



# Pengembangan Augmented Reality Book Anatomi Manusia Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas V SD

I Ketut Tunas Alit Saputra<sup>1,\*</sup>, I Gede Bendesa Subawa<sup>2</sup>, Made Susi Lissia Andayani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik dan Kejuruan, Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>tunas@undiksha.ac.id, <sup>2</sup>bendesa.subawa@undiksha.ac.id, <sup>3</sup>mandayani@undiksha.ac.id

Email Penulis Korespondensi: tunas@undiksha.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini dilatarbelakangi oleh sifat abstrak materi anatomi manusia pada mata pelajaran IPAS kelas V Sekolah Dasar serta keterbatasan media visual yang konkret dan interaktif. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji kelayakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* bernama OrgARn guna menyediakan visualisasi konkret yang mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang meliputi tahap *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*. Pengujian melibatkan 48 responden melalui instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ) dan uji *blackbox*. Hasil validasi ahli isi dan media menunjukkan kualifikasi “Sangat Tinggi” (Sangat Valid), sementara evaluasi pengalaman pengguna (UEQ) menempatkan seluruh dimensi pada kategori “Excellent” (10% produk terbaik dunia), dengan skor rata-rata tertinggi pada aspek *Dependability* sebesar 2,932. Secara praktis, OrgARn memberikan kontribusi signifikan dibandingkan media konvensional melalui fitur interaksi *real-time* dan model anatomi 360 derajat yang menjawab kebutuhan visualisasi sistem biologis secara konkret di ruang kelas.

**Kata Kunci:** Anatomi Manusia; *Augmented Reality Book*; IPA SD; MDLC; Media Pembelajaran

**Abstract**—This research is motivated by the abstract nature of human anatomy topics in the Science and Social Sciences (IPAS) subject for fifth-grade elementary school students, as well as the limitations of concrete and interactive visual media. The objective of this study is to develop and evaluate the feasibility of an Augmented Reality-based learning medium named OrgARn to provide concrete visualizations capable of enhancing students' conceptual understanding. This study employs a Research and Development (R&D) approach using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model, which includes the stages of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Testing involved 48 respondents using the User Experience Questionnaire (UEQ) instrument and black-box testing. The results of content and media expert validations indicated a “Very High” (Highly Valid) qualification, while the user experience evaluation (UEQ) placed all dimensions in the “Excellent” category (top 10% of products worldwide), with the highest average score of 2.932 obtained in the Dependability aspect. Practically, OrgARn provides a significant contribution compared to conventional media through real-time interaction features and 360-degree anatomical models that address the need for concrete visualization of biological systems in the classroom.

**Keywords:** Augmented Reality Book; Human Anatomy; Learning Media; MDLC; Science for Elementary School

## 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) di sekolah dasar memegang peranan fundamental dalam menanamkan pemahaman awal siswa terhadap fenomena alam dan kehidupan di sekitarnya (Iqbal, 2025). IPAS bukan sekadar mengenalkan fakta ilmiah, melainkan sarana menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, analitis, serta sikap ilmiah sejak dini (Rahmadhani & Helsa, 2025). Tantangan utama dalam pembelajaran ini adalah sifat materi yang kompleks dan abstrak, terutama pada topik sistem biologis. Konsep anatomi manusia memerlukan visualisasi spasial dan pemahaman proses dinamis yang sering kali tidak efektif jika hanya disampaikan melalui media tekstual atau dua dimensi (Iqbal, 2025).

Secara spesifik, efektivitas pemahaman konsep yang kompleks sangat bergantung pada bagaimana informasi tersebut direpresentasikan kepada siswa. Media pembelajaran yang ideal harus mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan multisensori untuk memperkuat daya ingat (Nurhatmi, 2025). Tanpa adanya visualisasi yang memadai, siswa cenderung hanya menghafal nama organ tanpa memahami struktur ruang dan fungsinya secara mendalam. Hal ini menciptakan kesenjangan antara capaian kurikulum yang mengharapakan pemahaman kontekstual dengan realitas pemahaman siswa yang masih bersifat superfisial.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SD Negeri 7 Bondalem, SD Negeri 3 Amerta Bhuana, dan SD Negeri 3 Sebudi, ditemukan kesenjangan signifikan antara kondisi ideal dan realitas pembelajaran di lapangan. Proses pembelajaran materi organ tubuh manusia masih didominasi metode konvensional dengan ketergantungan tinggi pada buku teks yang menyajikan ilustrasi dua dimensi terbatas. Ketiadaan model anatomi tiga dimensi dan laboratorium sains yang memadai, ditambah dengan akses internet tidak stabil, menyebabkan siswa kesulitan membayangkan hubungan spasial serta proses fisiologis organ yang bersifat dinamis. Kondisi ini membuat pembelajaran menjadi kurang bermakna karena minimnya kesempatan siswa untuk melakukan eksplorasi mandiri. Secara teoretis, keterbatasan alat peraga fisik memang menjadi hambatan klasik karena pengadaannya membutuhkan biaya besar dan sering kali menempatkan guru sebagai pusat instruksi daripada memfasilitasi keaktifan siswa (Elisa & Herlina, 2023). Meskipun pemanfaatan media video animasi telah dicoba sebagai alternatif untuk meningkatkan efektivitas penyampaian materi (Husna et al., 2023), namun media berbasis video cenderung bersifat pasif dan satu arah. Hal tersebut belum



sepenuhnya mengakomodasi prinsip pembelajaran konstruktivistik yang menekankan pentingnya interaksi aktif siswa dalam membangun pengetahuannya (Wahyudi et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan inovasi media yang tidak hanya unggul secara visual, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk berinteraksi secara aktif dalam memahami objek-objek biologis yang abstrak (Agustira & Rahmi, 2022).

Sebagai pisau analisis dalam pengembangan ini, penelitian menggunakan landasan Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia. Teori ini menekankan bahwa pemahaman akan lebih optimal ketika siswa memproses informasi melalui saluran visual dan verbal secara simultan (Nurhatmi, 2025). Selain itu, penerapan prinsip-prinsip desain visual seperti Gestalt sangat penting dalam pengembangan media agar pesan yang disampaikan dapat meningkatkan memori dan pemahaman (Mubarak, 2023). Dengan menggabungkan elemen visual 3D dan audio, media yang dikembangkan akan memenuhi prinsip *dual coding* yang mendukung proses kognitif siswa dalam membangun representasi mental yang akurat mengenai organ tubuh.

Beberapa kajian relevan dalam rentang 2021–2025 menunjukkan efektivitas teknologi ini dalam pendidikan anatomi. Secara global, Bölek et al. (2021) menyimpulkan bahwa AR merupakan suplemen yang sangat layak bagi pendidikan anatomi tradisional. Di Indonesia, Setiawan et al. (2023) berhasil mengembangkan aplikasi ANAR yang membuktikan bahwa kombinasi visual 3D dan audio mampu memberikan gambaran spasial yang lebih jelas dibandingkan media konvensional. Selanjutnya, Musthofa et al. (2024) menerapkan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) untuk memvisualisasikan lima organ utama manusia, meskipun dalam aspek desain antarmuka belum sepenuhnya mengoptimalkan prinsip-prinsip *Gestalt* untuk kenyamanan navigasi pengguna. Di sisi lain, penggunaan platform pihak ketiga seperti Assemblr telah dilakukan oleh Murdhani et al. (2023), namun model ini memiliki ketergantungan tinggi pada koneksi internet (*online-based*). Sementara, Murdhani et al. (2023) telah mengembangkan fitur kuis interaktif berbasis Unity, namun interaksi evaluasinya masih terbatas pada penekanan tombol di layar perangkat digital.

