

PENINGKATAN PEMAHAMAN SISTEM PENCERNAAN MANUSIA MELALUI MEDIA PEMBELAJARAN ANIMASI 3D MENGGUNAKAN METODE FOUR-D (4D)

Mohammad Febri Hariyan, Cindy Taurusta, Suhendro Busono, Hamzah Setiawan

Jl. Raya Gelam No.250, Gelam, Candi, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

Mohammadfebri380@gmail.com

ABSTRAK

Pendidikan yang berkualitas memerlukan strategi pengajaran yang tepat agar siswa mampu memahami materi secara optimal. Siswa kelas VIII SMP YPM 1 Taman mengalami kesulitan dalam memahami materi sistem pencernaan manusia pada mata pelajaran IPA, karena pembelajaran masih didominasi penjelasan lisan dan gambar statis. Kondisi ini menyebabkan siswa sulit memahami bentuk organ, fungsi, serta alur proses pencernaan, sehingga minat dan motivasi belajar menurun. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis animasi 3D sistem pencernaan manusia untuk membantu guru menyampaikan materi dan meningkatkan pemahaman siswa. Metode pengembangan yang digunakan adalah Four-D yang meliputi tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate. Media yang dikembangkan dilengkapi dengan fitur kompetensi pembelajaran, materi organ pencernaan berbasis animasi 3D interaktif, video animasi proses pencernaan, serta kuis evaluasi. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode blackbox testing, sedangkan evaluasi pengguna menggunakan metode System Usability Scale (SUS) yang melibatkan 38 siswa dan 1 guru IPA. Hasil pengujian blackbox menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai fungsi yang dirancang. Hasil perhitungan SUS memperoleh skor rata-rata 85,57 yang termasuk kategori acceptable, grade B, dan klasifikasi excellent. Media pembelajaran ini dinyatakan layak digunakan sebagai sarana pendukung pembelajaran IPA materi sistem pencernaan manusia.

Kata kunci: Four-D, Animasi 3D, Media Pembelajaran, Sistem Pencernaan

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan aspek yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Keberhasilan dalam pendidikan tidak hanya bergantung pada kurikulum dan kemampuan pengajar, tetapi juga dipengaruhi oleh metode pengajaran dan alat yang digunakan untuk menyampaikan materi. Penggunaan alat pembelajaran yang tepat dapat memudahkan siswa dalam memahami materi dengan cara yang lebih menarik dan efektif. Oleh karena itu, inovasi dalam alat pembelajaran menjadi faktor penting untuk menciptakan pengalaman belajar yang optimal di sekolah.

Di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP), pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) mengandung banyak isi yang membutuhkan pemahaman konsep, salah satunya adalah sistem pencernaan manusia. Materi ini mencakup struktur organ, fungsi organ, serta proses pencernaan makanan dalam tubuh manusia. Hasil observasi pada siswa kelas VIII SMP YPM 1 Taman menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi mengenai sistem pencernaan manusia. Kesulitan ini disebabkan karena proses pembelajaran lebih didominasi oleh penjelasan lisan dari guru serta penggunaan gambar statis dari buku atau papan tulis. Metode pengajaran semacam ini seringkali membuat siswa cepat merasa bosan, kehilangan fokus, dan kurang tertarik pada materi yang diajarkan [1].

Animasi 3D menawarkan keunggulan dalam menampilkan objek secara realistis, dinamis, dan interaktif. Dengan alat ini, siswa dapat melihat struktur organ pencernaan, posisi antara organ, serta tahapan

perjalanan makanan dari mulut hingga proses akhir pencernaan. Visualisasi yang bersifat interaktif akan memudahkan siswa mengaitkan konsep abstrak [2] dalam buku dengan kondisi nyata di dalam tubuh manusia. Di samping itu, penggunaan animasi 3D juga dapat meningkatkan motivasi belajar, minat, dan daya ingat siswa terhadap materi yang dipelajari[3].

Agar media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kebutuhan pengguna dan memiliki kualitas yang baik, perlu diterapkan metode pengembangan yang sistematis. Salah satu metode yang cocok adalah metode Four-D (4D), yang terdiri dari empat tahap, yaitu Define, Design, Develop, dan Disseminate. Tahap Define bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran dan tantangan yang dihadapi siswa. Tahap Design fokus pada merancang tampilan, isi materi, dan alur media pembelajaran. Tahap Develop bertujuan untuk menghasilkan produk yang telah divalidasi dan diuji coba, sementara tahap Disseminate dilakukan untuk menyebarluaskan media agar dapat dimanfaatkan secara luas[4].

