

Universitas Muhammadiyah Metro

<http://scholar.ummetro.ac.id/index.php/edubiolock/index>

PENGEMBANGAN MODUL TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY* PADA PEMBELAJARAN MATERI SISTEM RANGKA MANUSIA SMA KELAS XI

Via Anggun Novita¹
Anak Agung Oka²
Agus Sujarwanta³

^{1,2,3}Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Muhammadiyah Metro

E-mail : ¹viaanggunnovita@gmail.com , ²okaanakagung311264@gmail.com, ³agussujarwanta5@gmail.com

History Article

Received : Mei, 2025

Approved : Juni, 2025

Published : Juni, 2025

Keywords

Module, augmented reality, human skeletal system

Abstract

This research aims to produce a product in the form of an integrated Augmented Reality (AR) module that is valid based on design and material validity tests and can facilitate students and educators to learn the biology learning material on the human skeletal system. The method used in this research is research and development with a 4-D (Four D) model which consists of four main stages, namely Define, Design, Develop, and Disseminate. The results of the module assessment by material experts obtained a feasibility percentage of 100% with "very good" criteria. The assessment by design expert validators obtained a percentage of 94.3% with "very good" criteria. Modules that have been developed based on assessments by experts are then tested on students. Students' responses to the module in the language aspect obtained a percentage score of 91.33% with the criteria "very good", in the material aspect they obtained a percentage score of 88% with the criteria "very good", and in the design aspect they obtained a percentage score of 85.67% with the criteria "very good". The module results show that the integrated Augmented reality module developed is suitable for use in the learning process.

How To Cite

Novita, V.A., Oka, A.A., dan Sujarwanta, A. 2025. Pengembangan Modul Terintegrasi *Augmented Reality* pada Pembelajaran Materi Sistem Rangka Manusia SMA Kelas XI. *Edubiolock*. Vol. 6 No. 2 PP 17-29.

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah pijakan utama kemajuan suatu bangsa yang dirumuskan dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 sebagai upaya terstruktur menciptakan iklim belajar untuk mengembangkan potensi spiritual, karakter, intelektual, dan praktis peserta didik. Perkembangan teknologi, khususnya *smartphone* dan internet dengan penetrasi remaja 13–18 tahun sebesar 99,16% dan 19–34 tahun 98,64% pada 2021–2022 menyajikan peluang dan tantangan baru, meski akses tinggi, 89,15% pengguna masih terbatas pada media sosial dan game (Rachmawati & Nurchayati, 2024).

Di ranah Biologi SMA, materi sistem rangka manusia dianggap kompleks karena memerlukan pemahaman mendalam tentang struktur tulang dan fungsi persendian, serta seringkali terasa terpisah dari kehidupan sehari-hari sehingga menurunkan motivasi siswa (Kaharuddin dkk., 2023). Saat ini, modul ajar konvensional belum terintegrasi teknologi mutakhir sebagaimana mayoritas modul masih bersifat cetak tanpa dukungan animasi atau interaktivitas digital (Khasanah & Nurawati, 2021), padahal guru membutuhkan media yang dapat memanfaatkan gambar 3D, video, dan animasi interaktif via perangkat mobile. Media tiruan 3D seperti torso juga jarang digunakan karena biaya dan ketersediaan terbatas (Sugiarto, 2021).

Modul sendiri menurut Istikomah dkk. (2022) merupakan “perangkat pelajaran yang berisi materi bacaan secara tertulis yang lengkap dan sistematis yang akan membuat pembaca terutama peserta didik dapat mudah memahami bahan ajaran pada modul. Menurut Ataji dkk. (2021) Pengembangan modul didasarkan pada pentingnya penggunaan modul bagi siswa dalam proses pembelajaran secara mandiri dan adaptasi dari proses pembelajaran saat ini yang menuntut penggunaan platform online dalam pembelajaran secara optimal.

Selain itu, keterbatasan keterampilan teknis guru dalam pemrograman dan desain antarmuka mengakibatkan media digital seringkali hanya menjadi replika materi cetak dengan interaktivitas minim (Wulandari, 2017). Sementara itu, siswa yang memiliki kecepatan dan gaya belajar beragam membutuhkan bahan ajar mandiri modul cetak yang sistematis dirancang agar siswa dapat belajar tanpa ketergantungan penuh pada guru (Nurhidayah dkk., 2015), namun mereka kurang tertarik pada modul berbasis teks tebal dan tidak interaktif.

Sebagai solusi, integrasi *Augmented Reality* (AR) ke dalam modul elektronik menawarkan visualisasi 3D yang memungkinkan objek digital berpadu dengan lingkungan nyata melalui kamera, meningkatkan pemahaman konsep abstrak seperti sistem rangka dan menciptakan suasana belajar interaktif (Jumaena dkk., 2023). Di era Merdeka Belajar, guru dituntut menguasai teknologi digital untuk memperkaya materi dan metode ajar sesuai karakteristik siswa abad ke-21 (Kusumasari dkk., 2024).

