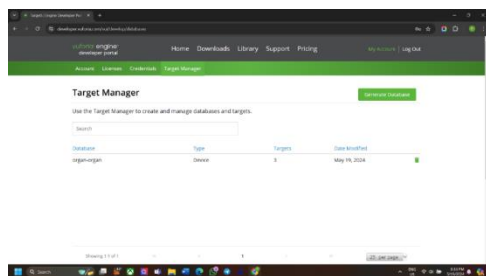
Gambar 28. Tampilan Menu Tentang



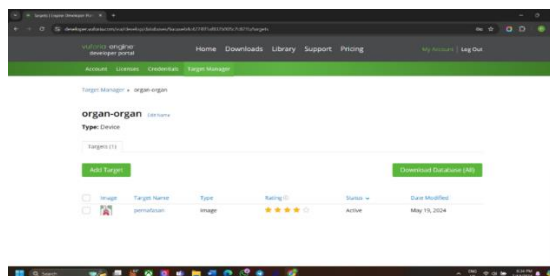
Gambar 29. Tampilan Menu Keluar

3.1.3 Implementasi Basis Data

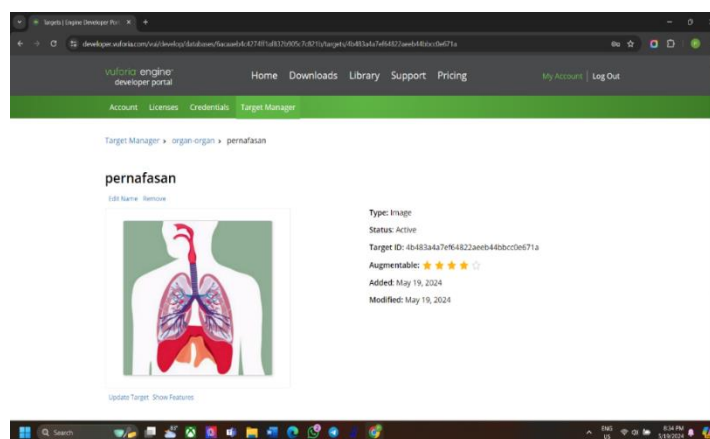
Dalam pembuatan sistem aplikasi pengenalan sistem pernapasan dengan *Augmented Reality*, penulis tidak menggunakan database seperti halnya database yang terdapat pada *field-field* yang terstruktur. Tetapi database yang dibuat hanya terdapat pada image target sebagai marker yang dibuat secara langsung melalui situs Vuforia (vuforia.com). Adapun yang dimaksud database image target adalah sebuah marker yang dibuat atau dirancang untuk kesesuaian tracking image, lalu di upload ke target manager yang sebelumnya telah dibuat nama dari database untuk image target tersebut.



Gambar 30. Tampilan Add Database



Gambar 31. Tampilan Add Target



Gambar 32. Tampilan AR Target

3.1.4 Pengujian Sistem Aplikasi

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan *user accept test* kepada *end user* untuk mengecek fungsi yang akan di gunakan, apakah sudah berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 3. Uji Coba Sistem

No.	Menu/Fungsi	Hasil (sesuai/bugs)
1	Tampilan Splash Screen	Sesuai
2	Menu Mulai	Sesuai
3	Menu Materi	Sesuai
4	Menu Kuis	Sesuai
5	Menu Video	Sesuai
6	Menu Panduan	Sesuai
7	Menu Tentang	Sesuai
8	Menu Keluar	Sesuai
9	Scan AR	Sesuai
10	Desain/Tampilan	Sesuai

3.1.5 Hasil Pengujian Sistem Aplikasi

Dalam hasil berdasarkan tes pengujian yang dilakukan, berikut adalah simpulan dari pengujian hasil analisis *blackbox*:

- 1) Dari hasil pengujian *blackbox testing* menunjukkan bahwa system beserta fungsi-fungsi yang ada pada setiap menu yang diuji sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan.
- 2) Untuk semua modul menunjukkan bahwa modul-modul beserta fungsi-fungsinya yang ada pada menu yang diuji sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 4. Uji Coba Pada Smartphone

Merk dan Type Smartphone Android	Spesifikasi Smartphone Android	Hasil Uji Coba
Samsung A22 5G	Layar Super AMOLED Plus 6,4 inci dengan resolusi HD+ (720 x 1600 piksel) dan refresh rate 90Hz, Prosesor Chipset MediaTek Helio G80, RAM 4/6 GB, Baterai 5.000 mAh dengan dukungan fast charging 15W.	Semua tampilan pada smartphone ini berjalan dengan baik, tidak ada kendala pada saat menjalankan aplikasi ini, Button pada tiap tampilan tidak mengalami masalah.
Redmi Note 5A	Layar 5,5 inchi IPS LCD, Chipset Snapdragon 425 (28 nm), RAM 2 GB, Memori Internal 16 GB, Baterai Li-Ion 3080 mAh.	Tampilan menu dan button pada setiap tampilan tidak mengalami masalah.