Media pembelajaran berbasis animasi 3D yang dirancang dalam kajian ini memiliki empat komponen utama, yaitu komponen materi organ pencernaan 3D, komponen video pembelajaran yang interaktif, komponen kuis untuk menilai pemahaman siswa, serta komponen kompetensi pembelajaran yang mencakup tujuan dan indikator pencapaian. Dengan adanya komponen tersebut, diharapkan siswa dapat belajar secara mandiri, aktif, dan lebih menyenangkan. Media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif juga terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, dan motivasi siswa secara signifikan[5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan perangkat pembelajaran dengan pendekatan ilmiah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di tingkat SMP[6] Namun, media yang digunakan belum mencakup visualisasi dinamis dari proses pencernaan. Penelitian lain menerapkan model Problem Based Learning dalam pengajaran IPA, yang dapat melatih siswa untuk berpikir kritis dan dalam konteks yang tepat [7]. pendekatan ini juga belum menggunakan visualisasi modern seperti animasi 3D untuk menjelaskan proses sistem pencernaan

Beberapa penelitian menggabungkan media interaktif yang berbasis digital dalam pendidikan. antara lain, pembelajaran dengan menggunakan Articulate Storyline dan model Four-D yang menyuguhkan animasi dua dimensi interaktif [8], tetapi masih belum mencakup visualisasi tiga dimensi yang lebih hidup. tetapi media tersebut tidak menawarkan interaksi langsung atau visualisasi keseluruhan sistem tubuh manusia.

Beberapa alat bantu pengajaran telah dirancang menggunakan teknologi multimedia yang interaktif, seperti aplikasi yang dikembangkan dengan *Adobe Flash Professional*, yang menyajikan pelajaran tentang sistem pencernaan melalui teks dan gambar, tetapi belum memanfaatkan animasi 3D untuk menggambarkan organ dan proses pencernaan secara realistis[9].

Beberapa alat bantu pengajaran telah dirancang menggunakan teknologi multimedia yang interaktif, seperti aplikasi yang dikembangkan dengan *Adobe Flash Professional*, yang menyajikan pelajaran tentang sistem pencernaan melalui teks dan gambar, tetapi belum memanfaatkan animasi 3D untuk menggambarkan organ dan proses pencernaan secara realistis[9].

Penelitian yang serupa oleh [10]. juga memasukkan teks, video, animasi 2D, dan elemen kuis, namun belum sepenuhnya menggunakan animasi 3D. Di sisi lain, aplikasi Android PIPA (Pintar IPA) yang diciptakan dengan platform kodular telah dikonfirmasi sangat cocok untuk pembelajaran tentang sistem pencernaan manusia bagi siswa kelas VIII SMP, tetapi masih terbatas pada gambar 2D yang statis dan belum menunjukkan proses pencernaan dengan cara yang dinamis dan terus-menerus [11].

Pengembangan media pembelajaran yang menggunakan *Augmented Reality* *Augmented reality*, baik melalui permainan interaktif yang bersifat edukatif dengan pendekatan MDA Framework [12], maupun penerapan desain inovasi *augmented reality* pada materi sistem pencernaan yang inovatif lainnya[13].

2.1. Sistem Pencernaan Manusia

Sistem pencernaan merupakan serangkaian organ dalam tubuh manusia yang memiliki tugas untuk mengolah makanan menjadi zat-zat yang bisa diserap untuk memenuhi kebutuhan metabolisme tubuh.

Organ-organ utama dalam saluran pencernaan seperti mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, dan usus besar, rektum, dan anus yang tertera pada gambar 3.1 serta organ tambahan seperti hati, pankreas, dan kantong empedu, secara bersama-sama berkontribusi penting dalam mencerna dan menyerap zat gizi sekaligus membuang limbah yang tidak diperlukan oleh tubuh [14].

2.2. 4D(Four-D)

Metode 4D atau Model Four-D merupakan teknik pengembangan pembelajaran yang diperkenalkan Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn S. Semmel. Model ini terdiri dari empat langkah berurutan, yaitu Define (penentuan), Design (perancangan), Develop (pembuatan), dan Disseminate (penyebaran)).

