

Implementasi Sistem Augmented Reality untuk Organ Dalam dengan Integrasi Berbasis Suara

Geby Laurent Br Ginting¹, Rangga Aprilla Lubis², Yehezkiel Fernandes Parapat³, Syanti Irviantina⁴, R. A. Fattah Adriansyah⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Mikroskil, Jl. Thamrin No.124 Medan, (061) 4573767

^{1,2,3,4,5}Fakultas Informatika, Teknik Informatika, Universitas Mikroskil, Medan

e-mail: 121111201@students.mikroskil.ac.id, 211110643@students.mikroskil.ac.id,

3211110895@students.mikroskil.ac.id, [4syanti@mikroskil.ac.id](mailto:syanti@mikroskil.ac.id),

[5fattah.adriansyah@mikroskil.ac.id](mailto:fattah.adriansyah@mikroskil.ac.id)

Dikirim: 07-04-2025 | Diterima: 23-04-2025 | Diterbitkan: 30-04-2025

Abstrak

Pemahaman mengenai organ dalam manusia merupakan komponen penting dalam pembelajaran biologi di tingkat SMA, karena memberikan wawasan mendalam tentang anatomi dan fisiologi organ dalam manusia. Namun, pembelajaran tradisional yang bersifat teoritis menyebabkan siswa kehilangan minat dan mengalami kesulitan memahami konsep-konsep kompleks. Untuk mengatasi hal ini, perlu diperkenalkan metode pembelajaran berbasis teknologi yang dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam pembelajaran organ dalam manusia. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan aplikasi pembelajaran yang dirancang untuk memperkenalkan organ dalam manusia secara interaktif. Hasil akhir dari pengembangan ini adalah berupa aplikasi pembelajaran bernama "scleARn" yang dikembangkan dengan metode AGILE untuk memberikan solusi pembelajaran interaktif yang menarik. Dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality, aplikasi ini memungkinkan siswa memvisualisasikan organ dalam manusia dalam bentuk objek 3D secara real-time. Fitur Chat Assist berbasis Artificial Intelligence dan suara memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dan memperoleh informasi lebih lanjut. Hasil pengujian aplikasi, mulai dari blackbox testing hingga pengujian mendalam pada setiap fitur, menunjukkan bahwa scleARn berfungsi sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Tanggapan positif dari siswa SMA mencapai 92,17%, yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini memiliki fungsionalitas tinggi serta mudah digunakan, menjadikannya solusi inovatif untuk pembelajaran berbasis teknologi.

Kata kunci: Organ Dalam Manusia, Siswa SMA, Aplikasi Pembelajaran, Augmented Reality, Artificial Intelligence.

Abstract

Understanding human internal organs is an important component of learning biology at the high school level, as it provides in-depth insight into the anatomy and physiology of human internal organs. However, traditional theoretical learning causes students to lose interest and have difficulty understanding complex concepts. To overcome this, it is necessary to introduce technology-based learning methods that can improve student understanding in learning human internal organs. Therefore, it is necessary to develop a learning application designed to introduce human internal organs interactively. The final result of this development is a learning application called "scleARn" which is developed with the AGILE method to provide interesting interactive learning solutions. By utilizing Augmented Reality technology, this application allows students to visualize human internal organs in the form of 3D objects in real-time. The Chat Assist feature based on Artificial Intelligence and voice allows students to interact directly and obtain more information. The results of application testing,

ranging from blackbox testing to in-depth testing of each feature, show that scleARN functions as intended. Positive feedback from high school students reached 92,17%, indicating that the app is highly functional and easy to use, making it an innovative solution for technology-based learning.

Keywords: Human Internal Organs, High School Students, Learning Application, Augmented Reality, Artificial Intelligence.

1. PENDAHULUAN

Pemahaman mengenai organ dalam manusia merupakan komponen penting dalam pembelajaran biologi di tingkat sekolah menengah atas, karena hal ini memberikan wawasan yang mendalam tentang anatomi dan fisiologi organ dalam manusia [1]. Salah satu aspek yang dipelajari adalah sistem organ yang kompleks, termasuk paru-paru, jantung, hati, dan ginjal, yang bekerja sama untuk menjaga fungsi tubuh secara optimal dan mendukung kehidupan manusia. Kompleksitas struktur dan fungsi organ dalam manusia sering kali menyebabkan kesulitan bagi siswa dalam memahami dan memvisualisasikan konsep-konsep anatomi dan fisiologi. Oleh karena itu, pendidikan biologi memiliki peran penting dalam membantu siswa mengatasi masalah tersebut, serta meningkatkan pemahaman dan keterampilan ilmiah mereka dalam menghadapi tantangan global [2].

Namun, meskipun penting, pembelajaran biologi tradisional, seperti ceramah, sering kali membuat siswa cepat bosan dan kehilangan minat dalam belajar [3], [4]. Hal ini didukung oleh penelitian [5], yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang hanya mengandalkan ceramah memiliki presentasi 58,75% dalam kategori sedang, yang dapat mengakibatkan kebosanan pada siswa. Penelitian [4] menunjukkan bahwa sebesar 90,64% siswa sering tidak konsentrasi dalam belajar biologi, dan 88,3% siswa sering merasa ngantuk selama pembelajaran biologi. Hal ini disebabkan oleh sifat materi yang terlalu teoritis dan sulit dipahami secara langsung, sehingga mengakibatkan siswa kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang diajarkan [6].

Untuk mengatasi kendala tersebut, teknologi *Augmented Reality* (AR) menawarkan solusi inovatif dalam pembelajaran biologi. Dengan AR, struktur organ dalam manusia dapat divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi (3D), yang memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara lebih realistik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan dapat meningkatkan pemahaman dan minat siswa dibandingkan metode konvensional, seperti pada penelitian [7], yang mencatat peningkatan nilai *post-test*, serta penelitian [8] yang menunjukkan potensi besar AR dalam meningkatkan kualitas pengajaran.

Untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut, fitur *Artificial Intelligence* (AI) *Chat Assist* berbasis suara dalam aplikasi AR dapat ditambahkan sebagai dukungan dalam proses pembelajaran siswa, yang memungkinkan tanya jawab tanpa memerlukan bantuan langsung dari guru. AI *Chat Assist* dapat membantu siswa dalam memahami materi pelajaran yang sulit, membantu mengatasi perbedaan pemahaman, dan meningkatkan hasil belajar. AI *Chat Assist* juga mampu memberikan penjelasan tentang konsep yang dipelajari dan membantu siswa memahaminya lebih baik. Penggunaan AI *Chat Assist* dalam pembelajaran berpotensi memfasilitasi diskusi interaktif, menyediakan dukungan pembelajaran yang personal, serta meningkatkan keterlibatan siswa melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif. Selain itu, kemampuan AI *Chat Assist* dalam merespons pertanyaan siswa dengan cepat dan akurat dapat menjadi aset berharga dalam mendukung pembelajaran yang lebih efektif [9], [10].