3.1.6 Pengujian Usability

Untuk melakukan pengujian tingkat kemudahan penggunaan yang dilakukan pada aplikasi augmented reality media pembelajaran pengenalan sistem pernapasan ini, aspek yang ukur menggunakan usability. (Rianto Rahadi, 2019), (Nafi'an *et al.*, 2019). Kuesioner menggunakan skala likert, terdiri dari 20 soal dan 25 responden yang diambil secara acak dari pengguna aplikasi. Pertanyaan kuesioner berisi lima aspek usability. Masing-masing aspek terdiri dari empat pertanyaan. Responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah guru dan murid. Tabel 5 adalah total bobot nilai skala likert yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5. Penilaian Bobot Menggunakan Skala Likert

No.	Variabel	Keterangan	Nilai Bobot
1	SS	Sangat Setuju	5
2	S	Setuju	4
3	KS	Kurang Setuju	3
4	TS	Tidak Setuju	2
5	STS	Sangat Tidak Setuju	1

Dari hasil penyebaran kuesioner ke responden, kemudian dilakukan penilaian terhadap masing-masing komponen yang meliputi Learnability (kemudahan untuk dipelajari), *Efficiency*, *Memorability* (kemudahan untuk diingat), *Errors* (bebas dari kesalahan), dan *Satisfaction* (terpenuhinya aspek kepuasan) dengan cara menjumlahkan jumlah per aspek *usability* berdasarkan tabel bobot nilai, kemudian dikalikan dengan bobot nilai skala likert. Hasil bobot nilai yang diperoleh disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Total Nilai Bobot Usability

No.	Aspek	Total Bobot
1	Learnability	485
2	Efficiency	477
3	Memorability	475
4	Errors	468
5	Satisfaction	466

Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan dengan membagi hasil bobot nilai per aspek *usability* dibagi dengan jumlah responden, dan kemudian dibagi lagi dengan jumlah pertanyaan masing-masing aspek dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Nilai Komponen} = \frac{\text{Total Bobot:Jumlah Responden}}{\text{Jumlah Pertanyaan Per Aspek}} \quad (1)$$

Berikut adalah proses perhitungannya:

$$\text{Learnability} = \frac{485}{25} = \frac{19.4}{4} = 4.85$$

$$\text{Efficiency} = \frac{477}{25} = \frac{19.08}{4} = 4.77$$

$$\text{Memorability} = \frac{475}{25} = \frac{19}{4} = 4.75$$

$$\text{Errors} = \frac{468}{25} = \frac{18.72}{4} = 4.68$$

$$\text{Satisfaction} = \frac{466}{25} = \frac{18.64}{4} = 4.66$$

Dari perhitungan data kuesioner tersebut, diperoleh nilai akhir masing – masing aspek/komponen. Aspek Learnability 4.85, Efficiency 4.77, Memorability 4.75, Errors 4.68, dan Satisfaction 4.66.

3.1.7 Hasil Pengujian Usability

Hasil perhitungan bobot menunjukkan setiap aspek *usability* memperoleh nilai diatas 4,0. (*Learnability* atau Kemudahan sebesar 20,46%, *Efficiency* atau Efisiensi sebesar 20,12%, *Memorability* atau Mudah diingat sebesar 20,03%, *Errors* atau Kesalahan sebesar 19,74%, dan Satisfaction atau Kepuasan sebesar 19,65%). Presentase menunjukan aspek *Learnability* memperoleh nilai terbesar (19,4%), lebih unggul dari presentase aspek lainnya. Sehingga menunjukkan aplikasi mudah digunakan oleh pengguna dan dinyatakan layak uji *usability*. Pada tabel 7 memperlihatkan nilai dari Interval aspek *usability*.