2.3. SUS (System Usability Scale)

Untuk menilai sejauh mana tingkat kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan kepuasan pengguna atas aplikasi, dilakukan pengujian menggunakan *System Usability Scale* (SUS). *System Usability Scale* (SUS) memiliki skor terendah 0 dan nilai tertinggi 100. Responden terdiri dari siswa kelas VIII yang telah menggunakan media pembelajaran, serta guru IPA yang terlibat dalam pelaksanaan. Hasil evaluasi SUS dihitung dengan melakukan perhitungan skor untuk mendapatkan nilai kegunaan dengan aturan-aturan skor perhitungan [15] sebagai berikut .

- Setiap pertanyaan bernomor ganjil, skor dikurangi 1. (soal positif)
- Setiap pertanyaan bernomor genap, skor akhir didapat dari nilai 5 dikurangi skor pertanyaan yang didapat dari pengguna.
- Skor SUS didapat dari hasil penjumlahan skor setiap pertanyaan yang kemudian dikali 2,5.

Untuk perhitungan selanjutnya, skor SUS dari masing-masing responden dicari skor rata-ratanya dengan menjumlahkan semua skor dan dibagi dengan jumlah responden. Berikut rumus menghitung skor SUS.

$$\bar{x} = \sum_{n} x$$

Keterangan :

$\bar{x}$ = Skor rata-rata

Σx = Jumlah Nilai SUS

n = Jumlah Responden

Metode ini melibatkan distribusi kuesioner yang terdiri dari 10 pernyataan yang mencakup berbagai aspek antarmuka yang tertera pada tabel dan 5 opsi jawaban yang terdiri dari sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju dan sangat setuju.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Define (Pendefinisian)

Langkah Define berfungsi untuk mengevaluasi dan menganalisis kebutuhan. Selanjutnya, langkah

Design dipakai untuk merancang produk awal, termasuk pemilihan jenis media dan desain yang sesuai dengan kebutuhan akademis. Dalam langkah Develop, produk fisik dihasilkan, lalu akan divalidasi oleh guru ipa dan diuji coba secara terbatas hingga dalam skala lebih luas, dan direvisi berdasarkan umpan balik yang didapat. Langkah yang terakhir, Disseminate, mencakup proses evaluasi, serta penyebaran dan penerapan produk agar bisa digunakan lebih luas dalam konteks pembelajaran .

3.2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fitur dan fungsi yang diperlukan dalam media pembelajaran animasi 3D agar dapat mendukung proses belajar mengajar. Berdasarkan masalah yang ditemukan, siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi tentang sistem pencernaan manusia hanya dengan penjelasan gambar tetap.

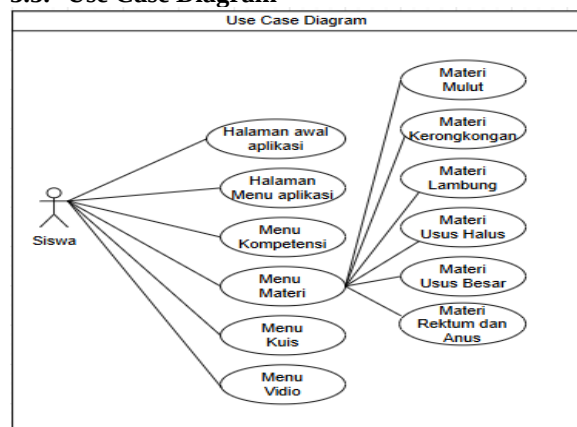
3.3. Murid dan Guru

Dari hasil pengamatan, banyak siswa yang masih mengalami kesulitan dalam memahami bagaimana proses pencernaan manusia berlangsung. Kebanyakan siswa hanya mengetahui nama-nama organ yang terlibat, tetapi mereka belum sepenuhnya mengerti urutan proses pencernaan dan fungsi masing-masing organ secara komprehensif. Di sisi lain, peran guru sebagai fasilitator dalam kegiatan belajar mengajar berlangsung, namun metode yang diaplikasikan lebih banyak menggunakan ceramah dan gambar statis. Situasi ini menunjukkan bahwa guru membutuhkan media pembelajaran yang mudah digunakan, menarik, interaktif, dan sesuai dengan kurikulum agar dapat mendukung pembelajaran berbasis teknologi dengan lebih efektif.