Berdasarkan permasalahan diatas, dikembangkan sebuah aplikasi pembelajaran biologi yang interaktif dengan menerapkan *Augmented Reality* (AR) serta *Chat Assist* berbasis suara untuk membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memahami organ dalam. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa melalui visualisasi 3D yang realistik, memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, serta memungkinkan akses pembelajaran yang fleksibel di mana saja. Dengan integrasi

teknologi AR dan AI, aplikasi ini dirancang agar mudah digunakan serta mampu menghadirkan metode pembelajaran yang inovatif dan efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Media Pembelajaran

Dalam proses belajar mengajar, media pembelajaran berfungsi sebagai alat yang mempermudah penyampaian materi dan membantu pendidik. Istilah "media" berasal dari bahasa Latin, yang berarti perantara atau pengantar [11]. Media pembelajaran tidak hanya berperan sebagai alat untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, tetapi juga membantu anak dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak [12]. Pemanfaatan media pembelajaran dapat sangat mendukung efektivitas proses belajar serta penyampaian informasi dan konten materi. Media berfungsi sebagai alat untuk meningkatkan kegiatan dalam proses pembelajaran. Setiap media memiliki karakteristik yang beragam, sehingga penting untuk memilihnya secara teliti dan tepat agar dapat digunakan dengan efisien [13].

2.2 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital. Dengan kata lain, AR memungkinkan penempatan objek berupa video atau gambar ke dalam lingkungan nyata dalam bentuk tiga dimensi [14]. AR harus memiliki tiga karakteristik utama yaitu, menggabungkan realitas dengan objek virtual dalam lingkungan nyata, bersifat interaktif serta berjalan dalam waktu nyata (*real-time*), dan memastikan keselarasan antara realitas dengan objek virtual yang ditampilkan [15].

2.3 Model 3D

Model adalah representasi sistem nyata menggunakan bahasa khusus, memungkinkan objek diputar dan divisualisasikan melalui perangkat lunak 3D. Pemodelan mencakup pembuatan objek yang tampak hidup menggunakan komputer dan konsep desain 3D. Hasilnya disebut Model 3D, yang dapat ditampilkan sebagai gambar dua dimensi melalui proses 3D rendering [16].

2.4 Gemini

Gemini adalah sistem multimodal canggih yang dilatih dengan data gambar, audio, video, dan teks untuk menghasilkan pemahaman dan penalaran mendalam di berbagai domain. Performanya dinilai melalui berbagai tolok ukur, mencakup bahasa, pemrograman, penalaran, dan multimodalitas [17]. Gemini dirancang untuk mendukung pembelajaran penguatan, pembelajaran mendalam, dan berbagai tugas dalam pendidikan digital. Dengan pendekatan interdisipliner, alat ini dapat digunakan di berbagai bidang untuk mendorong integrasi teknologi, kolaborasi, dan inovasi, khususnya bagi peneliti, pendidik, dan kreator konten digital. Selain itu, Gemini juga berkontribusi dalam menyediakan beragam solusi inovatif untuk pembelajaran melalui AI generatif dan penerapannya dalam pendidikan, kesehatan, manajemen, perubahan iklim, dan lainnya [18].

2.5 ROUGE (*Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation*)

ROUGE adalah metrik umum untuk menilai kualitas ringkasan otomatis dengan membandingkannya dengan ringkasan acuan manusia yang dianggap sebagai standar kualitas ringkasan teks. Dua varian yang digunakan adalah ROUGE-N, yang mengukur recall berdasarkan n-gram, dan ROUGE-L, yang menilai *common subsequence* terpanjang. Keduanya menggunakan precision, recall, dan f-measure untuk menilai kinerja sistem [19].

ROUGE-N menilai kesesuaian n-grams antara ringkasan sistem dan ringkasan manual. Umumnya, digunakan ROUGE-1 ($n=1$) dan ROUGE-2 ($n=2$). Rumus dibawah ini menunjukkan formula *recall* dan *precision* untuk ROUGE-1 dan ROUGE-2 [20].

$$Rouge - 1 \text{ recall} = \frac{\text{Jumlah Unigram Kata Yang Sama}}{\text{Total Kata Diringkasan Manual}} \quad (1)$$

$$Rouge - 1 \text{ precision} = \frac{\text{Jumlah Unigram Kata Yang Sama}}{\text{Total Kata Diringkasan Sistem}} \quad (2)$$

$$Rouge - 2 \text{ recall} = \frac{\text{Jumlah Bigram Kata Yang Sama}}{\text{Total Kata Diringkasan Manual}} \quad (3)$$

$$Rouge - 2 \text{ Precision} = \frac{\text{Jumlah Bigram Kata Yang Sama}}{\text{Total Kata Diringkasan Sistem}} \quad (4)$$

ROUGE-L menilai kesesuaian ringkasan *berdasarkan longest common subsequence (LCS)*, yaitu urutan kata terpanjang yang cocok antara ringkasan sistem dan ringkasan manual. Berikut ini adalah rumus precision dan recall untuk ROUGE-L [20]:

$$Rouge - L \text{ recall} = \frac{LCS (\text{sistem, manual})}{\text{Total Kata Diringkasan Manual}} \quad (5)$$

$$Rouge - L \text{ Precision} = \frac{LCS (\text{sistem, manual})}{\text{Total Kata Diringkasan Manual}} \quad (6)$$

F-Measure menggabungkan nilai *recall* dan *precision* untuk menilai akurasi sistem. Jika keduanya seimbang, maka hal ini disebut *F1-Measure*, yang dihitung dengan rumus berikut:

$$F1 - Measure = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (7)$$

2.6 Natural Language Processing (NLP)

NLP (*Natural Language Processing*) adalah cabang ilmu dari kecerdasan buatan yang membantu komunikasi antara manusia dengan mesin melalui pemahaman dan pemrosesan bahasa alami secara efektif [21]. NLP mencakup berbagai *tasks*, mulai dari pengolahan teks sederhana, seperti pemisahan kata, hingga *tasks* yang lebih sulit seperti analisis sentimen, mesin penerjemah, dan pengenalan suara [22].