Tabel 7. Interval Aspek Usability

No.	Rentang Skor	Keterangan
1	1 < skor <= 1,8	Sangat Tidak Baik
2	1,8 < skor <= 2,6	Tidak Baik
3	2,6 < skor <= 3,4	Biasa
4	3,4 < skor <= 4,2	Baik
5	4,2 < skor <= 5	Sangat Baik

Berdasarkan interval nilai aspek usability diatas maka nilai diatas 4,0 termasuk kedalam variabel “Baik”.

3.2 Pembahasan

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) dengan Algoritma *Vuforia SDK* untuk mata pelajaran IPA kelas VIII di MTS Al-Aqsha bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sistem pernapasan manusia melalui pendekatan yang lebih interaktif dan visual. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya mengandalkan buku teks dan alat peraga. Dwi Putra *et al.* (2023) menyatakan bahwa penggunaan metode pengembangan multimedia seperti *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dapat memfasilitasi pembuatan aplikasi AR dengan langkah-langkah yang terstruktur, mulai dari perencanaan hingga distribusi, memastikan aplikasi yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pengguna.

Hasil pengujian aplikasi ini menunjukkan bahwa penerapan AR dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Penelitian ini sejalan dengan temuan Amin dan Govilkar (2019) yang menunjukkan bahwa teknologi AR, terutama yang menggunakan SDK seperti *Vuforia*, memiliki kemampuan visualisasi yang unggul dalam aplikasi pendidikan. Selain itu, penelitian Rianto Rahadi (2019) mengenai pengukuran *usability* pada aplikasi *Android* menyoroti pentingnya lima aspek utama yang diukur: kemudahan penggunaan (*learnability*), efisiensi (*efficiency*), kemampuan diingat (*memorability*),

tingkat kesalahan (*errors*), dan kepuasan pengguna (*satisfaction*). Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dengan standar kualitas ISO 9126 dan ISO 9241:11 menunjukkan bahwa aplikasi AR yang dikembangkan berada dalam kategori "Baik" pada semua aspek tersebut, yang menandakan aplikasi ini tidak hanya fungsional, tetapi juga mudah digunakan dan disukai oleh siswa dan guru.

Beberapa kendala teknis seperti kualitas kamera dan pencahayaan yang mempengaruhi akurasi deteksi *markerless* dan kualitas visualisasi organ pernapasan perlu diperhatikan untuk pengembangan lebih lanjut. Hal ini didukung oleh temuan Agustina *et al.* (2019), yang menunjukkan bahwa penerapan AR berbasis *Android* dapat meningkatkan hasil belajar siswa melalui visualisasi yang lebih nyata. Optimalisasi aspek teknis seperti peningkatan resolusi gambar dan adaptasi terhadap berbagai kondisi pencahayaan akan menjadi langkah penting dalam pengembangan lanjutan. Penelitian oleh Kartini dan Lukman (2024) juga menunjukkan bahwa penerapan AR pada mata pelajaran kimia di tingkat SMA dapat memberikan pemahaman yang lebih baik melalui visualisasi molekul yang sulit dijelaskan secara verbal, memperkuat argumen bahwa teknologi AR dapat diterapkan dengan efektif pada berbagai materi pembelajaran.

Selain itu, penggunaan AR dalam pembelajaran telah terbukti meningkatkan motivasi siswa. Sebagai contoh, Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan *et al.* (2019) menemukan bahwa media pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan motivasi belajar dengan menghadirkan simulasi yang lebih menarik dan interaktif dibandingkan dengan metode tradisional. Kevin *et al.* (2021) juga mengungkapkan bahwa penerapan AR dalam pembelajaran di PAUD meningkatkan keterlibatan siswa dengan konten pembelajaran, yang mendukung penerapan teknologi ini di berbagai jenjang pendidikan. Penerapan teknologi AR di MTS Al-Aqsha menunjukkan kesesuaian dengan kebutuhan inovasi dalam metode pembelajaran di era digital. Riskiono *et al.* (2020) mencatat bahwa AR dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dengan menghadirkan objek-objek dalam bentuk tiga dimensi, memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi materi secara lebih praktis. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi AR ini diharapkan menjadi model pembelajaran yang inovatif, mendukung pembelajaran IPA yang lebih efektif, serta memfasilitasi pemahaman konsep ilmiah yang kompleks melalui pendekatan yang lebih visual dan interaktif.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar implementasi AR dalam pembelajaran dapat diperluas ke berbagai materi dan tingkatan pendidikan lainnya, dengan tetap memperhatikan kesiapan teknis dan ketersediaan sumber daya yang memadai. Seperti yang diungkapkan oleh Muh Akbar Saputra *et al.* (2023), penggunaan AR dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga merangsang minat mereka terhadap materi pelajaran yang diajarkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian *BlackBox*, aplikasi ini terbukti bebas dari kesalahan fungsional dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Pengujian *usability* menggunakan kuesioner menunjukkan bahwa aplikasi memperoleh skor pada aspek kemudahan penggunaan (*learnability*) sebesar 4,47, efisiensi (*efficiency*) sebesar 4,43, kemampuan diingat (*memorability*) sebesar 4,2, tingkat kesalahan (*errors*) sebesar 4,5, dan kepuasan pengguna (*satisfaction*) sebesar 4,52. Seluruh aspek tersebut masuk dalam kategori "Baik," yang menunjukkan bahwa aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk materi pengenalan sistem pernapasan pada manusia.