Menurut Oktavia (2022) terdapat kebutuhan akan pengembangan *Augmented Reality* pada pembelajaran Biologi di tingkat SMA, mengingat akan kelebihan-kelebihan AR. Dengan demikian, pengembangan modul AR berbasis sistem rangka manusia untuk siswa SMA XI menjadi langkah strategis untuk memfasilitasi pembelajaran dinamis, mandiri, dan menarik.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghasilkan sebuah produk berupa modul terintegrasi *Augmented Reality* yang valid berdasarkan uji validitas desain dan materi serta dapat memfasilitasi peserta didik maupun pendidik untuk melakukan pembelajaran pada pembelajaran biologi materi sistem rangka manusia. Modul yang dapat membuat pembelajaran lebih menarik karena terintegrasi dengan *smartphone* dan dapat menampilkan sistem rangka manusia dalam bentuk 3 dimensi sehingga dapat

tercapainya tujuan pembelajaran yang diharapkan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan, dengan model pengembangan 4-D (Four D) yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel (Lestari, 2018). Model 4-D dipilih karena terdiri dari empat tahap utama yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan modul pembelajaran terintegrasi *Augmented reality* (AR) pada materi sistem rangka manusia. Tahapan tersebut meliputi *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Produk yang dihasilkan kemudian diuji kelayakannya melalui validitas dan uji coba produk untuk menilai peningkatan motivasi belajar dan pemahaman peserta didik setelah menggunakan modul berbasis AR dalam pembelajaran biologi pada konsep sistem rangka manusia.

Prosedur Pengembangan

Pada prosedur pengembangan menggunakan model 4-D (Thiagarajan dalam Kurniawan & Dewi, 2017), terdapat empat tahap utama:

1. Define (Pendefinisian)

Tahap analisis kebutuhan mencakup lima kegiatan:

- Front-end Analysis*: Identifikasi permasalahan siswa SMA Teladan Way Jepara Lampung Timur yang kesulitan memahami sistem rangka manusia secara interaktif.
- Learner Analysis*: Karakteristik peserta didik kelas XI memiliki dasar biologi dan antusiasme teknologi, namun perlu peningkatan pemahaman konsep abstrak.
- Task Analysis*: Kompetensi utama yakni mengidentifikasi struktur dan fungsi rangka, yang bakal difasilitasi oleh modul AR.

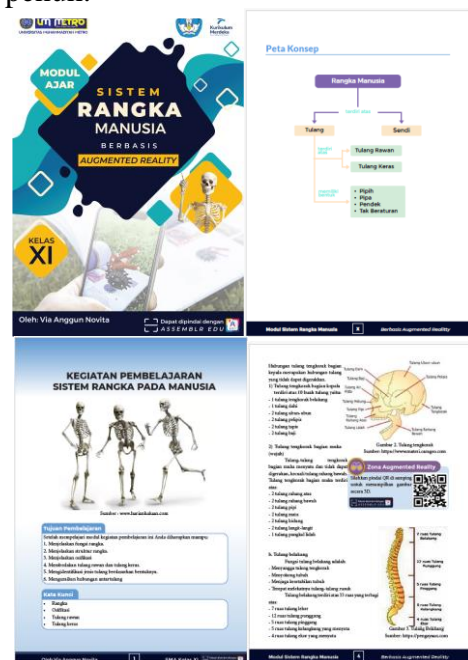
- Concept Analysis*: Pemilahan materi inti struktur tulang, jenis tulang, hubungan antartulang, dan fungsinya untuk divisualisasikan dalam 3D.

- Specifying Instructional Objectives*: Sasaran pembelajaran agar siswa dapat menjelaskan detail struktur dan fungsi rangka, serta termotivasi dan terkoneksi melalui modul interaktif.

2. Design (Perancangan)

Merancang kerangka modul dan evaluasi, terdiri dari:

- Constructing Criterion-Referenced Test*: Penyusunan kisi-kisi tes kognitif untuk menilai pemahaman struktur, fungsi, dan relasi komponen rangka, lengkap dengan panduan penskoran.
- Media Selection*: Pemilihan AR sebagai media utama untuk memanipulasi model 3D rangka, didukung handout visual.
- Format Selection*: Penentuan format modul mandiri berbasis proyek dan eksploratif, memadukan materi dan tugas praktik interaktif.
- Initial Design*: Rancangan awal mencakup tahap pengenalan konsep dan aplikasi AR, eksplorasi langsung modul AR, hingga evaluasi melalui tes dan microteaching sebelum implementasi penuh.



Gambar 1. Desain modul terintegrasi AR

3. Develop (Pengembangan)

- a. Expert Appraisal: Modul AR dievaluasi oleh validator materi (mengecek akurasi konten sistem rangka) dan validator desain (menilai antarmuka, interaktivitas, kemudahan penggunaan). Masukan mereka digunakan untuk merevisi konten dan fitur teknologi agar sesuai kurikulum dan menarik siswa.
- b. Developmental Testing: Setelah revisi, modul diuji coba pada siswa kelas XI SMA Teladan Way Jepara Lampung Timur. Observasi interaksi, umpan balik teknis, dan pengukuran peningkatan pemahaman digunakan untuk penyempurnaan iteratif hingga modul efektif dan konsisten.

4. Disseminate (Penyebarluasan)

- a. Validation Testing: Implementasi penuh modul pada siswa kelas XI untuk mengukur capaian pembelajaran pemahaman, motivasi, keterlibatan melalui tes dan observasi; hasilnya dipakai untuk perbaikan akhir (Setiyadi, 2017).
- b. Packaging: Menyusun buku panduan penggunaan AR, instalasi aplikasi, dan skenario pembelajaran agar modul mudah diadopsi oleh guru di sekolah lain.
- c. Diffusion & Adoption: Mengadakan workshop bagi guru Biologi di Lampung Timur dan mendistribusikan modul serta panduannya melalui platform online dan media sosial untuk memperluas adopsi.