Kendati berbagai kajian tersebut telah mengonfirmasi manfaat AR, terdapat celah (*gap*) yang belum terselesaikan, yakni dominasi interaksi yang sepenuhnya bersifat digital (*screen-based*) dan ketergantungan pada akses internet yang sering kali tidak stabil di lingkungan sekolah dasar. Celah inilah yang memunculkan *novelty* atau kebaruan substansial dalam penelitian ini. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pengembangan media ini menghadirkan format *Augmented Reality Book* yang dirancang secara hibrida dan dapat diakses secara offline. Kebaruan utama terletak pada integrasi narasi tekstual buku fisik dengan visualisasi 3D yang mendetail pada organ pernapasan dan pencernaan secara terpisah. Selain itu, aspek pembeda yang signifikan adalah mekanisme evaluasi yang tidak lagi menggunakan tombol layar, melainkan menggunakan kartu fisik (*physical card*) sebagai penanda jawaban kuis. Pendekatan ini tidak hanya mengedepankan aspek visual, tetapi juga melibatkan interaksi kinestetik siswa, serta menerapkan prinsip-prinsip desain *Gestalt* secara menyeluruh untuk menciptakan antarmuka yang intuitif bagi siswa kelas V SD.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak akan media pembelajaran yang ekonomis namun canggih guna mengatasi keterbatasan alat peraga fisik di sekolah dasar. Atas dasar tersebut, fokus utama penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang sistematis dan valid untuk materi anatomi manusia pada mata pelajaran IPAS di kelas V. Melalui pengembangan media dalam format *AR Book*, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pengembangan produk sekaligus menganalisis respons guru dan siswa terhadap efektivitas penggunaannya di dalam kelas. Kontribusi penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi inovatif bagi pendidik dalam menjelaskan fenomena biologis yang kompleks secara kontekstual. Bagi siswa, media ini memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif. Dalam jangka panjang, implementasi media ini tidak hanya berperan signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains, tetapi juga menjadi stimulan bagi penguatan literasi digital di sekolah dasar, khususnya di wilayah perdesaan, agar mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi instruksional yang inklusif dan mutakhir.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Dasar Penelitian

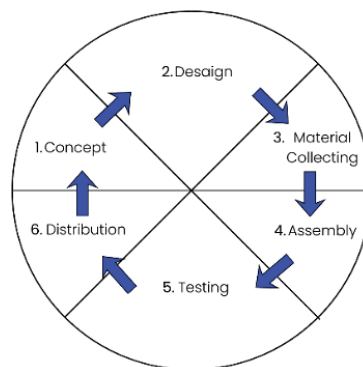
Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk media pembelajaran inovatif sekaligus menguji efektivitas dan praktikalitasnya dalam konteks pendidikan dasar (Yuwana & Indarti, 2023). Produk yang dikembangkan berupa *Augmented Reality Book* bertajuk “Anatomi Manusia” yang mengintegrasikan buku fisik dengan teknologi AR berbasis *marker QR-Code*. Pengembangan ini dilaksanakan di Kabupaten Buleleng dengan melibatkan siswa kelas V di tiga sekolah dasar, yaitu SD Negeri 7 Bondalem, SD Negeri 3 Amerta Bhuana, dan SD Negeri 3 Sebudi, dengan melibatkan 48 responden yang terdiri dari siswa kelas V dan guru sebagai subjek uji coba. Variabel penelitian terdiri dari penggunaan *AR Book* sebagai variabel bebas, serta peningkatan pemahaman konsep dan respons pengguna sebagai variabel terikat. Dalam konteks ini, variabel pemahaman konsep diukur secara kuantitatif melalui perbandingan skor tes guna melihat efektivitas media, sementara respons pengguna diukur melalui skala persepsi pada kuesioner pengalaman pengguna.

Kerangka dasar penelitian ini dibangun atas fenomena sulitnya siswa sekolah dasar dalam memvisualisasikan sistem biologis yang bersifat abstrak dan dinamis, khususnya sistem pernapasan dan pencernaan. Keterbatasan alat peraga anatomi di sekolah menyebabkan proses pembelajaran cenderung tekstual dan kurang interaktif. Oleh karena itu,

penelitian ini mengembangkan media hibrida yang menggabungkan teks naratif buku dengan objek digital 3D untuk menghadirkan pengalaman belajar yang imersif dan kontekstual. Penggunaan kartu fisik (*card*) sebagai mekanisme menjawab kuis dalam aplikasi dirancang untuk menciptakan interaksi kinestetik yang lebih hidup dibandingkan tombol digital konvensional pada layar.

Dalam pengembangan teknisnya, teknologi *Augmented Reality* (AR) dipilih karena kemampuannya memproyeksikan struktur organ manusia yang kompleks ke dalam lingkungan nyata melalui perangkat Android secara *offline*. QR-Code yang disematkan dalam buku berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) yang ketika dipindai akan menampilkan visualisasi 3D yang mendetail, lengkap dengan keterangan teks dan audio (Musthofa et al., 2024). Melalui integrasi ini, siswa dapat mempelajari hubungan spasial antar organ secara mandiri dan dinamis, sehingga diharapkan mampu mengatasi keterbatasan visualisasi dua dimensi pada buku paket konvensional.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahapan: *Concept*, *Design*, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution* (Roedavan et al., 2022). Alur pengembangan sistematis tersebut digambarkan secara mendetail dalam Kerangka Penelitian pada Gambar 1. Model ini dipilih karena strukturnya yang sistematis dalam memfasilitasi pengembangan produk berbasis audio-visual, mulai dari perancangan aset organ 3D, penyusunan buku fisik, hingga integrasi sistem kuis berbasis kartu.



**Gambar 1.** Kerangka Penelitian (MDLC)

Berdasarkan Gambar 1 di atas, tahapan MDLC memastikan setiap elemen multimedia, termasuk navigasi yang berbasis prinsip Gestalt, dikembangkan secara terukur untuk menjamin kenyamanan dan kemudahan pengguna (*User Experience*). Untuk menguji kelayakan dan efektivitas produk, penelitian ini menggunakan teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif. Evaluasi produk dilakukan melalui uji validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memastikan akurasi konten biologi serta stabilitas teknis sistem AR. Selanjutnya, respon pengguna dikumpulkan melalui kuesioner praktikalitas untuk mengukur tingkat penerimaan guru dan siswa terhadap penggunaan *AR Book*. Dengan kerangka dasar ini, diharapkan media yang dihasilkan tidak hanya menjadi alat peraga alternatif yang ekonomis, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam transformasi digital pembelajaran sains di sekolah dasar.

## 2.2 Tahapan Pengembangan

Alur pengembangan media "Organ Dalam Manusia" ini berpedoman pada kerangka yang disajikan pada Gambar 1, dengan mengadopsi metode *Research and Development* (R&D) melalui model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Mengingat fase MDLC telah dipaparkan secara umum, bagian ini akan merinci aplikasi teknis *Augmented Reality* dalam visualisasi anatomi, prosedur validasi oleh pakar, serta mekanisme evaluasi respons pengguna di sekolah mitra.

### 2.2.1 Penerapan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC)

Pemilihan MDLC didasarkan pada efektivitasnya dalam mengelola proyek multimedia yang kompleks. Seluruh proses pengembangan ini dilaksanakan selama empat bulan, terhitung sejak Januari hingga Februari 2026, yang mencakup kegiatan pra-produksi hingga uji coba lapangan. Proses pengembangan dilakukan secara terstruktur melalui enam tahapan: *Concept* (pendefinisian tujuan dan sasaran pengguna), *Design* (perancangan *storyboard*, arsitektur sistem, dan UI), *Material Collecting* (pengumpulan serta pembuatan aset 3D anatomi dan audio), *Assembly* (penggabungan seluruh aset digital dalam mesin pengembang Unity), *Testing* (uji fungsi melalui *black-box testing* dan validasi ahli), serta *Distribution* (penerapan dan penyerahan media di tiga sekolah mitra di Kabupaten Buleleng). Integrasi yang terjadwal ini memastikan buku fisik dan aplikasi pendukung dapat beroperasi secara sinkron untuk memfasilitasi kebutuhan belajar siswa kelas V SD dalam memahami materi anatomi manusia secara mendalam.

### 2.2.2 Pemanfaatan Teknologi AR dalam Pembelajaran IPAS

Teknologi *Augmented Reality* difungsikan sebagai jembatan untuk memproyeksikan ilustrasi organ dalam yang sebelumnya bersifat statis pada buku teks menjadi model tiga dimensi yang interaktif. Dengan memanfaatkan metode *marker-based tracking* melalui QR-Code, aplikasi mampu menampilkan detail anatomi sistem pernapasan dan pencernaan secara real-time. Fitur ini memungkinkan siswa mengamati struktur organ secara menyeluruh (360-degree



view) serta mendapatkan informasi tambahan melalui audio nama latin dan teks penjelasan, sehingga memberikan pengalaman visual yang lebih konkret dan mendalam.