3.4. Desine (Perancangan)

Tahap desain adalah bagian dari proses rancangan diagram sistem dan elemen 3D untuk memperlihatkan alur kerja dan memvisualisasikan objek sebelum proses implementasi.

3.5. Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Diagram

Pada tahap use case ini, diuraikan mengenai cara pengguna berinteraksi dengan sistem. Diagram use case berfungsi untuk memaparkan fungsi- fungsi utama yang dapat dilaksanakan oleh siswa dalam sistem, dalam hal ini adalah Siswa yang menjadi pengguna utama aplikasi pembelajaran yang tertera pada Gambar 1 siswa dan guru memperoleh akses ke berbagai fitur penting di dalam aplikasi

3.6. Elemen 3D

Tahap ini menampilkan proses pembuatan elemen 3D organ sistem pencernaan manusia yang digunakan dalam media pembelajaran yang tertera pada tabel 1. Organ tersebut meliputi mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus yang dibuat menggunakan 3D blender.

Tabel 1. Elemen 3D

No.	Nama Organ	Gambar Organ
1.	Mulut	
2.	Kerongkongan	
3.	Lambung	
4.	Usus Halus	
5.	Usus Besar	
6.	Rektum & Anus	

3.7. Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan bertujuan untuk menciptakan media pembelajaran animasi tiga dimensi tentang sistem pencernaan manusia. Pada fase ini, produk dikembangkan sesuai dengan desain, dengan menambahkan fitur pembelajaran serta animasi 3D yang menjelaskan proses pencernaan manusia secara menyeluruh. Selanjutnya, media ini diperbaiki berdasarkan umpan balik dari guru IPA SMP YPM 1 Taman, yang mengevaluasi akurasi proses sistem pencernaan manusia, kesesuaian media dengan tujuan

pembelajaran, serta kelayakan fitur-fitur yang terdapat di dalamnya. Setelah itu, dilakukan pengujian secara bertahap, dimulai dari uji individu, kelompok kecil, hingga kelompok besar. Jika terdapat kekurangan, media akan direvisi hingga dinyatakan layak dan siap untuk disebar.

3.8. Dissemintae (Penyebaran)

Penyebaran aplikasi dilakukan pada tahap pengujian lapangan di SMP YPM 1 Taman. File aplikasi dibagikan melalui link Google Drive kepada guru IPA kelas VIII, kemudian diteruskan kepada siswa agar dapat diunduh dan digunakan secara mandiri di sekolah maupun di rumah. Tujuan penyebaran ini adalah mengenalkan media pembelajaran animasi 3D sekaligus melihat manfaatnya dalam membantu pemahaman materi sistem pencernaan manusia. Setelah digunakan, dilakukan evaluasi melalui pengujian Blackbox untuk memastikan seluruh fitur seperti menu materi, kuis, video, navigasi, dan tombol berjalan dengan baik tanpa error. Selain itu, peneliti juga membagikan lembar kuesioner kepada guru dan siswa serta melakukan penilaian menggunakan metode System Usability Scale (SUS). Hasil evaluasi menunjukkan aplikasi layak digunakan sebagai media pembelajaran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Halaman Awal

Pada Gambar 2 ditampilkan halaman utama aplikasi sebagai tampilan awal pengguna. Pada halaman ini terdapat 1 tombol mulai dan tombol sound, ketika pengguna klik tombol mulai maka halaman akan berpindah ke halaman menu utama media pembelajaran, dan tombol sound yang berfungsi mengatur suara on/off dari media pembelajaran



Gambar 2. Halaman Awal Aplikasi

4.2. Halaman Menu Utama



Gambar 3. Halaman Menu Utama

Pada Gambar 3 ditampilkan halaman menu utama aplikasi yang terdiri dari kompetensi, materi, video, dan kuis. dan terdapat tombol kembali kehalaman sebelumnya, tombol home kembali ke halaman awal, dan tombol exit untuk menutup aplikasi media pembelajaran.

4.3. Halaman Menu Kompetensi

Pada Gambar 4 Halaman menu kompetensi, halaman ini menampilkan informasi terkait kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang dicapai siswa melalui media pembelajaran.



Gambar 4. Halaman Menu Kompetensi

4.4. Halaman Menu Materi Setiap Organ

Pada Gambar 5 Halaman menu materi setiap organ pilih menu ini menampilkan menu materi setiap organ mulai dari, mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, Rektum dan anus dan penjelasan terkait sistem pencernaan manusia.