5. Ucapan Terima Kasih

Terim kasih kepada Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika serta semua pihak yang berjasa pada penelitian yang telah dilaksanakan sehingga bisa diselesaikan dengan baik dari awal persiapan hingga pelaksanaan penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Adami, F. Z., & Budihartanti, C. (2016). Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 2(1), 122-131.
- Amin, D., & Govilkar, S. (2015). Comparative study of augmented reality SDKs. *International Journal on Computational Science & Applications*, 5(1), 11-26.
- Arifudin, A., Kuswandi, D., & Soepriyanto, Y. (2019). Pengembangan Media Obyek 3 Dimensi Digital Sel Hewan Dan Tumbuhan Memanfaatkan Piramida Hologram Untuk Mts. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(1), 9-15.
- Desriani, Z., & Franzia, E. (2017, October). Peranan Desain Komunikasi Visual dalam Perancangan Buku Motivasi "DIBESARKAN OLEH SATU". In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKLAWAN* (pp. 285-290). DOI: <https://doi.org/10.25105/semnas.v0i0.2222>.
- Kartini, K. S., & Lukman, N. H. (2024). IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY MATA PELAJARAN MOLEKUL KIMIA TINGKAT SMA. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 33-37. DOI: <https://doi.org/10.59458/jwl.v4i1.70>.
- Mahendra, M. K. I., Sindu, I. G. P., & Divayana, D. G. H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Book 2 Dimensi Sub Tema Lingkungan Alam di PAUD Telkom Singaraja. *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, 10(1), 1-12.
- Nafi'an, M. I., Chrisnanto, Y. H., & Uriawan, W. (2016). Penerapan Augmented reality Untuk Eksplorasi Fasilitas Di Unjani Berbasis Human Computer Interaction (HCI). *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun*, 2016, 18-19.
- Putra, A. D., Susanto, M. R. D., & Fernando, Y. (2023). Penerapan MDLC Pada Pembelajaran Aksara Lampung Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics*, 1(2), 32-34. DOI: <https://doi.org/10.58602/chain.v1i2.29>.
- Rahadi, D. R. (2014). Pengukuran usability sistem menggunakan use questionnaire pada aplikasi android. *JSI: Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, 6(1). DOI: <https://doi.org/10.18495/jsi.v6i1.772>.
- Riskiono, S. D., Susanto, T., & Kristianto, K. (2020). Augmented reality sebagai Media Pembelajaran Hewan Purbakala. *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, 8(1), 8-18. DOI: <https://doi.org/10.32832/kreatif.v8i1.3369>.
- Saputra, A. M. A., Ramadhani, K., & Ramadhani, S. (2023). Penggunaan Media Augmented Reality Pada Pembelajaran Pengantar Teknologi Informasi Di Universitas Islam Makassar. *Teknos: Jurnal Pendidikan Dan Teknologi*, 1(1), 40-52. DOI: <https://doi.org/10.59638/tekno.v1i1.45>.
- Tresnawati, D., Rahayu, S., & Yusuf, K. (2021). Pengenalan Sistem Tata Surya Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Algoritma*, 18(1), 182-191. DOI: <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-1.954>.

- Yasin, V. (2012). Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Pemodelan. *Arsitektur, dan Perancangan (Modeling, Architecture and Design)*, Mitra Wacana Media.
- Yuningsih, F., Hadi, A., & Huda, A. (2018). Rancang bangun animasi 3 Dimensi sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Menginstalasi PC. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 2(2). DOI: <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v2i2.4069>.