### 2.2.3 Cakupan Materi: Sistem Pernapasan dan Pencernaan

Materi yang dikembangkan merujuk pada Capaian Pembelajaran (CP) kurikulum sekolah dasar yang berfokus pada struktur dan fungsi anatomi manusia. Konten dalam *AR Book* ini disusun secara spesifik ke dalam beberapa bagian, mulai dari organ pernapasan (hidung hingga paru-paru) dan organ pencernaan (mulut hingga usus). Kebaruan dalam media ini terletak pada integrasi kuis interaktif yang menggunakan kartu fisik (*Physical Card*) sebagai media jawab. Untuk meminimalkan risiko galat (*error*) saat memindai banyak *marker* sekaligus, setiap kartu dirancang dengan pola visual yang unik dan kontras tinggi menggunakan algoritma *Natural Feature Tracking* (NFT). Selain itu, sistem dikembangkan dengan logika *Single Marker Detection* yang dipadukan dengan jarak pandang kamera yang terbatas (*limited field of view*), sehingga aplikasi hanya akan memproses satu kartu dengan tingkat keyakinan (*confidence level*) tertinggi yang berada di fokus utama kamera. Mekanisme ini menuntut siswa mengarahkan kamera secara spesifik ke kartu jawaban yang dipilih, yang kemudian divalidasi oleh sistem sebagai umpan balik langsung (benar/salah), sehingga menciptakan aktivitas belajar yang bersifat kinestetik dan presisi.

### 2.2.4 Mekanisme Validasi dan Uji Kelayakan

Untuk menjamin kualitas produk sebelum diimplementasikan, dilakukan serangkaian pengujian teknis dan substansial. Validasi dilakukan oleh ahli materi untuk memeriksa akurasi konsep biologi serta ahli media untuk menilai aspek desain dan kegunaan. Instrumen penilaian menggunakan lembar validasi yang kemudian dianalisis menggunakan metode Gregory. Tingkat kelayakan produk ditentukan berdasarkan skor perolehan untuk mengklasifikasikan media ke dalam kategori "Sangat Valid", "Cukup Valid", atau memerlukan revisi. Selain itu, uji *black-box* dilakukan secara internal untuk memastikan seluruh tombol, navigasi, dan fungsi pemindaian *marker* pada buku dapat bekerja stabil pada berbagai perangkat Android.

### 2.2.5 Analisis Respon Pengguna dan Praktikalitas

Tahap akhir evaluasi melibatkan pengumpulan data respons dari guru dan siswa melalui kuesioner praktikalitas setelah penggunaan media di kelas. Aspek yang diukur mencakup daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan (*dependability*), stimulasi, dan kebaruan aplikasi. Data respons dari 48 responden dikumpulkan menggunakan instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ) dengan skala Likert 1–7. Untuk menentukan kategori kualitas pengalaman pengguna, skor tersebut dikonversi ke dalam skala nilai -3 hingga +3 menggunakan *UEQ Data Analysis Tool*. Hasil rata-rata (*mean*) dari setiap aspek kemudian dibandingkan dengan *benchmark* global UEQ guna menentukan posisi kualitas media "Anatomi Manusia" dibandingkan dengan ribuan produk lainnya.

Sementara, untuk mengukur tingkat validitas dari ahli isi dan ahli media, digunakan rumus koefisien validitas Gregory sebagai berikut:

$$V = \frac{D}{A+B+C+D} \quad 1 \quad (1)$$

Di mana V adalah koefisien validitas, dan D merupakan jumlah butir yang disetujui oleh kedua pakar (relevansi kuat). Hasil perhitungan tersebut diklasifikasikan ke dalam kriteria validitas untuk menentukan kualifikasi kelayakan media. Proses analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat keunggulan media, konsistensi pengalaman pengguna saat berinteraksi dengan teknologi AR, serta menjadi dasar dalam menilai kekuatan dan keterbatasan produk sebagai solusi inovatif untuk mengatasi minimnya alat peraga di sekolah dasar.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penelitian

Produk akhir dari penelitian *Research and Development* (R&D) ini berupa aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* bernama OrgARn, yang dikembangkan melalui enam tahapan MDLC (*Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution*) sebagai media interaktif untuk memvisualisasikan struktur dan fungsi sistem pernapasan serta pencernaan manusia bagi siswa kelas V Sekolah Dasar. Pengembangan ini disertai dengan rangkaian pengujian komprehensif yang meliputi uji fungsional (*Blackbox*), validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta uji respons pengguna, yang secara keseluruhan menunjukkan bahwa aplikasi OrgARn layak dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran konkret yang mampu meningkatkan pemahaman siswa dibandingkan metode konvensional.

#### 3.1.1 Hasil Tahap Pengonsepan (*Concept*)

Pada tahap *Concept*, dilakukan analisis mendalam terhadap kesenjangan antara kondisi ideal pembelajaran dengan fakta di lapangan guna merumuskan solusi berbasis *Augmented Reality* (AR) yang relevan dengan kebutuhan siswa. Proses ini mencakup identifikasi tujuan pengembangan, penetapan target pengguna, serta penentuan spesifikasi umum *output* yang diharapkan sebagai fondasi utama dalam perancangan media pembelajaran. Seluruh hasil analisis tersebut kemudian disintesis menjadi konsep dasar produk yang berfungsi sebagai pedoman sistematis dalam setiap fase



pengembangan. Rincian indikator mengenai arah dan spesifikasi pengembangan media AR “Anatomi Manusia” disajikan secara ringkas pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengkonsepan Produk AR

No.	Komponen	Hasil Pengkonsepan	Keterangan
1	Judul	OrgARn.	Nama OrgARn, singkatan dari <i>Organ Augmented Reality Anatomy</i> , dipilih karena sifatnya yang intuitif dan representatif terhadap tujuan pengembangan produk. Nama ikonik ini secara spesifik menggambarkan fungsi utama produk dalam memvisualisasikan sistem pernapasan dan pencernaan manusia secara konkret melalui teknologi <i>Augmented Reality</i> (AR).
2	Jenis Multimedia	<i>Augmented Reality</i> (AR).	Teknologi <i>Augmented Reality</i> (AR) pada gawai Android diimplementasikan untuk menyajikan visualisasi 3D sistem pernapasan dan pencernaan manusia secara <i>real-time</i> . Integrasi ini memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan objek virtual dalam lingkungan nyata, sehingga mampu mengubah materi abstrak menjadi pengalaman belajar yang interaktif dan konkret.
3	Pengguna	Siswa Kelas V Sekolah Dasar	Pemilihan siswa kelas V sebagai target didasarkan pada kesesuaian kurikulum materi sistem organ manusia dan karakteristik perkembangan kognitif mereka pada tahap konkret-operasional. Penggunaan media AR dinilai sangat tepat karena mampu memanifestasikan konsep abstrak menjadi objek nyata yang mudah dipahami oleh siswa di jenjang tersebut.
4	Tujuan	Menciptakan aplikasi <i>Augmented Reality</i> (AR) sebagai media pembelajaran untuk organ pernapasan dan pencernaan manusia.	Aplikasi ini hadir sebagai solusi adaptif yang mendukung akses nirkoneksi ( <i>offline</i> ), sehingga dapat digunakan tanpa ketergantungan pada jaringan internet. Selain itu, media digital ini menawarkan efisiensi biaya yang lebih tinggi dibandingkan manekin fisik konvensional yang mahal dan memerlukan perawatan khusus.
5	Material	Objek 3 dimensi (.fbx/.blend) masing–masing organ pernapasan dan pencernaan manusia. Penjelasan atau materi dari masing–masing organ. Audio (.wav) untuk menjelaskan masing–masing organ.	Objek virtual 3 dimensi digunakan untuk merepresentasikan objek organ dalam manusia (pernapasan dan pencernaan) yang sebenarnya pada perangkat pengguna. Materi digunakan untuk menjelaskan secara detail apa dan fungsi dari masing–masing organ berbasis teks. Audio digunakan sebagai penjelasan tambahan tiap organ berbasis suara.
6	Luaran	Aplikasi <i>Mobile</i> OrgARn berbasis Android (.apk)	Pemilihan spesifikasi ini bertujuan untuk menjamin stabilitas performa <i>Augmented Reality</i> (AR), mengatasi kendala keterbatasan akses internet, serta memastikan konsistensi konten materi organ agar tetap utuh dan tidak berubah-ubah di dalam aplikasi.







Tabel 1 menunjukkan bahwa pengembangan OrgARn dirancang sebagai media pembelajaran hibrida yang mengutamakan aksesibilitas *offline* dan efisiensi biaya. Konsep ini menekankan pada penggunaan aset multimedia yang komprehensif (3D, teks, dan audio) untuk memenuhi kebutuhan belajar kinestetik dan visual siswa sekolah dasar pada materi anatomi.