2.6.1 Speech to Text (STT)

Teknologi *Speech Processing* merupakan bidang yang berkembang pesat dan telah mengubah paradigma interaksi manusia dengan mesin. Teknologi ini mampu mencapai tingkat akurasi yang signifikan dalam pengenalan suara dan pemahaman bahasa alami [23]. *Speech to Text* adalah teknologi transkripsi otomatis yang mengubah ucapan menjadi teks dengan cepat menggunakan kecerdasan buatan. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk pencarian informasi, pembuatan subtitle, dan analisis wawasan [24]. *Speech to Text* bekerja dengan cara mendengarkan sinyal audio dan menghasilkan transkrip yang akurat serta dapat dimodifikasi pada perangkat tertentu. Proses ini dilakukan melalui teknologi pengenalan suara, di mana algoritma linguistik diterapkan untuk memisahkan sinyal akustik yang dihasilkan dari ucapan menjadi representasi teks menggunakan karakter *Unicode*. Proses dari konversi ini melibatkan model pembelajaran mesin yang kompleks dan bertahap [25].

2.6.2 Word Error Rate (WER)

Dalam praktiknya, WER digunakan untuk menilai kinerja sistem *Speech Recognition*, seperti layanan subtitle dan transkripsi. Semakin rendah WER, semakin tinggi akurasinya, sehingga penurunannya menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi ini. Rumus dari WER sendiri adalah sebagai berikut [26]:

$$WER = \frac{S_w + D_w + I_w}{N_w} \quad (8)$$

WER ini memberikan ukuran seberapa akurat sebuah sistem dalam mengenali kata dibandingkan dengan transkripsi referensi.

2.6.3 Text to Speech (TTS)

Text to Speech (TTS) adalah teknologi yang mengubah teks tertulis menjadi suara yang menyerupai ucapan manusia. Proses ini memanfaatkan fitur fonetik, yang menganalisis karakteristik suara, serta prosodi, yang mencakup intonasi, ritme, dan penekanan untuk menghasilkan suara alami [27]. Dengan dukungan kecerdasan buatan, TTS mampu mengubah teks menjadi suara dengan akurasi tinggi dan kualitas suara terdengar alami menyerupai ucapan manusia [28].

2.6.4 Mean Opinion Scores

Evaluasi sistem TTS berbeda dengan banyak tugas komputasi lainnya yang dapat diukur secara objektif melalui metrik kuantitatif, seperti akurasi atau presisi. Kualitas TTS sangat bergantung pada analisis subjektif dari manusia. Salah satu metode evaluasi yang sering digunakan adalah penilaian kualitatif dengan menggunakan *Mean Opinion Score* (MOS) [29]. Dalam konteks TTS, penilaian dari manusia kerap diandalkan untuk menilai kualitas suara yang dihasilkan oleh sistem, di mana penilai memberikan skor opini dalam rentang 1 hingga 5 untuk setiap ucapan suara. MOS dihitung sebagai rata-rata dari skor yang diberikan oleh para penilai [30].

2.7 Database

Database dapat didefinisikan sebagai koleksi data yang saling berhubungan, disimpan dengan pengendalian terhadap redundansi untuk mengoptimalkan dukungan terhadap berbagai aplikasi / sistem informasi [31]. Selain itu, *database* juga dapat dipahami sebagai suatu struktur yang menyimpan informasi mengenai berbagai kategori data serta hubungan di antara kategori-kategori tersebut [32].

Dalam *Database*, terdapat istilah *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang merupakan sebuah model konseptual yang berfungsi untuk menggambarkan keterkaitan antar elemen data yang disimpan. ERD digunakan sebagai alat untuk merancang struktur data dan menunjukkan hubungan antar data. Dengan bantuan ERD, desain model data dapat diuji tanpa melibatkan detail proses yang berlangsung dalam sistem [32]. ERD sendiri terdiri dari 3 komponen utama, yaitu entitas, relasi, dan atribut [33].

2.8 Agile

Agile adalah metode yang digunakan dalam pengembangan incremental, dengan fokus pada kecepatan pengembangan, rilis perangkat lunak secara bertahap, mengurangi beban proses, dan menghasilkan kode berkualitas tinggi. Proses pengembangan ini juga melibatkan pelanggan secara langsung [34]. Metode ini menawarkan fleksibilitas, memungkinkan pengembangan untuk kembali ke tahap sebelumnya jika diperlukan perubahan [35].

2.9 Black Box Testing

Black Box Testing adalah sebuah teknik pengujian perangkat lunak yang dilakukan tanpa perlu mengetahui atau memperhatikan rincian detail internal dari *software* yang diuji. Dalam pengujian ini, pengujii memberikan berbagai *input* kepada sistem dan mengamati *output* yang dihasilkan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi pengguna [36].

3. METODE PENELITIAN

Metodologi pengembangan aplikasi yang digunakan yaitu metodologi agile. Berikut tahapan yang dilakukan pada pengembangan aplikasi yaitu:

3.1 Perencanaan

Pada tahap perencanaan, langkah awal yang dilakukan adalah merumuskan tujuan utama penelitian, yaitu mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* untuk pembelajaran organ dalam manusia yang interaktif dengan fitur *chat assist* yang dapat digunakan oleh pengguna. Sasaran spesifik yang diharapkan mencakup penyediaan visualisasi 3D organ dalam manusia secara akurat, penambahan materi deskriptif yang relevan untuk mendukung visualisasi tersebut, integrasi model Gemini guna mendukung fitur *chat assist* berbasis suara, serta pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif dan menarik. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis menyeluruh yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami kebutuhan pengguna serta pemangku kepentingan terkait aplikasi yang dikembangkan. Dalam hal ini, siswa sekolah menengah atas menjadi sasaran utama, sehingga penting untuk memahami preferensi serta harapan mereka terhadap aplikasi yang akan dikembangkan.

3.2 Desain

Pada bagian desain, gambaran aplikasi yang akan dikembangkan terdiri dari dua bagian, yaitu pembuatan *wireframe* untuk membuat sketsa awal dari antarmuka, yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *mockup* di Figma guna memberikan representasi visual yang lebih mendetail sebelum tahap pengembangan, serta perancangan *database* yang bertujuan untuk menyimpan data interaksi pengguna dengan tepat dan akurat agar sistem dapat memanfaatkan informasi yang tersimpan secara optimal.