HASIL

Validasi Tahap Pertama

Tabel 1. Data Hasil Validasi Ahli Desain Tahap Pertama

No	Indikator Penilaian	Skor	%	Kat
1.	Tampilan modul terintegrasi AR jelas dan sistematis.	4	80	Setuju
2.	Pemilihan warna kontras dan selaras.	4	80	Setuju
3.	Tata letak gambar selaras dengan teks.	5	100	Sangat Setuju
4.	Teks dapat dibaca dengan jelas.	5	100	Sangat Setuju

No	Indikator Penilaian	Skor	%	Kat
5.	Penulisan judul, sub judul, serta isi sistematis dan dapat dibedakan.	4	80	Setuju
6.	Semua AR berfungsi dengan baik.	2	40	Tidak Setuju
7.	Efek animasi tidak mengganggu penggunaan modul terintegrasi AR.	4	80	Setuju
Jumlah		28	560	Setuju
Rata-rata		4	80	

Sumber : (Data diolah) dari angket

Hasil validasi ahli desain menunjukkan data sebagai berikut; Rata-rata sebesar 4. Validasi ahli desain pada tahap pertama didapatkan presentase sebesar 80%. Menurut Riduwan dan Akdon (dalam Lepiyanto dan Pratiwi, 2015) jika skor setiap validasi yang didapat memiliki persentase sebesar 60-80% menunjukkan kriteria sangat baik. Hal ini berarti bahwa produk pengembangan ini sudah layak digunakan dalam lapangan namun ada beberapa hal yang masih perlu diperbaiki lagi.

Tabel 2. Data Hasil Validasi Ahli Materi

No	Indikator Penilaian	Skor	%	Kat
1.	Materi modul terintegrasi AR sesuai dengan CP, KD, dan Indikator.	5	100	Sangat Setuju
2.	Materi modul terintegrasi AR sesuai dengan topik pembelajaran.	5	100	Sangat Setuju
3.	Penyajian materi sesuai kaidah modul (runtutan sesuai abjad).	5	100	Sangat Setuju
4.	Kecakupan dalam isi materi sesuai.	5	100	Sangat Setuju
5.	Petunjuk penggunaan dapat dipahami.	5	100	Sangat Setuju
6.	Modul terintegrasi AR memiliki kejelasan tujuan pembelajaran.	5	100	Sangat Setuju
7.	Penyajian gambar sesuai dengan materi.	5	100	Sangat Setuju
8.	Penjelasan glosarium sesuai dengan maknanya.	5	100	Sangat Setuju
9.	Daftar pustaka sesuai	5	100	Sangat

No	Indikator Penilaian	Skor	%	Kat
	dengan penulisan dan materi.			Setuju
10.	Menggunakan kaidah bahasa yang tepat dan benar.	5	100	Sangat Setuju
11.	Keterbacaan kalimat dengan mudah	5	100	Sangat Setuju
12.	Kesesuaian dengan intelektual peserta didik.	5	100	Sangat Setuju
13.	Keruntunan dan ketepatan antar paragraf konsisten.	5	100	Sangat Setuju
14.	Penyajian dan pembahasan menekankan pada materi Sistem Rangka Manusia.	5	100	Sangat Setuju
15.	Modul terintegrasi AR berbasis android dapat dipelajari peserta didik tanpa bantuan pendidik (<i>self instruction</i>).	5	100	Sangat Setuju
16.	Modul terintegrasi AR berbasis android dapat digunakan sebagai bahan ajar peserta didik (<i>stand alone</i>).	5	100	Sangat Setuju
Jumlah		80	1600	Sangat Setuju
Rata-rata		5	100	

Sumber : (Data diolah) dari angket

Berdasarkan hasil validasi ahli materi menunjukkan rata-rata skor 5 dengan persentase 100% pada tahap pertama. Menurut Riduwan dan Akdon (dalam Lepiyanto dan Pratiwi, 2015), jika skor validasi mencapai persentase $\geq 81\%$, produk tersebut termasuk dalam kriteria sangat baik. Dengan demikian, produk pengembangan ini telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan di lapangan. Selain itu, validator materi tidak memberikan saran revisi, yang mengindikasikan bahwa materi yang dikembangkan sudah sesuai dan siap digunakan.