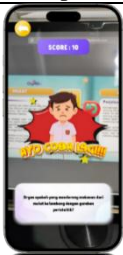




### 3.1.2 Hasil Tahap Desain (*Design*)

Perancangan aplikasi OrgARn diawali dengan penyusunan *Use Case Diagram* untuk memetakan interaksi antara pengguna (*actor*) dengan seluruh fungsi sistem. Dalam diagram ini, pengguna memiliki akses penuh dari halaman menu utama menuju berbagai fitur utama, seperti Kamera AR untuk visualisasi organ, akses Kartu AR, Kuis AR, hingga menu panduan dan pengaturan audio. Struktur ini dirancang untuk memastikan navigasi aplikasi berjalan secara hierarkis, di mana halaman utama berfungsi sebagai titik sentral kendali bagi pengguna sebelum mengeksplorasi konten edukasi lebih dalam. Selanjutnya, alur kerja aplikasi diperinci melalui *Activity Diagram* yang mengilustrasikan urutan aktivitas pengguna pada setiap fitur secara spesifik. Diagram ini mencakup logika sistem mulai dari proses *loading*, pendeteksian *marker* pada fitur Kamera AR yang memicu kemunculan objek 3D dan audio, hingga mekanisme pengambilan keputusan pada fitur Kuis AR yang menampilkan skor akhir. Selain itu, diagram ini juga mengatur alur teknis terkait manajemen *background* dan prosedur konfirmasi keluar aplikasi guna menjamin pengalaman pengguna yang sistematis dan minim kendala operasional.

Sebagai visualisasi akhir dari konsep dan alur yang telah disusun, dirancang antarmuka aplikasi dalam bentuk *High Fidelity Design* yang memperhatikan aspek estetika dan ergonomi bagi siswa kelas V Sekolah Dasar. Perancangan ini mengintegrasikan elemen visual, tipografi, dan tata letak yang menarik untuk menciptakan kesan interaktif namun tetap fungsional. Detail representasi visual dari antarmuka aplikasi OrgARn tersebut, yang menjadi acuan utama dalam tahap pengembangan sistem, disajikan secara sistematis pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Perancangan *High Fidelity Design* OrgARn

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Halaman Utama		<p>Halaman Utama OrgARn mengusung estetika ramah anak dengan navigasi intuitif yang menerapkan prinsip Gestalt. Prinsip <i>Proximity</i> dan <i>Similarity</i> digunakan dalam pengelompokan ikon fitur utama (Kamera, Kartu, dan Kuis AR), sementara <i>Common Region</i> memisahkan menu pendukung untuk menjamin navigasi sistematis, keterbacaan optimal, serta kenyamanan akses bagi siswa Sekolah Dasar.</p>
Kamera AR		<p>Halaman Kamera AR memvisualisasikan objek 3D dan audio penjelasan melalui pemindaian <i>marker</i>. Desainnya menerapkan prinsip <i>Gestalt</i> melalui pendekatan <i>figure-ground</i> agar objek organ tampak menonjol, serta prinsip <i>Prägnanz</i> (kesederhanaan) untuk menjamin tampilan minimalis yang fokus pada materi tanpa distraksi visual.</p>
Kartu AR		<p>Halaman Kartu AR menyajikan kode QR sebagai pemicu objek 3D, tombol navigasi, serta fitur unduh <i>marker</i>. Desain ini menerapkan prinsip <i>Similarity</i> melalui konsistensi bentuk kartu, serta prinsip <i>Common Region</i> untuk menyatukan kode QR dan informasi organ dalam satu area visual, sehingga mempermudah pengguna memahami keterkaitan elemen sebagai satu kesatuan informasi yang utuh.</p>
Petunjuk Kuis AR		<p>Halaman Petunjuk Kuis AR berfungsi memberikan panduan singkat bagi pengguna sebelum memulai pengerjaan soal. Halaman ini memuat tiga langkah instruksi utama: menyimak soal, memilih kartu AR fisik yang relevan, dan melakukan pemindaian kartu untuk memvalidasi jawaban. Selain itu, tersedia tombol navigasi dan tombol Mulai Kuis yang dirancang secara intuitif untuk mengarahkan pengguna langsung ke tahap pengerjaan kuis.</p>
Kuis		<p>Halaman Kuis AR berfungsi sebagai media evaluasi pembelajaran yang menyajikan 10 butir soal secara acak mengenai materi sistem pernapasan dan pencernaan manusia. Antarmuka ini dilengkapi dengan sistem penilaian <i>real-time</i>, di mana setiap jawaban benar akan memberikan skor 10 poin, sehingga total skor maksimal yang dapat dicapai pengguna adalah 100 poin.</p>
Kuis Benar		<p>Halaman Kuis Benar ditampilkan ketika pengguna berhasil menjawab soal kuis dengan benar. Pada halaman ini muncul <i>pop-up</i> umpan balik berupa pesan apresiasi sebagai bentuk motivasi kepada pengguna, disertai dengan pembaruan skor kuis.</p>

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Kuis Salah		Halaman Kuis Salah ditampilkan ketika pengguna menjawab soal kuis dengan jawaban yang tidak tepat. Pada halaman ini muncul <i>pop-up</i> umpan balik berupa pesan motivasi agar pengguna mencoba kembali, tanpa menambah skor yang diperoleh.
Akhir Kuis		Halaman Akhir Kuis ditampilkan setelah pengguna menyelesaikan seluruh soal kuis. Pada halaman ini ditampilkan skor akhir yang diperoleh pengguna sebagai hasil evaluasi pembelajaran. Selain itu, tersedia tombol navigasi untuk kembali ke halaman utama atau mengulangi kuis
Panduan Pengguna		Halaman Panduan Pengguna mengoptimalkan pemahaman instruksi melalui prinsip <i>Gestalt</i> . Prinsip <i>Similarity</i> menjamin konsistensi visual ikon navigasi agar mudah dikenali, sementara <i>Proximity</i> dan <i>Common Region</i> digunakan untuk mengelompokkan item menu dalam area yang terorganisir, sehingga batasan fungsi setiap panduan terlihat jelas sebagai satu kesatuan informasi yang utuh.
Tentang OrgARn		Halaman Tentang OrgARn menerapkan prinsip <i>Proximity</i> untuk mengelompokkan informasi secara terstruktur, dengan memisahkan area deskripsi aplikasi dan profil pengembang. Selain itu, penggunaan prinsip <i>Common Region</i> melalui penempatan teks dalam area kartu yang berbeda memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi dan membedakan jenis informasi yang disajikan secara cepat dan jelas.
Pop-up Keluar Aplikasi		<i>Pop-up</i> Keluar Aplikasi berfungsi sebagai dialog konfirmasi untuk mencegah penutupan aplikasi secara tidak sengaja melalui opsi "Batal" dan "Keluar". Tampilan ini menerapkan prinsip <i>figure-ground</i> secara dominan, di mana jendela dialog dibuat kontras sebagai pusat perhatian ( <i>figure</i> ) dengan meredupkan latar belakang ( <i>ground</i> ) untuk mempertegas fokus pengguna.

Tabel 2 menunjukkan bahwa antarmuka aplikasi OrgARn dirancang dengan mengedepankan aspek psikologi kognitif melalui penerapan prinsip-prinsip *Gestalt*. Penggunaan elemen *figure-ground* dan *common region* memastikan siswa dapat membedakan konten instruksional dari elemen navigasi secara cepat. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir beban kognitif (*cognitive load*) siswa kelas V sehingga mereka dapat berfokus sepenuhnya pada materi anatomi tanpa terdistraksi oleh kerumitan teknis antarmuka.

Selanjutnya, integrasi antara media digital dan fisik diwujudkan melalui perancangan buku cetak dan kartu interaktif. Spesifikasi desain buku dan kartu AR yang berfungsi sebagai jangkar visual bagi objek tiga dimensi disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perancangan Buku dan Desain Kartu AR

Nama Halaman	Tampilan Buku	Nama Organ	Kartu AR
Sampul Depan		Hidung	

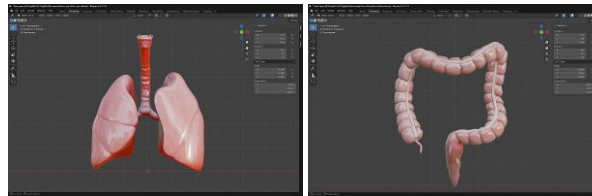


Nama Halaman	Tampilan Buku	Nama Organ	Kartu AR
Daftar Isi		Tenggorokan	
Prakata		Paru – paru	
Petunjuk Penggunaan		Alveolus	
Topik		Diafragma	
Pengenalan Konsep		Mulut	
Materi		Kerongkongan	
Daftar Pustaka		Lambung	
Sampul Belakang		Hati	

Berdasarkan Tabel 3, perancangan buku dan kartu AR menekankan pada konsistensi visual antara materi tekstual dan pemicu digital (*marker*). Desain kartu AR yang spesifik untuk setiap organ dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran kinestetik, di mana keterkaitan antara gambar pada kartu dan kemunculan objek 3D di layar gawai mampu memperkuat retensi ingatan siswa terhadap letak dan bentuk sistem anatomi manusia secara konkret.