3.3 Develop

Hasil perancangan akan diimplementasi menjadi aplikasi berbasis mobile yang siap digunakan. *Tools* yang digunakan meliputi Unity untuk pengembangan aplikasi dan Python untuk metode pengujian.

3.4 Test

Pada tahap *test*, aplikasi yang telah dikembangkan oleh tim akan melalui serangkaian tes yang telah disiapkan seperti tes dari sisi tim pengembang dan pengujian dari sisi pengguna. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan tidak ada kendala dan semua fungsi yang diharapkan berjalan dengan baik.

3.5 Deploy

Setelah aplikasi dinyatakan siap, tahap *deploy* akan dilakukan untuk memastikan aplikasi dapat digunakan oleh siswa. Proses ini mencakup penyediaan *file* instalasi dan panduan penggunaan. Penelitian ini menghadirkan inovasi baru dalam media pembelajaran, yaitu dengan menggabungkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Chat Assist* berbasis suara. Inovasi ini diterapkan untuk membantu siswa mempelajari organ dalam manusia secara menarik.

3.6 Review

Setelah aplikasi digunakan, tahap *review* akan dilakukan melalui kuesioner untuk mengukur kepuasan pengguna terhadap aplikasi. Hasil dari kuesioner ini akan digunakan sebagai bahan evaluasi untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Bagian ini menjelaskan aplikasi yang dikembangkan, menampilkan halaman-halaman beserta penjelasannya.

1. Tampilan Menu

Tampilan menu adalah halaman utama aplikasi dengan lima button utama yaitu Mulai, Tambah Buku, Riwayat, About, dan Keluar, seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Hasil Tampilan Halaman Menu

2. Tampilan Scan Picture

Saat pengguna menekan tombol "Mulai" di menu, halaman scan picture terbuka, mengaktifkan kamera untuk memindai marker pada buku. Bisa dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Hasil Tampilan Scan Picture

3. Tampilan Augmented Reality

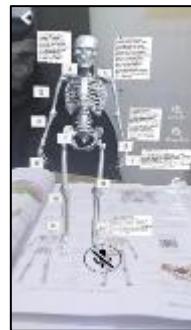
Saat pengguna memindai marker di buku, objek 3D yang sesuai akan muncul. Halaman ini menyediakan fitur seperti zoom in, zoom out, rotate left, rotate right, stop rotate, dan button microphone. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Tampilan Awal Augmented Reality

4. Tampilan Materi

Selain fitur di atas, pengguna dapat berinteraksi dengan penomoran pada objek 3D untuk melihat materinya, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Ketika pengguna menekan tombol Tambah Buku, seperti pada Gambar 7 di bawah ini, mereka dapat mengunggah file .txt untuk memperkaya pengetahuan *chat assist*.



Gambar 7. Hasil Tampilan Halaman Tambah Buku

8. Tampilan Pilihan Riwayat

Ketika pengguna menekan *button* riwayat di halaman menu, pengguna akan dialihkan ke halaman pilihan riwayat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Hasil Tampilan Pilihan Riwayat

9. Tampilan Riwayat Pertanyaan

Jika pengguna menekan *button* yang memiliki riwayat terkait organ tersebut, pengguna akan dialihkan ke halaman riwayat pertanyaan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Hasil Tampilan Riwayat Pertanyaan

10. Tampilan Halaman About

Ketika pengguna menekan *button* about pada saat dihalaman menu, maka pengguna akan dialihkan ke halaman *about*, bisa dilihat pada gambar 10 dibawah ini.

Gambar 10. Hasil Tampilan *About*

4.2 Pembahasan

- Pengujian *Augmented Reality* Menggunakan *Black Box Testing (Use Case)*

Pengujian teknologi *Augmented Reality* ini bertujuan untuk menilai kinerja sistem deteksi kamera AR dalam mengenali *marker* pada kondisi tertentu. Dalam aplikasi AR, kamera memindai *marker* untuk menampilkan objek 3D berupa organ dalam manusia ketika kamera diarahkan ke *marker* tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Augmented Reality*

No	Skenario Pengujian	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Gambar (Berwarna)	Ambil gambar objek berwarna dengan kamera aplikasi AR.	Objek dikenali dengan baik dan elemen AR ditampilkan.	Sesuai
2	Gambar (Hitam Putih)	Ambil gambar objek hitam putih dengan kamera aplikasi AR.	Objek tetap dikenali meskipun tanpa warna.	Sesuai
3	Gambar Full	Ambil gambar seluruh bagian objek dengan kamera aplikasi AR.	Objek dikenali secara penuh dan elemen AR ditampilkan lengkap.	Sesuai
4	Gambar Setengah	Ambil gambar hanya sebagian dari objek.	Sistem tetap mengenali objek meskipun hanya bagian tertentu.	Sesuai
5	Beberapa Gambar Penuh	Ambil beberapa gambar objek penuh secara bersamaan.	hanya 1 objek dikenali dengan baik, elemen AR muncul.	Sesuai
6	2 Gambar Setengah	Ambil 2 gambar objek sebagian secara bersamaan.	Sistem hanya mengenali 1 objek, elemen AR muncul.	Sesuai
7	Pencahayaan (Cahaya Terang)	Tempatkan objek di bawah cahaya terang (ruangan dengan lampu terang).	Objek dikenali dengan baik, tanpa gangguan pada tampilan AR.	Sesuai
8	Pencahayaan (Cahaya Redup)	Tempatkan objek di bawah cahaya redup (lampu redup atau malam hari).	Objek tidak dapat dikenali dengan baik.	Tidak Sesuai

9	Pencahayaan (Cahaya Kontras)	Tempatkan objek dengan latar belakang yang sangat terang (<i>outdoor</i> siang hari).	Objek langsung dikenali pada kontras yang tinggi.	Sesuai
10	Ukur Jarak (Dekat)	Tempatkan kamera 10 cm dari objek.	Sistem tidak mengenali objek.	Tidak Sesuai
11	Ukur Jarak (Jauh)	Tempatkan kamera 30 cm dari objek.	Objek tetap dikenali dengan akurasi tinggi.	Sesuai
12	Sudut Foto (Tegak Lurus)	Ambil gambar objek dari sudut tegak lurus (90 derajat).	Objek tidak dikenali dan elemen AR tidak ditampilkan.	Tidak Sesuai
13	Sudut Foto (Miring 45°)	Ambil gambar objek dari sudut miring 45°.	Objek tetap dikenali dengan baik.	Sesuai
14	Sudut Foto (Miring Ekstrem)	Ambil gambar objek dari sudut hampir horizontal (30).	Elemen AR tetap tampil sesuai.	Sesuai
15	Pengujian Stabilitas Kamera	Goyangkan kamera selama 5 detik sambil menargetkan objek.	Aplikasi tetap dapat melacak objek dengan baik tanpa kehilangan deteksi.	Sesuai