Gambar 5. Halaman Menu Kompetensi

4.5. Halaman Menu Organ Manusia

Pada Gambar 6 Halaman menu organ manusia menampilkan penjelasan materi setiap organ mulai dari, mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, anus.

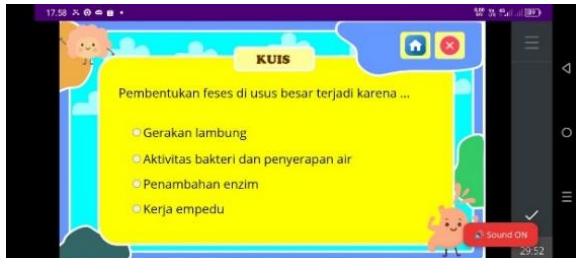


Gambar 6. Halaman Menu Organ Manusia

4.6. Halaman Menu Kuis

Pada Gambar 7 Halaman menu kuis, yang didalamnya yang menampilkan prosedur pengerjaan

kuis, halaman mengerjakan kuis yang menampilkan soal beserta pilihan jawaban, dan halaman point yang menampilkan hasil point yang sudah didapat beserta passing grade nya dan tombol review quiz untuk melihat kembali jawaban yang salah dan yang benar beserta tombol retry untuk mengulang kembali mengerjakan quiz.



Gambar 7. Halaman Menu Kuis

4.7. Halaman Menu Vidio

Halaman vidio ini menampilkan vidio proses sistem pencernaan keseluruhan mulai dari mulut sampai anus yang tertera pada gambar 8.



Gambar 8. Halaman Menu Vidio

4.8. Pengujian Fitur dengan Blackbox

Pengujian dengan metode Blackbox bertujuan untuk memeriksa apakah semua fitur dan fungsi utama dalam aplikasi berfungsi seperti yang telah direncanakan yang tertera di tabel 2. Uji ini meliputi pemeriksaan fungsi. Setiap fungsi diuji berdasarkan reaksi sistem terhadap input pengguna, keabsahan tautan, dan kemudahan akses. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur beroperasi sesuai spesifikasi, tanpa adanya error signifikan yang mengganggu proses pembelajaran.

Tabel 2. Pengujian Blackbox

No.	Fitur	Input	Output yang Diharapkan	Status Uji
1.	Buka Aplikasi	Pengguna membuka aplikasi	Aplikasi menampilkan halaman awal	Valid
2.	Menu Mulai	Klik tombol mulai	Masuk ke tampilan menu	Valid
3.	Menu Kompetensi	Klik tombol kompetensi	Menampilkan indikator kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran	Valid
4.	Menu Materi	Klik tombol materi	Masuk ke halaman menu organ pencernaan manusia	Valid
5.	Menu Mulut	Klik tombol mulut	Masuk ke halaman materi sistem pencernaan organ mulut	Valid
6.	Menu Kerongkongan	Klik tombol kerongkongan	Masuk ke materi kerongkongan	Valid
7.	Menu Lambung	Klik tombol lambung	Masuk ke halaman materi lambung	Valid
8.	Menu Usus Halus	Klik tombol usus halus	Masuk ke halaman materi Usus halus	Valid
9.	Menu Usus Besar	Klik tombol usus besar	Masuk ke halaman materi usus besar	Valid
10.	Menu Rektum & Anus	Klik tombol rektum & anus	Masuk ke halaman materi rektum & anus	Valid
11.	Menu Kuis	Klik tombol kuis	Masuk ke halaman awal kuis	Valid
12.	Jawaban Kuis	Pilih jawaban dari soal yang ada di kuis	Masuk ke halaman soal kuis dan mengisi jawaban	Valid
13.	Menu Vidio	Klik tombol vidio	Masuk ke halaman vidio seluruh proses sistem pencernaan manusia	Valid
14.	Home	Klik tombol home	Masuk ke halaman home	Valid
15.	Suara	Klik tombol Suara	Backsound media pembelajaran terdengar	Valid
16.	Keluar	Klik tombol keluar	Keluar Aplikasi	Valid
17.	Sebelumnya	Klik tombol Sebelumnya	Kembali ke halaman sebelumnya	Valid