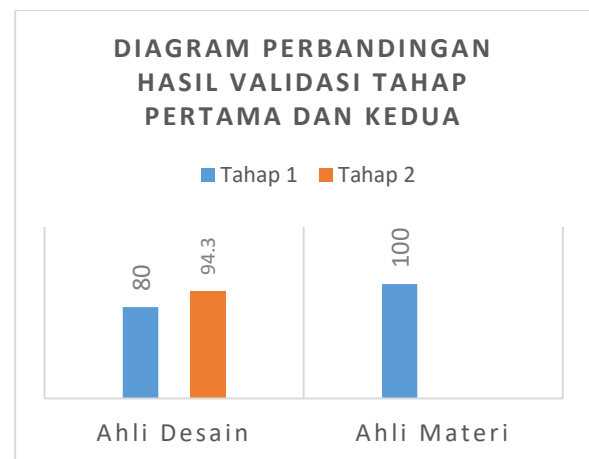
Validasi Tahap Kedua

Tabel 3. Data Hasil Validasi Ahli Desain Tahap Kedua

No	Indikator Penilaian	Skor	%	Kat
1	Tampilan modul terintegrasi AR jelas dan sistematis.	5	100	Sangat Setuju
2	Pemilihan warna kontras dan selaras.	5	100	Sangat Setuju
3	Tata letak gambar selaras dengan teks.	5	100	Sangat Setuju
4	Teks dapat dibaca dengan jelas.	5	100	Sangat Setuju
5	Penulisan judul, sub judul, serta isi sistematis dan dapat dibedakan.	4	80	Setuju
6	Semua AR berfungsi dengan baik.	4	80	Setuju
7	Efek animasi tidak mengganggu penggunaan modul terintegrasi AR.	5	100	Sangat Setuju
Jumlah		33	660	Sangat Setuju
Rata-rata		4,71	94,3	Setuju

Sumber : (Data diolah) dari angket

Hasil validasi tahap kedua menunjukkan skor rata-rata sebesar 4,71 dengan presentase 94,3%. Menurut Riduwan dan Akdon (dalam Lepiyanto dan Pratiwi, 2015) jika skor setiap validasi yang didapat memiliki persentase sebesar $\geq 81\%$ menunjukkan kriteria sangat baik.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Hasil Validasi Tahap Pertama dan Tahap Kedua.

Uji Coba Kelompok Kecil

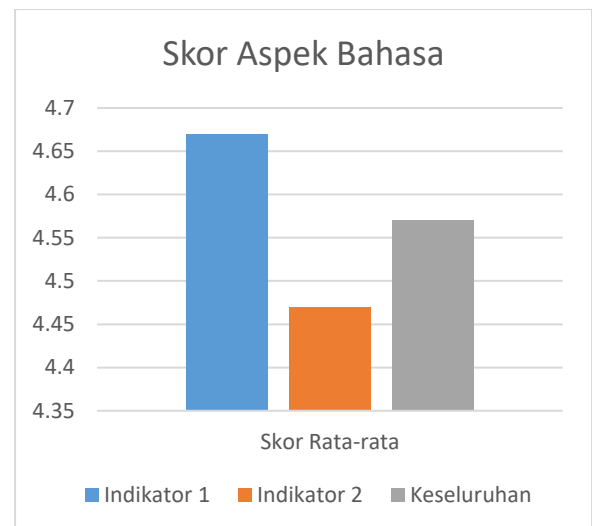
Tabel 4. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil Aspek Bahasa

No	Indikator Penilaian	Rata-rata	%	Kategori
1	Teks pada modul terintegrasi AR mudah dibaca dan jelas.	4,67	93,33	Sangat Baik
2	Bahasa dan kalimat dalam modul terintegrasi AR mudah dipahami.	4,47	89,33	Sangat Baik
	Rata-rata	4,57	91,33	Sangat Baik

Sumber : (Data diolah) dari angket

Berdasarkan data hasil uji coba kelompok kecil pada aspek Bahasa, terdapat dua indikator pertanyaan yang termasuk dalam aspek Bahasa diisi oleh 15 peserta didik. Berikut interpretasi data hasil uji coba aspek bahasa:

- a. Indikator teks pada modul terintegrasi AR mudah dibaca dan jelas mendapatkan skor rata-rata 4,67 dengan persentase sebesar 93,99% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- b. Indikator bahasa dan kalimat dalam modul terintegrasi AR mudah dipahami mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,47 dengan persentase sebesar 89,33% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- c. Secara keseluruhan, aspek Bahasa mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,57 dengan persentase sebesar 91,33%, hal tersebut menunjukkan bahwa modul terintegrasi AR yang dikembangkan secara Bahasa sudah sangat baik dan dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran peserta didik.



Gambar 4. Skor Aspek Bahasa

Tabel 5. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil Aspek Materi

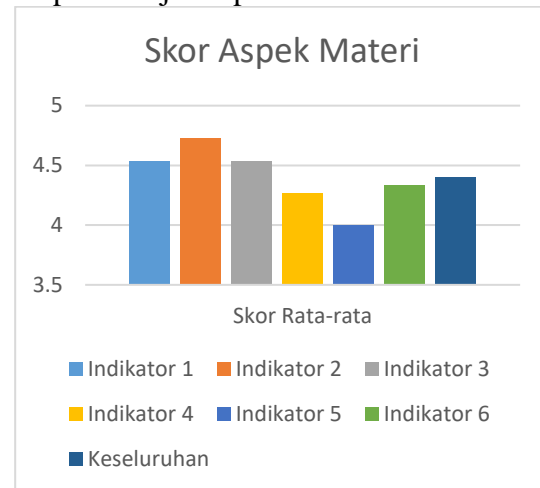
No	Indikator Penilaian	Rata-rata	%	Kategori
1	Modul terintegrasi AR mudah digunakan.	4,53	90,67	Sangat Baik
2	Modul terintegrasi AR bisa digunakan sebagai sumber referensi belajar.	4,73	94,67	Sangat Baik
3	Isi dan gambar didalam modul terintegrasi AR sesuai dengan materi.	4,53	90,67	Sangat Baik
4	Menjadi lebih paham dengan materi Sistem Rangka Manusia setelah membaca modul terintegrasi AR.	4,27	85,33	Sangat Baik
5	Penyajian modul terintegrasi AR mendorong saya untuk belajar mandiri.	4,00	80,00	Baik
6	Saya paham mengenai materi yang ada pada modul terintegrasi AR.	4,33	86,67	Sangat Baik
	Rata-rata	4,4	88	Sangat Baik