2. Pengujian Text-to-Speech Menggunakan Mean Opinion Scores

Pengujian *Mean Opinion Scores*, bertujuan untuk menilai kualitas dan kesesuaian suara dengan teks berdasarkan persepsi pendengar.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Text-to-Speech*

Kalimat Didengar	<i>Quality</i>				
	<i>Bad</i>	<i>Poor</i>	<i>Fair</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>
<i>Vena cava superior</i> dan <i>inferior</i> membawa darah terdeoksigenasi kembali ke <i>atrium</i> kanan Jantung. <i>Vena pulmonalis</i> membawa darah beroksigen dari paru-paru ke <i>atrium</i> kiri Jantung.					5
Lambung berfungsi sebagai tempat penyimpanan makanan, pencampuran makanan dengan getah lambung, dan pencernaan protein oleh enzim pepsin. Lambung juga berperan dalam penyerapan beberapa zat tertentu, seperti alkohol dan aspirin.					5
Rangka manusia tersusun atas banyak tulang yang saling berhubungan. Rangka membentuk kerangka tubuh, memberi bentuk, dan melindungi organ dalam seperti jantung dan paru-paru. Rangka juga berperan dalam pergerakan.					5
Tulang Belakang terdiri dari 33 tulang vertebra yang dikelompokkan menjadi 5 regio: 7 serviks, 12 toraks, 5 lumbar, 5 sakrum (menyatu), dan 4 koksigeal (menyatu). Jadi, ada 5 jenis tulang vertebra pada Tulang Belakang.					5

Ya, kerangka bisa saling terlepas. Rangka tersusun dari tulang tulang yang dihubungkan oleh sendi. Sendi memungkinkan tulang tulang Rangka untuk bergerak.					5
Maaf, saya tidak memiliki informasi tentang penyebab sakit Ginjal. Buku teks ini hanya menjelaskan struktur dan fungsi Ginjal.					5
Ya, konsumsi alkohol berlebihan dapat merusak hati, berpotensi menyebabkan berbagai penyakit seperti perlemakan hati, hepatitis alkoholik, dan sirosis. Informasi ini umum dan saya sarankan berkonsultasi dengan dokter untuk informasi lebih lanjut.					5
Total Skor					35
MOS = Total Skor / Jumlah Responden					5

3. Pengujian *Speech-to-Text* Menggunakan *Word Error Rate* (WER)

Pengujian *Word Error Rate* digunakan untuk menguji dan mengukur akurasi *speech-to-text* dengan membandingkan kesalahan antara teks hasil transkripsi dan teks asli.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Speech-to-Text*

Pengujian <i>Speech to Text</i> dengan WER				
No	Reference Text	Scenario	Transcript Result	WER Score
1	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	Jarak antara mulut dengan perangkat dekat	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Jarak antara mulut dengan perangkat jauh	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Suara berbisik	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Suara keras	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Kondisi cadel	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Keadaan banyak noise	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Speech rate tinggi	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
		Menggunakan perangkat eksternal (<i>headset</i>)	Sebutkan peran batang otak dalam sistem saraf manusia	0.0
2	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	Jarak antara mulut dengan perangkat dekat	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0

	hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	Jarak antara mulut dengan perangkat jauh	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
		Suara berbisik	apa yang terjadi pada tubuh jika hanya dapat menjalankan fungsi dan klasifikasi dengan baik	0.285
		Suara keras	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
		Kondisi cadel	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
		Keadaan banyak <i>noise</i>	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
		<i>Speech rate</i> tinggi	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
		Menggunakan perangkat eksternal (<i>headset</i>)	apa yang terjadi pada tubuh jika hati tidak dapat menjalankan fungsi detoksifikasi dengan baik	0.0
3	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	Jarak antara mulut dengan perangkat dekat	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0
		Jarak antara mulut dengan perangkat jauh	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta Bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0625
		Suara berbisik	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar terdapat gimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.125
		Suara keras	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0
		Kondisi cadel	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta Bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0625
		Keadaan banyak <i>noise</i>	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0

		<i>Speech rate</i> tinggi	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta Bagaimana kerja saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.125
		Menggunakan perangkat eksternal (<i>headset</i>)	Sebutkan fungsi usus halus dan usus besar serta Bagaimana keduanya saling melengkapi dalam proses pencernaan makanan	0.0625

4. Pengujian *Chat Assist* Menggunakan Rogue

Pengujian ini dilakukan untuk menilai kualitas ringkasan atau terjemahan yang dihasilkan dari *chat assist* dengan konten yang diekstrak dari buku biologi.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Chat Assist*

Pertanyaan	Referensi	Hasil	ROUGE-E-1	ROUGE-2	ROUGE-E-L
Apa itu kerangka	Rangka merupakan sekumpulan tulang-tulang yang menyusun tubuh manusia ataupun hewan. Berdasarkan letaknya, setiap makhluk hidup memiliki satu dari dua tipe rangka tubuh, yaitu <i>endoskeleton</i> atau <i>eksoskeleton</i> . Manusia dan hewan vertebrata memiliki kerangka dalam (<i>endoskeleton</i>), sedangkan beberapa invertebrata memiliki kerangka luar (<i>eksoskeleton</i>). Kerangka menopang tubuh, memberi bentuk, dan melindungi organ.	Kerangka adalah sekumpulan tulang yang menyusun tubuh manusia atau hewan. Manusia dan hewan vertebrata memiliki kerangka dalam (<i>endoskeleton</i>), sedangkan beberapa invertebrata memiliki kerangka luar (<i>eksoskeleton</i>). Kerangka menopang tubuh, memberi bentuk, dan melindungi organ.	<i>Precision:</i> 0.58, <i>Recall:</i> 0.38, <i>F-measure:</i> 0.25	<i>Precision:</i> 0.31, <i>Recall:</i> 0.20, <i>F-measure:</i> 0.34	<i>Precision:</i> 0.52, <i>Recall:</i> 0.34, <i>F-measure:</i> 0.41
Apa itu vagina	Vagina merupakan saluran elastis berotot yang memanjang dari leher rahim (serviks) ke bagian luar tubuh. Panjang saluran ini sekitar 8 hingga 10 cm. Vagina berfungsi sebagai jalan keluarnya bayi (liang peranakan). Selain itu, vagina juga berfungsi sebagai saluran yang menerima sperma saat kopulasi dan jalan keluarnya darah saat menstruasi.	Vagina adalah saluran elastis berotot yang memanjang dari leher rahim (serviks) ke bagian luar tubuh. Berfungsi sebagai jalan lahir, menerima sperma saat kopulasi, dan jalan keluar darah menstruasi.	<i>Precision:</i> 0.89, <i>Recall:</i> 0.51, <i>F-measure:</i> 0.65	<i>Precision:</i> 0.70, <i>Recall:</i> 0.40, <i>F-measure:</i> 0.51	<i>Precision:</i> 0.89, <i>Recall:</i> 0.51, <i>F-measure:</i> 0.65