4.9. Evaluasi Pengguna dengan System Usability Scale (SUS)

Untuk menilai sejauh mana tingkat kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan kepuasan pengguna atas aplikasi, dilakukan pengujian menggunakan System Usability Scale (SUS). distribusi kuesioner ini

melibatkan 38 siswa dan 1 guru ipa. SUS terdiri dari 10 pernyataan dan 5 opsi jawaban yang terdiri dari sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju dan sangat setuju dan skor masing masing jawaban yang tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Evaluasi Pengguna dengan SUS

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban				
		STS	TS	RG	S	SS
1.	Saya merasa bahwa aplikasi pembelajaran ini sangat bermanfaat untuk memahami informasi mengenai sistem pencernaan manusia.					
2.	Saya berpendapat bahwa aplikasi ini terlalu rumit atau sulit dimengerti untuk digunakan tanpa adanya bimbingan.					
3.	Saya merasa bahwa desain dan menu pada aplikasi ini cukup sederhana dan mudah dimengerti sejak penggunaan pertama					
4.	Saya merasa perlu bantuan orang lain atau pelatihan khusus untuk memanfaatkan semua fitur dalam aplikasi ini secara optimal					
5.	Menurut saya, elemen visual seperti animasi 3D, video, serta kuis dalam aplikasi ini sangat terintegrasi dengan baik dan mendukung pengalaman belajar.					
6.	Saya merasa alur konten dan fitur dalam aplikasi sulit dipahami saat digunakan.					
7.	Saya merasa percaya diri dan tidak mengalami hambatan saat menggunakan aplikasi ini untuk memahami proses pencernaan manusia.					
8.	Saya merasa siswa lain tidak paham ketika menggunakan aplikasi media pembelajaran sistem pencernaan manusia dengan cepat					
9.	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi media pembelajaran sistem pencernaan manusia					
10.	Saya merasa membutuhkan waktu dan usaha lebih untuk mempelajari cara kerja aplikasi sebelum bisa menggunakannya dengan efektif.					

Keterangan:

STS = Sangat Setuju

S = Setuju

RG = Ragu-ragu

TS = Setuju

SS = Sangat Setuju

Tabel 4. Hasil Pengujian SUS

Responden	Jumlah Skor	Nilai SUS (Jumlah x 2.5)
R1	38	95
R2	40	100
R3	37	92,5
R4	39	97,5
R5	32	80
R6	32	80
R7	32	80
R8	30	75
R9	30	75
R10	31	77,5
R11	40	100
R12	40	100
R13	38	95
R14	35	87,5
R15	30	75
R16	31	77,5
R17	38	95
R18	36	90
R19	36	90
R20	35	87,5
R21	35	87,5
R22	28	70
R23	29	72,5
R24	40	100
R25	40	100
R26	35	87,5
R27	34	85
R28	39	97,5
R29	37	92,5
R30	32	80
R31	21	52,5
R32	34	85

Responden	Jumlah Skor	Nilai SUS (Jumlah x 2.5)
R33	38	95
R34	38	95
R35	30	75
R36	35	87,5
R37	39	97,5
R38	28	70
R39	23	57,5
Skor Rata-Rata / Hasil Akhi		85,5769230

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan Saran Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, media pembelajaran animasi 3D sistem pencernaan manusia berhasil dikembangkan menggunakan metode Four-D (Define, Design, Develop, Disseminate) sebagai solusi atas keterbatasan pembelajaran yang masih menggunakan penjelasan lisan dan gambar statis. Berdasarkan hasil pengujian blackbox testing, seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai fungsi yang dirancang. Sementara itu, hasil pengujian pengguna menggunakan metode System Usability Scale (SUS) memperoleh skor rata-rata 85,57 yang termasuk kategori acceptable, memperoleh grade B, dan berada pada klasifikasi excellent, sehingga media pembelajaran ini dinyatakan layak digunakan sebagai sarana pendukung pembelajaran IPA kelas VIII SMP YPM 1 Taman. Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi disarankan menambahkan materi IPA lainnya, meningkatkan kualitas tampilan dan animasi 3D, menambahkan fitur interaktif seperti permainan edukasi dan latihan soal, mengembangkan aplikasi ke