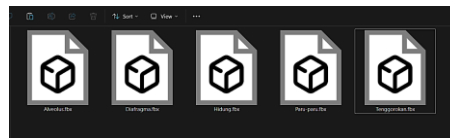
### 3.1.3 Hasil Tahap Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Tahap ini difokuskan pada pengumpulan dan pembuatan seluruh aset digital serta fisik yang diperlukan untuk membangun ekosistem aplikasi OrgARn. Proses diawali dengan pemodelan mandiri objek tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak Blender 4.5.1 LTS. Objek yang dibuat mencakup organ pernapasan dan pencernaan manusia yang dirancang menyerupai struktur anatomi aslinya guna memberikan visualisasi yang akurat bagi siswa kelas V SD. Hasil akhir dari proses pemodelan tersebut, yang telah melalui tahap *shading* dan *texturing*, disajikan secara mendetail pada Gambar 2.



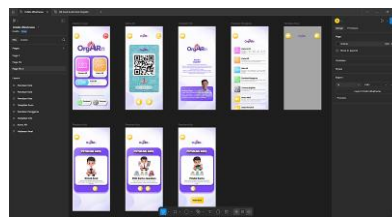
**Gambar 2.** Hasil Objek 3 Dimensi Organ Pernapasan dan Pencernaan

Setelah objek 3D selesai dibuat, dilakukan proses standarisasi format data agar dapat diintegrasikan ke dalam mesin pengembang (*game engine*). Objek tersebut diekspor ke dalam format .fbx untuk memastikan seluruh detail tekstur, warna, dan material tetap terintegrasi dengan baik saat diimpor ke tahap pengembangan aplikasi selanjutnya. Representasi visual dari hasil ekspor objek 3D yang siap digunakan dalam lingkungan *Augmented Reality* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Export Objek 3D Organ Pernapasan dan Pencernaan

Sejalan dengan pembuatan aset 3D, dikembangkan pula desain antarmuka pengguna (*User Interface*) untuk menjamin kemudahan navigasi siswa. Elemen grafis seperti ikon dan tombol navigasi dibuat menggunakan Adobe Illustrator, yang kemudian disusun menjadi rancangan utuh (*High Fidelity Design*) di platform Figma dengan mengimplementasikan prinsip-prinsip *Gestalt*. Hasil perancangan antarmuka yang menjadi acuan visual utama aplikasi ini ditampilkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil Pembuatan User Interface Aplikasi OrgARn

Berdasarkan Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4, terlihat bahwa proses pengumpulan material dilakukan secara terintegrasi antara aset model 3D dan antarmuka visual guna menjamin sinkronisasi fungsi saat tahap perakitan (*assembly*) dilakukan. Guna melengkapi aspek fungsional dan konten edukasi, disiapkan pula beberapa aset pendukung lainnya. Hal ini mencakup pembuatan kode QR sebagai *marker* melalui platform Me-QR, penyusunan materi yang bersumber dari buku paket IPAS Kelas V, serta produksi narasi audio yang diolah menggunakan Adobe Audition 2023 untuk menjamin kejernihan suara saat menjelaskan fungsi setiap organ kepada pengguna.

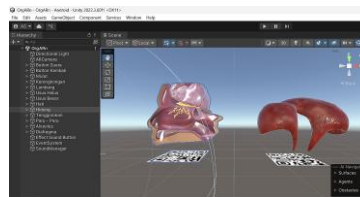
### 3.1.4 Hasil Tahap Penggabungan (*Assembly*)

Tahap *assembly* merupakan proses penggabungan seluruh aset digital menjadi produk utuh. Langkah pertama dimulai dengan menyatukan elemen visual, materi, dan *marker* menggunakan Canva dan Figma untuk memproduksi Buku AR dan Kartu AR. Kedua media ini disiapkan dalam format cetak (*hardcopy*) untuk digunakan siswa sebagai pemicu (*trigger*) visual objek 3D. Hasil produksi Buku dan Kartu AR, baik dalam versi digital maupun fisik, ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil Buku dan Kartu AR Digital dan Fisik

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa desain buku dan kartu memiliki konsistensi visual yang kuat, di mana kode QR diletakkan secara strategis berdampingan dengan ilustrasi organ untuk memudahkan fokus kamera gawai siswa saat proses pemindaian. Selanjutnya, pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan *game engine* Unity dengan Vuforia sebagai basis teknologi AR. Proses krusial dalam tahap ini adalah mengintegrasikan objek 3D organ yang telah dibuat ke dalam *database image target* (kode QR). Hal ini memastikan bahwa saat kamera memindai *marker*, sistem secara akurat memunculkan model anatomi yang sesuai. Proses integrasi teknis antara objek 3D dengan *marker* di lingkungan Unity ditampilkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Proses Integrasi Objek 3 Dimensi dengan *Marker*

Gambar 6 menunjukkan pemetaan sumbu koordinat objek 3D di atas *marker* digital, yang menjamin bahwa posisi organ anatomi akan muncul tepat di tengah layar dengan skala yang proporsional terhadap buku fisik. Implementasi antarmuka dilakukan dengan menyusun *layout* UI dan menambahkan logika pemrograman (*scripting*) untuk fungsi navigasi, kontrol audio, dan sistem kuis. Tahap akhir dari proses ini adalah *debugging* dan *build* sistem menjadi file format *.apk*. Keberhasilan penggabungan seluruh elemen ini divalidasi melalui uji coba fungsional pada perangkat *mobile* untuk memastikan stabilitas performa aplikasi sebelum masuk ke tahap pengujian ahli. Dokumentasi pengujian awal fungsionalitas sistem pada perangkat gawai disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengujian pada Perangkat Mobile

Visualisasi pada Gambar 7 mengonfirmasi bahwa seluruh elemen antarmuka dan objek 3D telah terintegrasi secara stabil, di mana sistem mampu merender visualisasi anatomi manusia secara *real-time* tanpa mengalami *lag* atau *crash* pada perangkat Android.

### 3.1.5 Hasil Tahap *Testing*

Tahap pengujian (*testing*) dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas dan kelayakan aplikasi OrgARn sebelum didistribusikan secara luas sebagai media pembelajaran. Proses ini mencakup uji *blackbox* untuk memastikan seluruh fitur teknis seperti navigasi, pemindaian *marker*, dan kuis berjalan sesuai rancangan, serta uji validitas oleh ahli isi dan ahli media untuk menilai keakuratan materi serta kualitas desain antarmuka. Seluruh hasil pengujian ini berfungsi sebagai parameter perbaikan sistem, sehingga aplikasi dinyatakan layak dan siap digunakan oleh siswa kelas V Sekolah Dasar.

#### a. Hasil Uji Blackbox

Pengujian *blackbox* dilakukan pada 26 Januari 2026 menggunakan perangkat Xiaomi 12 berbasis Android 14 untuk memvalidasi fungsionalitas aplikasi OrgARn tanpa mengintervensi struktur kode program internalnya. Dengan instrumen lembar pengujian yang mencakup 34 butir aspek penilaian, mulai dari navigasi menu utama, operasional fitur kamera dan kartu AR, akurasi pemunculan objek tiga dimensi beserta audio penjelasan, hingga mekanisme kuis dan sistem skor, seluruh pengujian menghasilkan predikat “Sesuai” untuk setiap butir yang diuji. Hasil ini menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100%, yang membuktikan bahwa seluruh masukan (*input*),

proses sistem, dan keluaran (*output*) aplikasi telah selaras dengan rancangan awal, sehingga aplikasi dinyatakan stabil dan siap untuk dilanjutkan ke tahap uji validitas oleh ahli isi dan ahli media.