Apa itu otak	Otak merupakan pusat kontrol dalam sistem saraf dan pusat koordinasi dalam tubuh. Otak berfungsi menerima informasi dari dalam atau luar tubuh, memproses informasi, dan memberikan perintah sebagai respons. Melalui otak, manusia memiliki kepribadian, mampu berpikir, berkreasi, ataupun berimajinasi.	Otak adalah pusat kontrol sistem saraf dan pusat koordinasi tubuh. Ia menerima, memproses informasi, dan memberi perintah sebagai respons. Melalui otak, manusia memiliki kepribadian, mampu berpikir, berkreasi, dan berimajinasi.	Precision: 0.90, Recall: 0.59, F-measure: 0.71	Precision: 0.50, Recall: 0.33, F-measure: 0.39	Precision: 0.86, Recall: 0.57, F-measure: 0.68
--------------	--	---	--	--	--

5. Pengujian Black Box Testing (Use Case)

Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi fungsional aplikasi dari sudut pandang pengguna atau sistem eksternal tanpa mengetahui detail implementasi internal.

Tabel 5. Hasil Pengujian Black Box Testing (Use Case)

No	Skenario Pengujian	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Pengguna memindai gambar organ manusia dari buku, dan sistem memberikan jawaban berupa objek 3D serta informasi terkait.	<ol style="list-style-type: none"> Siapkan Buku atau media dengan gambar organ tersedia Buka aplikasi dan arahkan ke mode pemindaian Arahkan kamera ke gambar organ yang ingin dipindai Tunggu hingga sistem memproses hasil pemindaian dan menampilkan objek 3D dari organ yang sesuai Bandangkan organ 3D yang ditampilkan dengan gambar yang dipindai Pastikan objek ditampilkan sesuai dengan gambar dan terdaftar dalam database aplikasi. 	Objek 3D yang sesuai dengan gambar ditampilkan.	Sesuai
2	Pengguna memilih organ yang terdeteksi untuk melihat deskripsinya.	<ol style="list-style-type: none"> Aktifkan fitur AR dan arahkan kamera ke marker atau pemicu AR. Pastikan model 3D organ muncul di layar. Identifikasi tombol bernomor yang muncul di model organ. Klik salah satu tombol bernomor tersebut. Periksa apakah deskripsi organ terkait tombol tersebut muncul di layar (misalnya, fungsi, struktur, atau informasi tambahan). 	Saat tombol bernomor diklik, deskripsi organ yang sesuai muncul dengan jelas di layar.	Sesuai

3	Pengguna mengajukan pertanyaan tentang organ menggunakan suara melalui tombol mikrofon	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klik tombol mikrofon yang terkunci di bawah model 3D AR untuk membuka mikrofon. 2. Pastikan tombol mikrofon berubah ikonnya menjadi terbuka kuncinya. 3. Ucapkan pertanyaan, misalnya "Apa fungsi hati" 4. Nonaktifkan tombol microphone 5. Setelah itu akan berpindah ke halaman chat assist 6. Sistem akan mengenali suara dan memprosesnya 7. Teks transkripsi suara muncul di layar. 	Suara yang dilempar ke halaman baru diproses dan ditampilkan sesuai dengan konteks.	Sesuai
4	Sistem memberikan respon dalam bentuk suara yang sesuai dengan pertanyaan pengguna, disertai teks jawaban di layar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajukan pertanyaan 2. Tunggu Respon system 3. Verifikasi Respon suara 4. Verifikasi teks jawaban 5. Periksa Waktu respon 	Tidak ada perbedaan antara isi teks dan suara yang diberikan.	Sesuai
5	Proses pemindaian <i>marker</i> yang mencocokkan objek fisik dengan model 3D organ yang ada di database Vuforia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktifkan Mode AR 2. Pemindaian Marker 3. Verifikasi objek 3D 4. Interaksi dengan Objek 3D 	<i>Marker</i> dikenali dengan benar oleh sistem.	Sesuai

6. Kuesioner Kepuasan Aplikasi

Responden kuesioner terdiri dari 15 siswa kelas XI SMA SWASTA PAB 8 Saentis Percut Sei Tuan. Setiap jawaban pada kuesioner memiliki bobot nilai, yaitu TB (Tidak Baik) = 1, KB (Kurang Baik) = 2, B (Baik) = 3, dan SB (Sangat Baik) = 4.

Tabel 6. Hasil Kuesioner Kepuasan Aplikasi

No	Uraian Pernyataan	Tingkat Kepuasan				Jumlah Skor				Total Skor
		TB	KB	B	SB	TB	KB	SB	SB	
1	Tampilan menu aplikasi	0	0	3	12	0	0	9	48	57
2	Pengalaman interaksi aplikasi	0	0	3	12	0	0	9	48	57
3	Aplikasi mudah digunakan	0	0	3	12	0	0	9	48	57
4	Tata letak dan navigasi aplikasi	0	0	8	7	0	0	24	28	52