Sumber: Angket respon peserta didik

Berdasarkan data hasil uji coba kelompok kecil pada aspek materi, terdapat enam indikator pertanyaan yang termasuk dalam aspek materi diisi oleh 15 peserta didik. Berikut interpretasi data hasil uji coba aspek materi:

- a. Indikator modul terintegrasi AR mudah digunakan mendapatkan skor rata-rata 4,53 dengan pesrentase sebesar 90,67% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- b. Indikator modul terintegrasi AR bisa digunakan sebagai sumber referensi belajar mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,73 dengan persentase sebesar 94,67% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- c. Indikator isi dan gambar didalam modul terintegrasi AR sesuai dengan materi mendapatkan skor rata-rata 4,53 dengan pesrentase sebesar 90,67% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- d. Indikator menjadi lebih paham dengan materi Sistem Rangka Manusia setelah membaca modul terintegrasi AR mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,27 dengan persentase sebesar 85,33% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- e. Indikator penyajian modul terintegrasi AR mendorong saya untuk belajar mandiri mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,00 dengan persentase sebesar 80% menunjukkan bahwa indikator ini sudah baik menurut peserta didik.
- f. Indikator saya paham mengenai materi yang ada pada modul terintegrasi AR mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,33 dengan persentase sebesar 86,67% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- g. Secara keseluruhan, aspek Bahasa mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,4 dengan persentase sebesar 88%, hal tersebut menunjukkan bahwa modul terintegrasi AR yang dikembangkan secara Materi sudah sangat baik dan

dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran peserta didik.



Gambar 5. Skor Aspek Materi

Tabel 6. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil Aspek Desain

No	Indikator Penilaian	Rata-rata	%	Kategori
1	Desain modul terintegrasi AR baik dan menarik.	4,67	93,33	Sangat Baik
2	Warna sampul menarik.	4,07	81,33	Sangat Baik
3	Petunjuk penggunaan modul terintegrasi AR mudah dimengerti.	4,20	84,00	Sangat Baik
4	Tertarik belajar Biologi materi Sistem Rangka dengan modul terintegrasi AR, karena gambarnya menarik.	4,20	84,00	Sangat Baik
Rata-rata		4,28	85,67	Sangat Baik

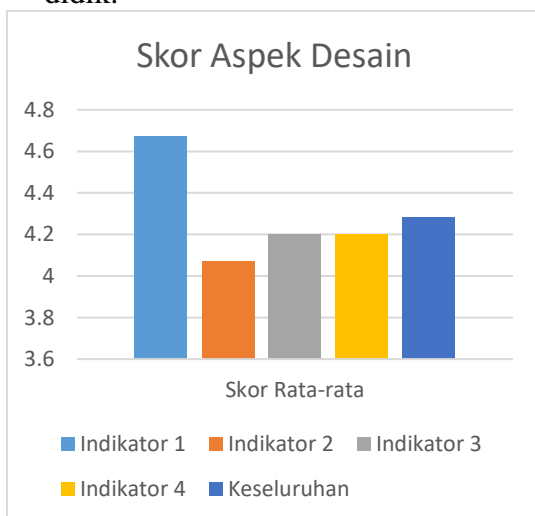
Sumber: Angket respon peserta didik

Berdasarkan data hasil uji coba kelompok kecil pada aspek desain, terdapat empat indikator pertanyaan yang termasuk dalam aspek materi diisi oleh 15 peserta didik. Berikut interpretasi data hasil uji coba aspek materi:

- a. Indikator desain modul terintegrasi AR baik dan menarik mendapatkan skor rata-rata 4,67 dengan pesrentase

sebesar 93,33% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.

- b. Indikator warna sampul menarik mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,07 dengan persentase sebesar 81,33% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- c. Indikator petunjuk penggunaan modul terintegrasi AR mudah dimengerti mendapatkan skor rata-rata 4,20 dengan persentase sebesar 84% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik” menurut peserta didik.
- d. Indikator tertarik belajar Biologi materi Sistem Rangka dengan modul terintegrasi AR, karena gambarnya menarik mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,20 dengan persentase sebesar 84% menunjukkan bahwa indikator ini sudah sangat baik menurut peserta didik.
- e. Secara keseluruhan, aspek Desain mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,28 dengan persentase sebesar 85,67%, hal tersebut menunjukkan bahwa modul terintegrasi AR yang dikembangkan secara desain sudah sangat baik dan dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran peserta didik.



Gambar 6. Skor Aspek Desain

PEMBAHASAN

Deskripsi Produk

Produk akhir yang dihasilkan setelah melakukan seluruh rangkaian tahapan penelitian pengembangan yaitu Modul Pembelajaran Biologi Terintegrasi *Augmented reality* (AR) yang dirancang untuk peserta didik kelas XI SMA pada materi Sistem Rangka Manusia. Modul ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif, visual, dan mendalam dengan memanfaatkan teknologi AR. Penggunaan teknologi ini selaras dengan pendapat Dede dkk. (2019), yang menyatakan bahwa “*augmented reality* mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran karena dapat menyajikan informasi dalam bentuk visual dan interaktif yang lebih mudah dipahami”.