b. Hasil Uji Ahli Isi

Uji ahli isi dilakukan untuk memvalidasi kelayakan materi pada aplikasi OrgARn dan Buku AR dengan melibatkan dua pakar pendidikan, yaitu Putu Asri Riani Setiawati, S.Pd. dan I G.P. Hendri Juliana Permadi, S.Pd. Proses validasi dilaksanakan dalam dua tahap, di mana tahap pertama menghasilkan beberapa revisi krusial seperti pengayaan terminologi biologis (inspirasi, ekspirasi, enzim HCL) dan penajaman konsep sistem organ. Setelah revisi diimplementasikan, dilakukan penilaian tahap kedua menggunakan instrumen yang mencakup aspek relevansi informasi, kualitas bahasa, dan visualisasi pedagogis. Data hasil penilaian kedua pakar kemudian diolah melalui tabulasi silang untuk menghitung koefisien validitas menggunakan rumus Gregory sebagai berikut:

$$\text{Validitas Isi} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{15}{0+0+0+15} = \frac{15}{15} = 1,00$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai koefisien validitas sebesar 1,00, yang menurut kriteria Gregory termasuk dalam kategori Sangat Tinggi dengan kualifikasi Sangat Valid. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh materi pembelajaran mengenai sistem pernapasan dan pencernaan manusia yang disajikan telah akurat, relevan dengan karakteristik siswa kelas V SD, dan memenuhi standar kualitas media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* tanpa memerlukan perbaikan lebih lanjut.

c. Hasil Uji Ahli Media


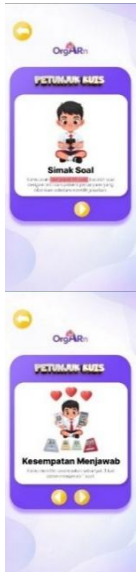
Uji ahli media dilakukan untuk memvalidasi aspek teknis, desain antarmuka, dan pengalaman pengguna pada aplikasi OrgARn dengan melibatkan dua pakar dari Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha. Pelaksanaan uji tahap pertama pada 4 Februari 2026 menghasilkan beberapa revisi signifikan, di antaranya penambahan indikator progres soal, sistem kesempatan menjawab (*life point*) menggunakan ikon hati, serta penyempurnaan desain sampul belakang Buku AR. Setelah seluruh saran perbaikan diimplementasikan, dilakukan penilaian tahap kedua yang mencakup evaluasi kemudahan navigasi, kualitas audio, serta penerapan sembilan prinsip *Gestalt* pada tampilan visual. Data penilaian tersebut kemudian diolah melalui tabulasi silang untuk menghitung koefisien validitas menggunakan rumus Gregory sebagai berikut:

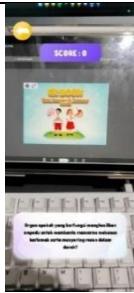

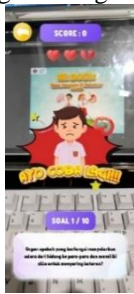
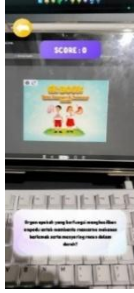


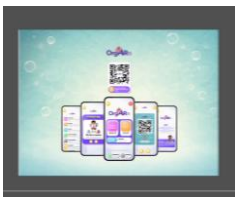
$$\text{Validitas Media} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{15}{0+0+0+15} = \frac{15}{15} = 1,00$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh nilai koefisien validitas media sebesar 1,00, yang menempatkan produk pada kategori Sangat Tinggi dengan kualifikasi Sangat Valid. Temuan ini mengonfirmasi bahwa aplikasi OrgARn dan Buku AR telah memenuhi standar kualitas media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang ergonomis, memiliki estetika visual yang konsisten, dan fungsionalitas navigasi yang stabil. Dengan demikian, dari aspek media, aplikasi ini dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran siswa Sekolah Dasar tanpa memerlukan revisi lebih lanjut.

Sebagai gambaran konkret mengenai proses penyempurnaan kualitas produk tersebut, berikut disajikan pada Tabel 4 perbandingan elemen visual dan sistem aplikasi sebelum dan sesudah dilakukan revisi berdasarkan masukan para ahli.

**Tabel 4.** Saran Dan Hasil Revisi Uji Ahli Media

Saran	Sebelum	Hasil Revisi
Aplikasi OrgARn Menambahkan petunjuk pada fitur panduan kuis yang menjelaskan bahwa peserta didik akan mengerjakan 10 soal.		
Menambahkan informasi pada petunjuk kuis bahwa peserta didik memiliki 3 kali kesempatan dalam menjawab setiap soal.	Tidak terdapat tampilan tersebut.	

Saran	Sebelum	Hasil Revisi
Menambahkan sistem kesempatan pada Kuis AR dan menampilkan jumlah kesempatan menjawab yang masih dimiliki peserta didik dengan menggunakan ikon tertentu.		 (Kesempatan menjawab peserta didik dilambangkan dengan ikon hati)   (Ikon hati akan berubah seperti gambar di atas jika peserta didik salah menjawab soal atau tidak sengaja memindai kartu yang ada di depan mereka)
Menambahkan indikator progres pengerjaan soal pada sistem Kuis AR untuk menunjukkan jumlah soal yang telah dikerjakan.		
Buku AR Menambahkan cover belakang pada media/aplikasi sehingga tidak langsung menampilkan profil pengembang.		

Berdasarkan Tabel 4, hasil revisi menunjukkan transformasi media yang lebih berorientasi pada pengguna (*user-centered design*). Penambahan indikator progres, sistem kesempatan menjawab (*life point*) menggunakan ikon hati, dan instruksi jumlah soal bertujuan untuk meminimalkan kecemasan siswa dalam mengerjakan kuis serta memberikan struktur navigasi yang lebih jelas. Perubahan pada desain sampul belakang juga memberikan kesan produk yang lebih profesional dan utuh sebagai sebuah media pembelajaran hibrida, sehingga meningkatkan daya tarik visual sekaligus fungsionalitas aplikasi saat digunakan secara mandiri oleh siswa.

### 3.1.6 Hasil Tahap *Distribution* dan Uji Respons Pengguna

Tahap *Distribution* difokuskan pada penyebaran produk agar dapat diakses secara luas oleh target pengguna. Aplikasi OrgARn didistribusikan dalam format digital melalui tautan *cloud storage* serta dapat diunduh secara praktis dengan memindai kode QR yang telah disediakan. Selain aplikasi, aset pendukung berupa Buku AR dan Kartu AR diserahkan dalam bentuk fisik (*hardcopy*) kepada sekolah mitra, yakni SD Negeri 7 Bondalem, SD Negeri 3 Amertha Bhuana, dan SD Negeri 3 Sebudi, sementara versi digitalnya tersedia melalui platform *flipbook* dan fitur unduh internal aplikasi. Proses distribusi ini juga menjadi jembatan untuk melaksanakan uji respons pengguna guna memperoleh umpan balik terkait kemudahan navigasi, estetika tampilan, dan efektivitas fitur. Melalui strategi distribusi yang fleksibel ini, OrgARn diharapkan dapat menjadi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang mudah diakses dan mampu membantu peserta didik dalam memahami materi sistem organ manusia secara interaktif.

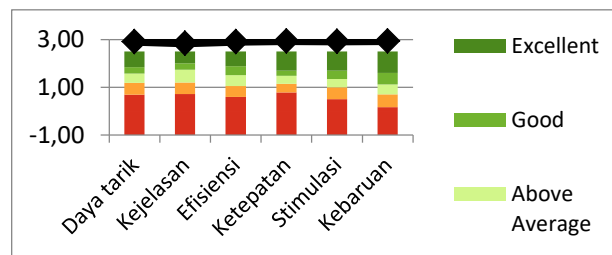
Setelah produk berhasil didistribusikan kepada para pengguna di sekolah mitra, dilakukan tahap uji respons pengguna guna mengukur kualitas pengalaman interaksi (*user experience*) dan efektivitas aplikasi OrgARn saat digunakan dalam lingkungan pembelajaran nyata. Uji respons pengguna merupakan tahap akhir untuk mengevaluasi pengalaman pengguna terhadap aplikasi OrgARn menggunakan metode *User Experience Questionnaire (UEQ)* versi 13. Pengujian ini melibatkan 48 responden (45 siswa dan 3 guru) di tiga sekolah mitra pada Februari 2026. Data yang dikumpulkan melalui 26 butir pernyataan dengan skala Likert (1–7) dikonversi ke dalam skala nilai -3 hingga +3 untuk menentukan posisi persepsi pengguna secara objektif. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *UEQ Data Analysis Tool*, diperoleh gambaran komprehensif mengenai enam aspek pengalaman pengguna yang disajikan dalam Tabel 5 berikut:

**Tabel 5.** Hasil Rata-rata dan Varians tiap Aspek UEQ

Aspek UEQ	Skor Rata-rata (Mean)	Varians	Perbandingan Benchmark	Interpretasi
Daya Tarik	2.91	0.01	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik
Kejelasan	2.84	0.07	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik
Efisiensi	2.91	0.03	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik
Ketepatan	2.93	0.01	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik
Stimulasi	2.92	0.02	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik
Kebaruan	2.93	0.02	<i>Excellent</i>	10% Produk Terbaik

Analisis Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh aspek pengalaman pengguna memperoleh skor rata-rata yang sangat tinggi, berada dalam rentang 2,84 hingga 2,93 dari skala maksimal 3,00. Hal ini mengindikasikan bahwa responden memberikan persepsi yang sangat positif terhadap kualitas aplikasi. Selain itu, nilai varians yang sangat rendah (0,01 hingga 0,07) membuktikan adanya konsistensi persepsi yang kuat di antara 48 responden, yang berarti pengalaman pengguna yang dirasakan cenderung seragam dan stabil di berbagai sekolah uji coba.