5	Tingkat kenyamanan saat menggunakan aplikasi	0	0	7	8	0	0	21	32	53
6	Membantu pembelajaran organ dalam manusia	0	0	3	12	0	0	9	48	57
7	Aplikasi berjalan dengan lancar diperangkat anda	0	0	1	14	0	0	3	56	59
8	Tampilan visual aplikasi	0	0	9	6	0	0	27	24	51
9	Aplikasi berjalan tanpa bug	0	0	7	8	0	0	21	32	53
10	Aplikasi memenuhi harapan anda	0	0	5	10	0	0	15	40	55
11	Fitur <i>augmented reality</i>	0	0	4	11	0	0	12	44	56
12	Model 3D organ dalam	0	0	3	12	0	0	9	48	57
13	Materi pada 3D organ dalam	0	0	2	13	0	0	6	52	58
14	Fitur <i>chat assist</i>	0	0	8	7	0	0	24	28	52
15	Kemampuan fitur <i>speech to text</i> dalam menangkap suara	0	0	5	10	0	0	15	40	55
16	Kecakapan fitur <i>text to speech</i> mudah dipahami	0	0	6	9	0	0	18	36	54
17	Kualitas jawaban <i>chat assist</i>	0	0	3	12	0	0	9	48	57
18	Kecepatan respon <i>chat assist</i>	0	0	3	12	0	0	9	48	57
19	Semua fitur berjalan tanpa ada bug	0	0	6	9	0	0	18	36	54
20	Fitur-fitur yang dihadirkan memenuhi harapan anda	0	0	5	10	0	0	15	40	55
Total Akhir Skor									1106	
Total Skor Tertinggi (Skor Skala Tertinggi x Jumlah Responden x jumlah Soal)									1200	
Presentase Rata-Rata (Total Akhir Skor / Total Skor Tertinggi x 100)									92,17%	

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan implementasi teknologi *Augmented Reality* (AR), *Chat Assist* berbasis *Artificial Intelligence* (AI), serta integrasi teknologi suara yang telah dibangun, berikut kesimpulan dari penelitian ini:

1. Aplikasi scleARN menghadirkan pembelajaran interaktif tentang organ dalam manusia dengan teknologi AR untuk menampilkan objek 3D secara real-time. Dilengkapi fitur *Chat Assist* berbasis AI, pengguna dapat berinteraksi suara untuk memperoleh informasi tambahan.
2. Berdasarkan pengujian, termasuk *blackbox testing* dan pengujian mendalam, aplikasi scleARN memenuhi ekspektasi dan tujuan yang ditetapkan. Aplikasi ini berfungsi optimal dalam mendeteksi gambar untuk menampilkan objek 3D dengan *Augmented Reality* serta menyediakan pengalaman interaktif melalui *Chat Assist* berbasis AI, *Text-to-Speech*, dan *Speech-to-Text*. Seluruh fitur menunjukkan kinerja baik, dengan mayoritas pengguna memberikan tanggapan positif terhadap fungsionalitas dan kemudahan penggunaan.

6. SARAN

Meskipun pengembangan aplikasi scleARN telah memenuhi sebagian besar tujuan pengembangan dan memberikan pengalaman yang positif bagi pengguna, masih terdapat beberapa aspek yang dapat

diperbaiki untuk meningkatkan hasil dan kualitas yang lebih optimal. Berikut ini adalah beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Meskipun AR berhasil menampilkan objek 3D, deteksi gambar kurang optimal pada pencahayaan rendah, sudut tegak, dan jarak dekat. Disarankan untuk meningkatkan akurasi deteksi agar objek 3D tetap tampil baik dalam berbagai kondisi.
2. Meskipun Speech-to-Text berfungsi baik, akurasinya menurun saat suara pelan atau berbisik. Disarankan untuk meningkatkan sensitivitasnya terhadap variasi volume, termasuk suara berintensitas rendah.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambah variasi format buku pada fitur tambah buku.
4. Disarankan menambah variasi model 3D agar pengalaman pengguna lebih kaya dan pembelajaran lebih menarik serta interaktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada SMA Swasta PAB 8 Saentis Percut Sei Tuan atas dukungan dan kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada semua pihak yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Y. Lorin, H. Hindarto, and C. Taurusta, “Penerapan Augmented Reality dalam Pendidikan Anatomi Manusia di Sekolah Menengah,” *Indones. J. Appl. Technol.*, vol. 1, no. 3, p. 15, 2024, doi: 10.47134/ijat.v1i3.3067.
- [2] and A. B. S. H. Susanto, Ibrohim, A. Basuki, W. C. Purwanti, A. Gunawan, “Revolutionary Biology Education: Development of Advanced Biology Learning Through Websites and Learning Kits,” *Int. J. Sci. Soc.*, vol. 5, no. 5, pp. 225–239, 2023, doi: 10.54783/ijsoc.v5i5.882.
- [3] Y. Ndruru, “Analisis Permasalahan Siswa Dalam Mengikuti Pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Ulunoyo,” *TUNAS J. Pendidik. Biol.*, vol. 5, no. 1, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/Tunas>
- [4] Y. Asrianti, N. Fauziah, I. Artikel Abstrak, K. kunci, and K. Belajar Biologi, “Kesulitan Belajar Biologi Siswa Kelas XI SMA YLPI Pekanbaru,” 2023.
- [5] G. Sundawiyani, K. Ningsih, and T. Titin, “Analysis of Student Learning Difficulties on Senior High School Scope of Biology,” *Bioeducation J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2022, doi: 10.24036/bioedu.v6i1.352.
- [6] S. Ayundari and K. Manalu, “Pengembangan Media Augmented Reality Terintegrasi Nilai-nilai Islam pada Materi Sistem Saraf untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa di SMA Swasta Bandar Setia Ujung,” *Biosci. J. Ilm. Biol.*, vol. 12, no. 1, p. 1057, Jun. 2024, doi: 10.33394/bioscientist.v12i1.11808.
- [7] L. P. I. C. Irebon, “Darma abdi karya,” pp. 2022–2025, 2024.
- [8] A. Hermawan and S. Hadi, “Realitas Pengaruh Penggunaan Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep Siswa,” *J. Simki Pedagog.*, vol. 7, no. 1, pp. 328–340, 2024, doi: 10.29407/jsp.v7i1.694.
- [9] H. A., R. T. R. . Bau, and A. A. Bouthy, “Penggunaan ChatGPT Sebagai Sumber Pembelajaran Adaptif Untuk Menanggapi Kebutuhan Individu Siswa,” *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 126–135, Apr. 2024, doi: 10.38038/vocatech.v5i2.170.
- [10] V. . S. N. P. Juanta, F. Fa, H. Alexa, D. Andrian, “Analisis Pengaruh Penggunaan Chatbot sebagai Asisten Pembelajaran AI terhadap Motivasi Belajar Siswa,” ... *Pendidik. Sains dan ...*, vol. 3, pp. 38–44, 2024, doi: <https://doi.org/10.58466/intern.v3i1>.