Modul ini dirancang dengan pendekatan sistematis, menyajikan konsep sistem rangka manusia secara bertahap mulai dari struktur tulang, jenis-jenis tulang, hingga fungsinya dalam tubuh manusia. Setiap bagian materi dilengkapi dengan ilustrasi, diagram, dan infografis yang memperjelas konsep secara visual. Hal ini sesuai dengan teori Mayer (2019) dalam *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, yang menyatakan bahwa “pembelajaran dengan kombinasi teks dan gambar akan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dibandingkan dengan hanya menggunakan teks saja”.

Salah satu keunggulan utama modul ini adalah integrasi teknologi AR yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi model 3D dari struktur rangka manusia. Siswa dapat mengakses model ini melalui aplikasi yang memungkinkan mereka untuk melihat, memutar, dan memperbesar tampilan struktur tulang secara *real-time*. Menurut Azuma (2017), “*augmented reality* merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual ke dalam dunia nyata secara interaktif dan *real-time*, sehingga memberikan pengalaman belajar

yang lebih mendalam”. Dengan adanya fitur ini, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoretis tetapi juga dapat melihat representasi visual yang lebih konkret dari struktur rangka manusia.

Modul ini juga dilengkapi dengan berbagai latihan dan evaluasi yang bertujuan untuk mengasah keterampilan berpikir kritis siswa. Latihan ini terdiri dari pertanyaan berbasis aplikasi AR, di mana siswa dapat menjawab pertanyaan dengan berinteraksi langsung dengan model 3D. Pendekatan ini didukung oleh teori Bloom, yang menyatakan bahwa “pembelajaran yang efektif harus mencakup aspek analisis, sintesis, dan evaluasi untuk meningkatkan pemahaman yang lebih mendalam”. Dengan adanya evaluasi interaktif ini, siswa dapat lebih memahami konsep secara aplikatif.

Modul ini juga menyediakan panduan bagi guru dan siswa untuk memastikan pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran dapat berjalan dengan optimal. Panduan ini mencakup langkah-langkah penggunaan aplikasi AR, cara mengakses model 3D, serta strategi pembelajaran berbasis proyek yang dapat diterapkan dalam kelas. Menurut Joyce & Weil (dalam Duraisy, 2017), “pembelajaran berbasis teknologi akan lebih efektif jika disertai dengan instruksi yang jelas agar siswa dapat menggunakannya secara optimal dalam proses belajar-mengajar”. Dengan adanya panduan ini, guru dapat dengan mudah mengintegrasikan modul ini dalam pembelajaran, baik dalam skenario kelas maupun pembelajaran mandiri.

Modul ini dirancang agar mudah diakses oleh siswa, baik dalam format digital maupun cetak. Setiap bagian modul dilengkapi dengan kode QR yang dapat dipindai untuk mengakses fitur AR melalui *smartphone* atau tablet tanpa memerlukan perangkat tambahan yang kompleks. Menurut Davis (dalam Rahmawati & Narsa, 2019) dalam *Technology Acceptance Model (TAM)*, “salah satu faktor utama dalam penerimaan teknologi dalam pendidikan adalah kemudahan

penggunaan (*perceived ease of use*), di mana teknologi harus mudah dipahami dan diakses oleh pengguna agar dapat diterapkan secara efektif dalam pembelajaran”. Dengan desain yang ramah pengguna, modul ini memastikan bahwa siswa dapat menggunakannya tanpa mengalami kesulitan teknis.

Keunggulan Produk

Modul Pembelajaran Biologi Terintegrasi *Augmented reality* (AR) ini memiliki berbagai keunggulan yang membuatnya menjadi inovasi dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran Sistem Rangka Manusia bagi peserta didik SMA kelas XI. Berikut adalah beberapa keunggulan utama dari produk ini:

- 1) Pembelajaran Lebih Interaktif dan Menarik: Modul ini mengintegrasikan teknologi *Augmented reality* (AR) yang memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan model 3D sistem rangka manusia. Siswa dapat melihat, memperbesar, dan memutar model tulang dari berbagai sudut pandang, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak membosankan.
- 2) Meningkatkan Pemahaman Konsep Abstrak: Salah satu tantangan dalam mempelajari sistem rangka manusia adalah memahami bentuk dan fungsi tulang yang sering kali hanya disajikan dalam bentuk gambar dua dimensi di buku teks. Dengan adanya model 3D dalam AR, siswa dapat memahami struktur dan fungsi tulang dengan lebih konkret dan nyata.
- 3) Meningkatkan Motivasi Belajar: Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa untuk belajar. Teknologi AR memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan karena siswa dapat mengeksplorasi materi secara mandiri dan tidak hanya bergantung pada buku teks atau ceramah guru.
- 4) Memfasilitasi Pembelajaran Mandiri: Modul ini dirancang agar siswa dapat

menggunakannya secara mandiri tanpa harus selalu bergantung pada guru. Dengan adanya kode QR yang dapat dipindai menggunakan perangkat seluler, siswa dapat mengakses model AR kapan saja dan di mana saja.