Untuk memberikan konteks yang lebih luas terhadap kualitas aplikasi ini di tingkat global, hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan dataset *benchmark* UEQ yang mencakup ribuan produk digital lainnya, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Grafik Benchmark UEQ terhadap Aplikasi OrgARn

Menelaah Gambar 8 secara visual mempertegas posisi aplikasi OrgARn yang berada pada pita kategori "Excellent" di seluruh dimensi penilaian. Pencapaian ini menempatkan OrgARn dalam jajaran 10% produk terbaik di dunia dari segi pengalaman pengguna. Keterkaitan antara data pada Tabel 5 dan Gambar 7 membuktikan bahwa keunggulan aplikasi ini tidak hanya bersifat internal pada kelompok sampel kecil, tetapi juga memiliki standar kualitas yang kompetitif jika dibandingkan dengan media pembelajaran digital secara global. Tingginya skor pada aspek "Ketepatan" (2,93) dan "Kebaruan" (2,93) menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR untuk materi anatomi manusia berhasil memberikan solusi belajar yang inovatif sekaligus dapat diandalkan secara teknis di ruang kelas.

### 3.2 Pembahasan

Proses pengembangan media pembelajaran anatomi manusia ini dilakukan secara sistematis melalui metode *Research and Development (R&D)* yang memberikan kerangka kerja valid untuk menghasilkan produk pendidikan teruji (Rindrayani et al., 2025). Implementasi model *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* dengan enam tahapannya (*concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*) terbukti efektif sebagai panduan teknis yang terstruktur. Ketepatan pemilihan MDLC ini sejalan dengan temuan Roedavan et al. (2022) yang menegaskan bahwa MDLC merupakan standar operasional dalam menciptakan produk multimedia yang stabil. Lebih lanjut, Akbar & Khairani (2025) menyatakan bahwa pendekatan MDLC memungkinkan integrasi elemen saintifik ke dalam *Augmented Reality (AR)* secara terorganisir, yang dalam penelitian ini diwujudkan melalui visualisasi organ 3D yang akurat dan fungsional.

Secara prosedural, kajian ini menghasilkan produk aplikasi OrgARn yang diawali dari tahap *concept* melalui identifikasi masalah abstraksi materi IPAS di SD, diikuti tahap *design* yang menghasilkan *storyboard* dan alur sistem yang ergonomis. Pada tahap *material collecting* dan *assembly*, aset 3D organ manusia diintegrasikan menggunakan *Unity* dan *Vuforia* hingga membentuk sistem AR yang utuh. Melalui tahap *testing*, produk dinyatakan "Sangat Valid" oleh ahli isi dan media, serta teruji secara fungsional melalui *blackbox testing*, hingga akhirnya mencapai tahap *distribution* dalam bentuk aplikasi digital (.apk) dan aset fisik berupa Buku AR serta Kartu AR di sekolah mitra.



Capaian setiap tahapan pengembangan tersebut secara mendalam dapat dianalisis berdasarkan efektivitas teknologi dan prinsip desain yang diterapkan sebagai berikut.

Kehadiran aplikasi OrgARn menjadi solusi atas kendala abstraksi pada materi IPAS kelas V, sesuai dengan arah kurikulum modern yang menekankan pemahaman (Rahmayanti & Prastowo, 2023). Pemanfaatan AR sebagai media visual memungkinkan transformasi materi yang sulit diamati secara langsung menjadi objek digital tiga dimensi yang tampak nyata di ruang fisik siswa. Hal ini diperkuat oleh studi Bölek et al. (2021) yang membuktikan bahwa penggunaan AR dalam edukasi anatomi secara signifikan lebih efektif dibandingkan media 2D konvensional. Temuan serupa oleh Rahmadhani & Helsa (2025) menunjukkan bahwa media AR mampu meningkatkan pemahaman konsep pada siswa sekolah dasar karena sifatnya yang interaktif dan imersif. Integrasi visual ini juga selaras dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)* yang menekankan optimalisasi saluran ganda (visual dan auditori) dalam pemrosesan informasi kognitif (Nurhatmi, 2025).

Tingkat kelayakan media yang mencapai kualifikasi "Sangat Valid" merupakan implikasi dari penerapan prinsip Gestalt yang konsisten dalam perancangan antarmuka. Penggunaan prinsip *proximity*, *similarity*, dan *figure-ground* terbukti mampu menciptakan tata letak yang ergonomis sehingga tidak membebani kapasitas kognitif peserta didik (Mubarok, 2023). Sejalan dengan itu, Ginayah et al. (2024) menegaskan bahwa validasi oleh para ahli merupakan instrumen krusial untuk menjamin akurasi konten sebelum media diterapkan secara luas. Perbandingan dengan kajian Musthofa et al. (2024) menunjukkan bahwa aplikasi AR yang dirancang dengan memperhatikan aspek navigasi dan estetika visual memiliki keberterimaan yang tinggi di lingkungan sekolah sebagai media pendukung pembelajaran yang adaptif.

Evaluasi empiris melalui *User Experience Questionnaire (UEQ)* mengonfirmasi bahwa OrgARn memberikan pengalaman pengguna pada kategori "Excellent" di seluruh aspek. Capaian tertinggi pada aspek *Dependability* (2,932) menunjukkan bahwa sistem aplikasi memiliki stabilitas dan keandalan yang tinggi, mengatasi kendala teknis yang sering ditemui pada pengembangan aplikasi berbasis sensor kamera (Setiawan et al., 2023). Tingginya nilai pada aspek *Novelty* dan *Stimulation* mengindikasikan bahwa teknologi AR berhasil memicu motivasi belajar intrinsik siswa melalui pengalaman baru yang eksploratif (Melati et al., 2023). Analisis ini didukung oleh Fitriani et al. (2021) yang menyatakan bahwa rendahnya nilai varians mencerminkan keseragaman persepsi positif dari seluruh pengguna. Dibandingkan dengan penelitian Indriani et al. (2023), integrasi aplikasi dengan media pendamping berupa *Buku AR* terbukti memberikan pengalaman belajar mandiri yang lebih komprehensif bagi siswa.

Meskipun memberikan pengalaman interaksi yang unggul, penggunaan kartu fisik (*Physical Card*) dalam ekosistem OrgARn memiliki keterbatasan praktis yang perlu diperhatikan. Ketergantungan sistem pada kartu fisik sebagai *marker* utama memunculkan risiko hambatan pembelajaran apabila kartu tersebut mengalami kerusakan fisik (seperti terlipat atau kusam) atau hilang, yang dapat menyebabkan kegagalan pemindaian oleh sensor kamera. Oleh karena itu, penyediaan cadangan *marker* dalam format digital yang dapat diunduh secara mandiri di dalam aplikasi menjadi langkah preventif yang krusial untuk menjamin keberlanjutan penggunaan media di sekolah.

Penyebaran produk melalui platform digital dan penyerahan aset fisik kepada sekolah mitra memastikan bahwa hasil pengembangan ini dapat diakses dan dimanfaatkan secara berkelanjutan. Keunggulan utama OrgARn terletak pada sinergi antara visualisasi 3D, narasi audio, dan media cetak yang menciptakan ekosistem belajar multimedia yang utuh (Iqbal, 2025). Meskipun demikian, fokus pengembangan yang saat ini masih terbatas pada platform Android (Primadona et al., 2024) menjadi catatan untuk pengembangan di masa depan. Hal ini selaras dengan diskusi Rojib & Ratnawati (2023) mengenai pentingnya adaptasi lintas platform untuk memperluas jangkauan aksesibilitas media. Sebagai simpulan, harmonisasi antara model MDLC, prinsip desain visual Gestalt, dan teknologi AR dalam aplikasi OrgARn telah berhasil menciptakan media pembelajaran IPA yang konkret, interaktif, dan berkualitas tinggi bagi siswa sekolah dasar.