berbagai platform agar lebih mudah diakses, serta melakukan penelitian lanjutan untuk mengukur pengaruh media terhadap peningkatan hasil belajar siswa secara eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Lisana, "Analisis Pemanfaatan Animasi 3D Interaktif pada Pembelajaran Tulang Manusia," *J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 55–60, 2022, doi: 10.52985/insyst.v4i1.235.
- [2] M. Marzuki, "Pengaruh Penggunaan Media Video Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Kelas XI IPA B SMA Immanuel Sintang," *Pedagog. J. Pendidik.*, vol. 18, no. 2, pp. 156–163, 2023, doi: 10.33084/pedagogik.v18i2.5831.
- [3] A. Sulastri, B. Badruzsaufari, D. Dharmono, M. N. Aufa, and M. A. Saputra, "Development of Science Handouts Based on Critical Thinking Skills on the Topic of the Human Digestive System," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 2, pp. 475–480, 2022, doi: 10.29303/jppipa.v8i2.1156.
- [4] M. R. Karentius and O. Hardiyantari, "Pengembangan media pembelajaran augmented reality untuk materi sistem pencernaan manusia," vol. 7, no. 1, pp. 36–45, 2025, doi: 10.37905/jji.v1i1.29708.
- [5] R. Aisya, Y. S. Wahyuni, and H. Hefni, "Pengaruh Penerapan Metode Ceramah terhadap Pemahaman Siswa pada Pelajaran Sosiologi Kelas XII IPS 5 di SMAN 1 Pasaman," *J. Educ.*, vol. 5, no. 4, pp. 12043–12051, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i4.2165.
- [6] C. Chairunnisa, M. Zaini, R. Yunus, and A. Azhari, "Kelayakan Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Pencernaan Manusia Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Jenjang Smp," *J. Banua Sci. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 116–126, 2023, doi: 10.20527/jbse.v3i2.168.
- [7] H. Hesya, C. Poluakan, and J. A. Rungkat, "Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Smp Dalam Pembelajaran Ipa Dengan Model Problem Based Learning Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia," *J. Genta Mulia*, vol. 14, no. 2, 2023, doi: 10.61290/gm.v14i2.366.
- [8] L. E. Al-Baru, M. Istiyadi, and M. M. Sari, "Pengembangan Media Pembelajaran Articulate Storyline Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Untuk Siswa SMP Kelas VIII," *JUPEIS J. Pendidik. dan Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 3, pp. 142–151, 2023, doi: 10.57218/jupeis.vol2.iss3.775.
- [9] R. B. Oktavian, "Rancang Bangun Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif IPA Sistem Pencernaan Menggunakan Adobe Flash Professional Berbasis Android Di SMPN 2 Balerejo," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komunikasi-2023 "Exploring Intersect. Big Data, Cyber Secur. Hum. Behav. Insights Challenges"*, pp. 251–262, 2023.
- [10] R. P. Dhaniawaty, A. L. Suci, and B. Hardiyana, "Aplikasi Pembelajaran Multimedia Interaktif Mata Pelajaran IPA Mengenai Sistem Pencernaan Manusia Untuk Siswa SMP Kelas VII," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 11, no. 2, pp. 183–194, 2021, doi: 10.34010/jati.v11i2.5574.
- [11] N. A. T. Wahyuni, A. C. Fauzan, and H. Harliana, "Implementasi Algoritma Fuzzy Tsukamoto Untuk Penilaian Kinerja Pegawai Universitas Nahdlatul Ulama Blitar," *J. Autom. Comput. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–88, 2021, doi: 10.47134/jacis.v1i2.11.
- [12] U. M. Rifanti, H. Pujiharsono, and Z. H. Pradana, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Penilaian Kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM)," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 12, no. 1, pp. 250–260, 2023, doi: 10.23887/jstundiksha.v12i1.50057.
- [13] S. T. R. Faidah, A. Salsabila, and Riandi, "Desain Inovasi Media Pembelajaran dengan Penerapan Augmented Reality pada Materi Sistem Pencernaan (Learning Media Innovation Design With Augmented Reality Application on Digestive System Material)," *BIODIK J. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 08, no. 04, pp. 76–83, 2022, [Online]. Available: <https://online-journal.unja.ac.id/biodik>
- [14] A. An and D. A. N. Hadits, "Konsep Sistem Pencernaan pada Manusia berdasarkan Al-quran dan Hadits," *J. Penelitian, Pendidik. dan Pengajaran JPPP*, vol. 3, no. 3, pp. 244–251, 2022, doi: 10.30596/jppp.v3i3.13222.
article/download/1014/907
- [15] L. B. Herdianto, "Evaluasi Sistem E-Learning Pt. Otak Kanan Melalui Pengujian Blackbox Testing Dan System Usability Scale (Sus)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 290–296, 2023.