- 5) Mengembangkan Keterampilan Teknologi di Era Digital: Integrasi AR dalam pembelajaran membantu siswa untuk lebih familiar dengan teknologi digital yang semakin berkembang pesat. Penggunaan teknologi ini melatih siswa dalam memanfaatkan perangkat teknologi secara produktif dan meningkatkan literasi digital mereka.
- 6) Dilengkapi dengan Evaluasi: Modul ini tidak hanya menyajikan materi pembelajaran, tetapi juga dilengkapi dengan latihan dan evaluasi yang melatih kemampuan analisis, sintesis, dan evaluasi siswa. Soal-soal dalam modul ini dikembangkan berdasarkan pada pemecahan masalah dan penerapan konsep dalam kehidupan nyata.
- 7) Ramah Pengguna dan Mudah Digunakan: Modul ini dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan, baik oleh guru maupun siswa. Setiap langkah dalam penggunaan teknologi AR dijelaskan secara rinci dalam panduan yang tersedia, sehingga tidak memerlukan keahlian teknologi yang tinggi. Dengan antarmuka yang ramah pengguna, modul ini dapat digunakan oleh semua kalangan tanpa kendala teknis yang berarti.

Kekurangan Produk

Meskipun Modul Pembelajaran Biologi Terintegrasi *Augmented reality* (AR) ini memiliki berbagai keunggulan dalam meningkatkan pengalaman belajar siswa, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan:

- 1) Ketergantungan pada Perangkat dan Koneksi Internet: Salah satu keterbatasan modul ini adalah ketergantungan pada perangkat digital seperti *smartphone* atau tablet serta

koneksi internet yang stabil untuk mengakses fitur AR. Tidak semua peserta didik memiliki akses ke perangkat yang mendukung teknologi ini, sehingga dapat menjadi kendala dalam penerapan secara menyeluruh.

- 2) Kemungkinan Gangguan Teknis: Integrasi AR dalam modul ini dapat menghadapi kendala teknis, seperti kesalahan dalam pemindaian kode QR, kegagalan memuat model 3D, atau keterbatasan kompatibilitas aplikasi dengan berbagai jenis perangkat. Hal ini dapat menghambat kelancaran proses pembelajaran, terutama bagi siswa atau guru yang kurang terbiasa dengan penggunaan teknologi digital dalam Pendidikan
- 3) Kurangnya Interaksi Fisik dengan Objek Nyata: Meskipun AR mampu menghadirkan model 3D yang interaktif, modul ini tetap memiliki keterbatasan dalam memberikan pengalaman langsung dalam mempelajari sistem rangka manusia. Siswa tidak dapat merasakan secara langsung bentuk dan tekstur tulang seperti pada pembelajaran berbasis laboratorium atau menggunakan alat peraga fisik.
- 4) Membutuhkan Pelatihan bagi Guru dan Siswa: Implementasi modul ini memerlukan kesiapan guru dalam mengintegrasikan AR ke dalam metode pembelajaran. Tidak semua guru memiliki pemahaman atau pengalaman dalam menggunakan teknologi AR, sehingga diperlukan pelatihan atau panduan yang lebih intensif.
- 5) Keterbatasan dalam Pengembangan Konten AR: Meskipun modul ini telah menyediakan fitur AR, pengembangannya masih terbatas pada materi sistem rangka manusia. Untuk pembelajaran jangka panjang, dibutuhkan pengembangan lebih lanjut agar dapat mencakup topik biologi lainnya. Oleh karena itu, modul ini masih memerlukan pengembangan lanjutan agar lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Pengembangan modul terintegrasi *Augmented reality* (AR) pada pembelajaran biologi materi sistem rangka manusia untuk peserta didik SMA kelas XI menghasilkan sebuah produk yakni modul yang di dalamnya terdapat konten *augmented reality* yang bisa diakses menggunakan ponsel pintar atau komputer melalui aplikasi *Assemblr Edu*. Setelah dilakukan pengujian dan validasi, produk yang telah dikembangkan telah memenuhi komponen sebagai bahan ajar dalam pembelajaran.

Adapun hasil dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut: Penelitian mengenai pengembangan modul terintegrasi *Augmented reality* pada materi sistem rangka terdiri atas empat tahapan yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Hasil penilaian modul oleh ahli materi mendapatkan persentase kelayakan 100% dengan kriteria “sangat baik”. Penilaian oleh validator ahli desain mendapatkan persentase 94,30% dengan kriteria “sangat baik”.

Respon peserta didik terhadap modul pada aspek bahasa memperoleh skor persentase sebesar 91,33% dengan kriteria “sangat baik”, pada aspek materi memperoleh skor persentase 88% dengan kriteria “sangat baik”, dan pada aspek desain memperoleh skor persentase 85,67% dengan kriteria “sangat baik”. Hasil ujicoba modul menunjukkan bahwa modul terintegrasi *Augmented reality* yang dikembangkan telah layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

SARAN

1. Peserta didik diharapkan dapat memanfaatkan modul terintegrasi *Augmented reality* pada pembelajaran SMA materi Sistem Rangka Manusia.
2. Modul diharapkan dapat digunakan oleh guru untuk menciptakan pembelajaran yang terintegrasi dengan *Augmented*

reality sebagai salah satu sarana dalam meningkatkan pengetahuan dan motivasi belajar siswa.

3. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengimplementasikan modul pada proses pembelajaran untuk mengetahui Tingkat pemahaman siswa
4. Modul terintegrasi *Augmented reality* ini hanya sebatas pada materi Sistem Rangka Manusia, oleh karena itu perlu dikembangkan untuk materi pembelajaran Biologi lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Ataji, H. M. K., Sujarwanta, A., & Muhfahroyin, M. 2021. Pengembangan modul materi virus terintegrasi nilai-nilai islam berbasis e-learning dan QR code. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(2): 166-183. <https://doi.org/10.37058/bioed.v6i2.2985>.
- Azuma, R. T. 2017. Making augmented reality a reality. In *Propagation Through and Characterization of Atmospheric and Oceanic Phenomena* (pp. JT u1F-1). Optica Publishing Group. <https://doi.org/10.1364/3D.2017.JT u1F.1>
- Dede, D., Abdullah, A. G., Mulyanti, B., & Rohendi, D. 2019. Review TVET learning innovation: Augmented reality technology for virtual 3D laboratory. In *Journal of Physics: Conference Series*. 1402(7): 077062. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/7/077062>
- Duraisy, B. R. 2017. Model-Model Pembelajaran (Empat Model Joyce and Weil). *Kota Batu: Educational Technology*. https://www.academia.edu/download/37972031/MODEL_PEMBELAJARAN.pdf
- Istikomah, F. N., Oka, A. A., & Asih, T. 2022. Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis *Group*

- Discovery Learning* (GDL) Untuk Meningkatkan Nilai Kognitif Siswa SMP/MTs. *Edubiologik*. 3(3): 18-28. <https://doi.org/10.24127/edubiologik.v3i2.2854>
- Jumaena, J., Salmilah, S., & Munir, N. P. 2023. Efektivitas Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) Pemodelan Bangun Ruang Terhadap Pemahaman Konsep Geometri Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Refleksi*. 12(3): 149-160. <https://www.p3i.my.id/index.php/refleksi/article/view/292>
- Kaharuddin, K., Pernando, Y., Marfuah, M., & Musliadi, K. H. 2023. Aplikasi Augmented Reality (AR) sebagai media pembelajaran sistem rangka manusia. *Journal of Information System Research (JOSH)*. 4(4): 1168-1175. <https://doi.org/10.47065/josh.v6i3>
- Khasanah, I. A., & Nurmawati, I. 2021. Pengembangan modul digital sebagai bahan ajar biologi untuk siswa kelas XI IPA. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*. 2(1): 34-44. <https://doi.org/10.35719/mass.v2i1.57>
- Kurniawan, D., & Dewi, S. V. 2017. Pengembangan perangkat pembelajaran dengan media screencast-o-matic mata kuliah kalkulus 2 menggunakan model 4-D Thiagarajan. *Jurnal Siliwangi: Seri Pendidikan*. 3(1): 214-219. <https://doi.org/10.37058/jspendidikan.v3i1.193>
- Kusumasari, E. D., Sumarno, S., & Dwijayanti, I. 2024. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar pada pembelajaran bahasa Indonesia berbasis literasi digital pada Kurikulum Merdeka. *Tematik: Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar*. 3(1): 22-29. <https://doi.org/10.57251/tem.v3i1.1399>
- Lepiyanto, A., & Pratiwi, D. 2015. Pengembangan bahan ajar berbasis inkuiri terintegrasi nilai karakter peduli lingkungan pada materi ekosistem. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(2). <http://dx.doi.org/10.24127/bioedukasi.v6i2.344>
- Lestari, N. 2018. Prosedural mengadopsi model 4D dari Thiagarajan suatu studi pengembangan LKM bioteknologi menggunakan model PBL bagi mahasiswa. *Jurnal Teknologi*. 1(1): 56-65. https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jurnal_teknologi/article/view/1170
- Mayer, R. E. 2019. Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. 41(1): 31-48.
- Nurhidayah, Rizky, Dedi Irwandi, & Nanda Saridewi. 2015. Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit. *Journal uinjkt*. 7(1): 37-47. <https://doi.org/10.15408/es.v7i1.1397>
- Oktavia, R. 2022. Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) Pada Pembelajaran Biologi Di SMA 1 Pante Ceureumen Aceh Barat. *Jurnal Bionatural*. 9(2): 26-32. <https://doi.org/10.61290/bio.v9i2.135>
- Rachmawati, A. Y., & Nurchayati, Z. 2024. Strategi Komunikasi Digital Pada Komunitas Nabung Jalan Ngawi dan Implikasinya Dalam Program Filantropi Sosial. *Metta: Jurnal Ilmu Multidisiplin*. 4(2): 55-66. <https://doi.org/10.37329/metta.v4i2.3366>
- Rahmawati, R. N., & Narsa, I. M. 2019. Penggunaan e-learning dengan

technology acceptance model (TAM). *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*. 6(2): 127-136. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jitp>

Setiyadi, M. W. 2017. Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis pendekatan saintifik untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Journal of educational science and technology*. 3(2): 102-112. <https://doi.org/10.26858/est.v3i2.3468>

Sugiarto, A. (2021). Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peredaran Darah. *Madaris: Jurnal Guru Inovatif*. 1(2): 1-13. <https://jurnalmadaris.org/index.php/md/article/view/248>

Wulandari, D. 2017. Pengembangan Kunci Identifikasi Digital Tumbuhan Dikotil Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Peserta Didik Sma Kelas X Sma Yp Unila Bandar Lampung. *Doctoral dissertation*. UIN Raden Intan Lampung. <https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/1812>