- [11] J. Junaidi, "Peran Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar," *Diklat Rev. J. Manaj. Pendidik. dan Pelatih.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–56, 2019, doi: 10.35446/diklatreview.v3i1.349.
- [12] S. Nurfadhillah, D. A. Ningsih, P. R. Ramadhania, and U. N. Sifa, "Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa SD Negeri Kohod III," *PENSA J. Pendidik. dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 2, pp. 243–255, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa>
- [13] A. P. Wulandari, A. A. Salsabila, K. Cahyani, T. S. Nurazizah, and Z. Ulfiah, "Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar," *J. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 3928–3936, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i2.1074.
- [14] N. Alfitriani, W. A. Maula, and A. Hadiapurwa, "Penggunaan Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Mengenal Bentuk Rupa Bumi," *J. Penelit. Pendidik.*, vol. 38, no. 1, pp. 30–38, 2021, doi: 10.15294/jpp.v38i1.30698.
- [15] A. A. Pramesti, R. P. Sitompul, N. Sopiya, and Fitroh, "Systematic Literature Review: Pemanfaatan Virtual Reality (Vr) Sebagai Alternatif Media Pembelajaran," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejurut.*, vol. 19, no. 2, pp. 105–117, 2022, doi: 10.23887/jptkundiksha.v19i2.48027.
- [16] P. Dan, P. Animasi, and T. Manusia, "SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISWA SD."
- [17] R. M. H. Handoko, Wahyuni Putra, Ryan Delon Pratama, Nova Noor Kamalasari, and Viktor Handrianus Pranatawijaya, "Implementasi Gemini Ai Dalam Pengembangan Aplikasi E-Commerce Mobile Generate Deskripsi Produk," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, vol. 11, no. 1, pp. 21–25, 2024, doi: 10.30656/protekinfo.v11i1.8595.
- [18] M. Imran and N. M. Almusharraf, "Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology," ResearchGate. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/380814776_Google_Gemini_as_a_next_generation_AI_educational_tool_a_review_of_emerging_educational_technology
- [19] G. Hartawan, D. S. Maylawati, and W. Uriawan, "Bidirectional and Auto-Regressive Transformer (BART) for Indonesian Abstractive Text Summarization," *J. Inform. Polinema*, vol. 10, no. 4, pp. 535–542, 2024, doi: 10.33795/jip.v10i4.5242.
- [20] Y. Yunianti *et al.*, "ANALISIS PERFORMA EKSTRAKSI KONTEN GPT-3 DENGAN MATRIK PERFORMANCE ANALYSIS OF GPT-3 CONTENT EXTRACTION WITH BERTSCORE AND ROUGE MATRICES," vol. 11, no. 6, pp. 1273–1280, 2024, doi: 10.25126/jtiik.2024118088.
- [21] S. M. Surve and H. Dand, "An Overview of Natural Language Processing," *Int. J. Renew. Energy Exch.*, vol. 12, no. 1, pp. 136–140, 2024, doi: 10.58443/ijrex.12.1.2024.136-140.
- [22] P. Spyns, "Natural language processing in medicine: An overview," *Methods Inf. Med.*, vol. 35, no. 4–5, pp. 285–301, 1996, doi: 10.1055/s-0038-1634681.
- [23] R. Agashe, "Speech Processing Model in Embedded Media Processing," einfochips. [Online]. Available: <https://www.einfochips.com/blog/speech-processing-model-in-embedded-media-processing/>
- [24] N. Lubis, M. Z. Siambaton, and R. Aulia, "Implementasi Algoritma Deep Learning pada Aplikasi Speech to Text Online dengan Metode Recurrent Neural Network (RNN)," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 3, pp. 113–126, 2024, doi: 10.56211/sudo.v3i3.583.
- [25] R. Jamadar, M. Pawar, P. Karke, A. Sonar, Y. Zungure, and S. Sharavagi, "Automatic Speech Recognition: Speech To Text Converter," *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, no. 05, pp. 4377–4381, 2023, doi: 10.56726/irjmets39369.
- [26] I. Jukka, "Word Error Rate reveals the accuracy of the speech recognition system," spokencompany. Accessed: Nov. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.spokencompany.com/word-error-rate-reveals-the-accuracy-of-the-speech-recognition-system/>
- [27] D. P. R, "Speech Cloning: Text-To-Speech Using VITS," *Eng. Technol. J.*, vol. 09, no. 05, pp.

- 3951–3956, 2024, doi: 10.47191/etj/v9i05.10.
- [28] T. N. Fitria, “Using Naturalreader: a Free Text-To-Speech Online With Ai-Powered Voices in Teaching Listening Toefl,” *ELTALL English Lang. Teaching, Appl. Linguist. Lit.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–17, 2023, doi: 10.21154/eltall.v4i02.6305.
- [29] “Evaluating text-to-speech models,” huggingface. Accessed: Nov. 30, 2024. [Online]. Available: <https://huggingface.co/learn/audio-course/chapter6/evaluation>
- [30] W. C. Tseng, W. T. Kao, and H. Y. Lee, “DDOS: A MOS Prediction Framework utilizing Domain Adaptive Pre-training and Distribution of Opinion Scores,” *Proc. Annu. Conf. Int. Speech Commun. Assoc. INTERSPEECH*, vol. 2022-Sept, pp. 4541–4545, 2022, doi: 10.21437/Interspeech.2022-11247.
- [31] M. Riyant Dirgantara, S. Syahputri, and A. Hasibuan, “Pengenalan Database Management System (DBMS),” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 6, pp. 300–301, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8123019>
- [32] F. F. Adiwijaya, D. S. Amaruloh, and A. R. Mulya, “Sistem Registrasi Surat Perintah Tugas (Spt) Di Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang Dan Pertanahan Provinsi Kepulauan Riau,” *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 70–77, 2021, doi: 10.34010/komputa.v10i2.6806.
- [33] “What is an Entity Relationship Diagram (ERD)?,” lucidchart. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/er-diagrams>
- [34] A. Ariesta, Y. N. Dewi, F. A. Sariyah, and F. W. Fibriany, “Penerapan Metode Agile Dalam Pengembangan Application Programming Interface System Pada Pt Xyz,” *J. CoreIT J. Has. Penelit. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, p. 38, 2021, doi: 10.24014/coreit.v7i1.12635.
- [35] I. Larasati, A. N. Yusril, and P. Al Zukri, “Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile,” *Sistemasi*, vol. 10, no. 2, p. 369, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i2.1237.
- [36] F. C. Ningrum, D. Suherman, S. Aryanti, H. A. Prasetya, and A. Saifudin, “Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 4, no. 4, p. 125, 2019, doi: 10.32493/informatika.v4i4.3782.