## 4. KESIMPULAN

Merujuk pada hasil dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan pengembangan media pembelajaran OrgARn yang terdiri atas ekosistem aplikasi mobile, buku fisik, dan kartu interaktif telah berhasil mewujudkan solusi edukasi hibrida yang inovatif bagi pendidikan dasar. Keberhasilan ini dibuktikan secara empiris melalui penerapan model MDLC yang menghasilkan produk dengan tingkat validitas sangat tinggi serta stabilitas fungsional yang mumpuni dalam memvisualisasikan sistem anatomi manusia secara konkret. Respons pengguna yang sangat positif, dengan predikat *Excellent* pada seluruh dimensi *User Experience Questionnaire*, menegaskan bahwa teknologi *Augmented Reality* mampu mengubah paradigma pembelajaran sains yang sebelumnya bersifat tekstual dan abstrak menjadi pengalaman imersif yang interaktif dan menyenangkan bagi siswa. Tingginya skor pada aspek *Dependability* menunjukkan bahwa media ini memiliki keandalan teknis yang konsisten untuk digunakan secara mandiri di lingkungan kelas. Namun, efektivitas media ini masih menyisakan ruang perbaikan terkait eksklusivitas sistem operasi Android dan ketergantungan pada kualitas sensor kamera perangkat untuk menjamin presisi pemindaian *marker*. Sebagai implikasi praktis bagi pengembangan di masa depan, penelitian ini merekomendasikan adanya transformasi aplikasi ke arah lintas platform agar dapat menjangkau ekosistem perangkat yang lebih luas. Selain itu, pengadopsian kecerdasan buatan dalam bentuk *AI Tutor* diharapkan dapat memberikan umpan balik yang lebih personal dan adaptif, sehingga media



pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat peraga visual, tetapi juga sebagai asisten belajar digital yang cerdas dalam meningkatkan literasi sains dan teknologi di tingkat SD secara berkelanjutan.

## REFERENCES

- Agustira, S., & Rahmi, R. (2022). Penggunaan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Tingkat SD. *Jurnal Pendidikan Ibtidaiyah*, 4(1), 72–80. <https://doi.org/10.19105/mubtadi.v4i1.6267>
- Bölek, K. A., De Jong, G., & Henssen, D. (2021). The effectiveness of the use of augmented reality in anatomy education: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94721-4>
- Elisa, & Herlina, Br PA., R. (2023). Pengembangan Alat Peraga Ipa Materi Organ Tubuh Manusia Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Simalem (JPSM)*, 2(2), 50-53. <http://portaluqb.ac.id:7576/ojs/index.php/JP/article/view/192>
- Fitriani, L., Rahayu, R. E. G., & Firmansyah, R. (2021). Rancang bangun media pembelajaran pengenalan organ dalam tubuh manusia dengan penerapan metode augmented reality. *Jurnal Algoritma*, 18(2), 574-582. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-2.971>
- Ginayah, R., Iswara, P. D., & Karlina, D. A. (2024). Pengembangan Media Interaktif Menggunakan Aplikasi Canva Untuk Keterampilan Membaca Permulaan. *Al-Madrasah Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(4), 1770. <https://doi.org/10.35931/am.v8i4.4066>
- Husna, H., Guntur, M., & Sukmawaty, S. (2023). Pengembangan Video Animasi Pembelajaran Tema Organ Tubuh Manusia Terintegrasi Nilai-Nilai Keislaman pada Siswa Kelas 5 SDN 18 Maroangin. *Jurnal Pendidikan Refleksi*, 12(2), 109-124. <https://p3i.my.id/index.php/refleksi/article/view/290>
- Indriani, D., Hindriana, A. F., & Sulistyono. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Augmented Reality dalam Metode Praktikum Materi Organ Indera untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa dan Keterampilan Proses Sains. *The Journal of Science and Biology Education*, 8(1). <https://doi.org/10.31949/be.v6i2.3317>
- Iqbal, M. (2025). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif 3D “BodyLearn” untuk Materi Sistem Pencernaan dan Pernapasan SMP. *Jurnal Seni Pertunjukan Dan Seni Rupa*, 3(2), 99-105. <https://doi.org/10.24114/ilj.v3i2.69486>
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan animasi sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan motivasi belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732-741. <http://jonedu.org/index.php/joe>
- Mubarok, F. S. (2023). Penerapan Prinsip Gestalt Dalam Desain Visual Untuk Meningkatkan Memori Dan Pemahaman Pesan. *Jurnal Ilmiah Komunikasi Makna*, 11(2), 152. <https://doi.org/10.30659/jikm.v11i2.33002>
- Murdhani, I. D. A. S., Oktavia, Y. P., & Sholeh, M. (2023). Educational media introduction to human internal and external organs for high school students based on augmented reality by using the Assemblr application. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, 5(1), 89-100. <https://doi.org/10.24071/ijasst.v5i1.5569>
- Murdhani, I. D. A. S., Saraswati, I. D. A. I., & Muhammad, S. (2023). Media Pembelajaran Pengenalan Sistem Organ Manusia Melalui Augmented Reality Dengan Menggunakan Aplikasi Unity. *Jurnal Sutasoma*, 1(2), 111-119. <https://doi.org/10.58878/sutasoma.v1i2.193>
- Musthofa, R. A., Umri, B. K., Astuti, I. A., & Justin, D. M. (2024). Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Organ dalam Manusia berbasis Android. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 6(1), 15-21. <https://doi.org/10.24076/joism.2024v6i1.1651>
- Nurhatmi, J. (2025). Teori multimedia pembelajaran: Landasan kognitif dan implikasi desain instruksional. *Al Habib: Jurnal Pendidikan Islam dan Keguruan*, 1(2), 91-117. <http://ejournal.mambaululumjambi.ac.id/index.php/alhabib/id/article/view/19>
- Primadona, I., Zakir, S., Efriyanti, L., & Jasmienti, J. (2024). Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) Menggunakan Assemblr Edu Pada Mata Pelajaran Biologi Di MAN 4 Agam. *Education Achievement: Journal of Science and Research*, 5(3), 907-923. <https://doi.org/10.51178/jsr.v5i3.2099>
- Rahmadhani, N. K., & Helsa, Y. (2025). Pemanfaatan Media Augmented reality Dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Siswa Sekolah Dasar. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*, 15(1), 71-80. <https://doi.org/10.9644/sindoro.v3i9.252>
- Rahmayati, G. T., & Prastowo, A. (2023). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dan Sosial Di Kelas IV Sekolah Dasar Dalam Kurikulum Merdeka. *Elementary School Journal Jurnal Kajian Pendidikan Dasar*, 13(1), 16. <https://doi.org/10.24114/esjgsd.v13i1.41424>
- Rindrayani, S. R., Rustiyana, R., Judijanto, L., Abdullah, G., & Ardiyanti, A. D. (2025). *Metode Penelitian dan Pengembangan: R&D Research and Development*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Roedavan, R., Pudjoatmodjo, B., & Sujana, A. P. (2022). Multimedia development life cycle (MDLC). *Teknologi Dan Informasi, Multimedia*, 7(2), 1-6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16273.92006>
- Rojib, A. F., & Ratnawati, D. (2023). Pengembangan Augmented Reality (AR) Untuk Mata Pelajaran Teknologi Informasi Kelas X. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6), 3647-3654. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.7739>



- Saputro, B. (2021). *Best practices penelitian pengembangan (research & development) bidang manajemen pendidikan ipa*. Academia Publication.
- Setiawan, A. E., Aras, I., Andika, T. H., & Hendrawan Putri, A. I. (2023). Human Anatomy Recognition Using Augmented Reality With Marker Based Method Tracking. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(1), 83–89. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i1.1638>
- Wahyudi, W., Yahya, M. D., Jenuri, J., Susilo, C. B., Suwarma, D. M., & Veza, O. (2023). Hubungan Penggunaan Multimedia dalam Pembelajaran Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik. *Journal on Education*, 6(1), 25-34. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2910>
- Yuwana, S., & Indarti, T. (2023). *Metode Penelitian Dan Pengembangan (research & development) dalam pendidikan dan pembelajaran*. UMMPress.