

PENGEMBANGAN APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF FOTOSINTESIS DENGAN MODEL WATERFALL UNTUK SISWA KELAS IV SEKOLAH DASAR

Mochamad Arif Bayu Setia Budi¹, Haris Yuana², Sri Lestanti³

^{1,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas Islam Balitar

²Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas Islam Balitar

E-mail: arifdiego45@gmail.com¹, harisyuana2010@gmail.com², lestanti85@gmail.com³

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima : 18/08/2025

Direvisi : 13/10/2025

Diterbitkan : 01/12/2025

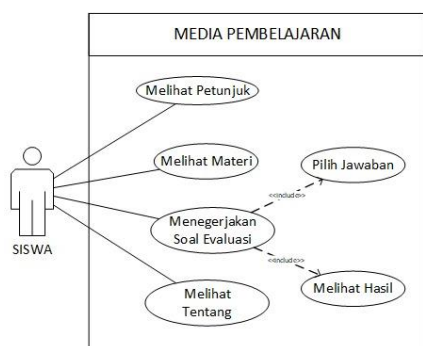
*Corresponding author

arifdiego45@gmail.com

DOI: 10.70247/jumistik.v4i2.186

<https://ojs.amiklps.ac.id>

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

Education plays a crucial role in developing quality human resources. However, the widespread adoption of conventional learning, such as at SDN Bajang 1, has resulted in low student understanding of science and science materials, particularly photosynthesis. Observations show that 60% of fourth-grade students do not fully understand the concept of photosynthesis, with average scores still below the Minimum Competency (KKM). To address this, this study developed an interactive learning media application using the waterfall model. The application features animations, simulations, and interactive quizzes to aid student understanding visually and participatively. Feasibility testing was conducted through Black Box Testing, expert validation, and User Acceptance Testing (UAT). The application was declared functionally successful (97.6%), validated by IT experts (89.3%), material experts (98%), and received positive student feedback (93.1%). These results indicate the application is ready for use and can help students improve their understanding of photosynthesis.

Keywords: Interactive Learning Media, Photosynthesis, Black Box Testing, UAT, Waterfall

ABSTRAK

Pendidikan berperan penting dalam membentuk sumber daya manusia berkualitas. Namun, pembelajaran konvensional yang masih banyak diterapkan, seperti di SDN Bajang 1, membuat pemahaman siswa terhadap materi IPAS khususnya fotosintesis rendah. Hasil observasi menunjukkan 60% siswa kelas IV belum memahami konsep fotosintesis dengan baik dan nilai rata-rata masih di bawah KKM. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi media pembelajaran interaktif menggunakan model waterfall. Aplikasi dilengkapi animasi, simulasi, dan kuis interaktif untuk membantu pemahaman siswa secara visual dan partisipatif. Uji kelayakan dilakukan melalui Black Box Testing, validasi ahli, dan User Acceptance Testing (UAT). Hasilnya, aplikasi dinyatakan berhasil secara fungsional (97,6%), memperoleh validasi ahli IT (89,3%), ahli materi (98%), serta respon positif siswa (93,1%). Hasil ini menandakan aplikasi siap digunakan dan dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman tentang materi fotosintesis.

Kata kunci: Media Pembelajaran Interaktif, Fotosintesis, Black Box Testing, UAT, Waterfall

© 20255 Penerbit STMIK Amika Soppeng. All rights reserved

PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan yang sangat penting dalam membentuk kualitas sumber daya manusia yang unggul. Sejalan dengan perkembangan teknologi, metode pembelajaran juga mengalami transformasi guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses belajar mengajar. Salah satu pendekatan yang semakin berkembang adalah penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi yang bersifat interaktif. Media pembelajaran interaktif memiliki kemampuan untuk membantu siswa memahami materi dengan cara yang lebih konkret dan menarik. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang inovatif menjadi suatu kebutuhan yang mendesak dalam dunia pendidikan saat ini [1].

Kurikulum Merdeka untuk kelas IV, materi fotosintesis diajarkan setelah siswa memahami bagian-bagian tumbuhan dan fungsinya agar mereka dapat mengaitkan proses ini dengan struktur tumbuhan seperti akar, batang, dan daun. Fotosintesis berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, menghasilkan oksigen, serta menyediakan makanan bagi makhluk hidup lainnya, sehingga siswa dapat memahami peran tumbuhan dalam kehidupan. Pada tahap perkembangan kognitif kelas 4, siswa sudah mulai mampu memahami konsep abstrak dengan bantuan infografis dan ilustrasi yang terdapat dalam buku ajar. Oleh karena itu, penelitian pada kelas 4 menjadi penting untuk mengevaluasi efektivitas metode pembelajaran yang diterapkan dalam buku ajar Kurikulum Merdeka serta memastikan siswa memahami konsep fotosintesis secara menyeluruh [2]. Urgensi pembelajaran fotosintesis di kelas 4 semakin ditekankan oleh hasil penelitian [3], yang mengungkap masih adanya miskonsepsi pada siswa kelas VI sekolah dasar terkait konsep fotosintesis, meskipun materi ini telah diajarkan sejak kelas IV dan V. Analisis menggunakan three-tier test diagnostic menunjukkan bahwa hanya 17,14% siswa yang memahami konsep fotosintesis dengan benar, sementara 44,29% siswa mengalami miskonsepsi dalam berbagai kategori. Selain itu, sebanyak 25,71% siswa tidak memahami konsep fotosintesis sama sekali. Miskonsepsi ini terjadi akibat prakonsepsi siswa yang keliru, metode penyampaian guru yang kurang efektif, serta bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran.

Di Sekolah Dasar Negeri Bajang 1, proses pembelajaran mengenai fotosintesis masih mengandalkan metode konvensional, yang berupa penggunaan buku teks dan penjelasan lisan dari guru. Pendekatan ini dinilai kurang efektif dalam menarik minat siswa serta cenderung menyebabkan siswa bersikap pasif dalam proses belajar. Keterbatasan media pembelajaran yang interaktif mengakibatkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep fotosintesis dengan baik [4]. Hasil observasi menunjukkan bahwa dari 14 siswa kelas IV di Sekolah Dasar Negeri Bajang 1, sebanyak 9 siswa atau 60% tidak memahami mata pelajaran Ilmu Pengetahuan

Alam dan Sosial (IPAS) pada pokok bahasan fotosintesis. Rata-rata nilai siswa yang tidak memahami materi ini adalah 66,4 sedangkan kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang ditetapkan adalah 75. Kondisi ini mencerminkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep fotosintesis, yang berdampak pada rendahnya hasil belajar mereka. Sementara itu, hanya 5 siswa atau 40% yang mampu memahami materi dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif agar siswa dapat memahami konsep fotosintesis dengan lebih baik.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Azizatunnisa, Sekaringtyas, dan. Hasanah dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Game Edukatif Pada Pembelajaran Ipa Kelas Iv Sekolah Dasar" menghasilkan pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis game edukatif pada pembelajaran IPA Kelas IV Sekolah Dasar layak digunakan pada pembelajaran karena membuat pembelajaran menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan hal ini dapat dibuktikan oleh hasil rata-rata dari uji validasi expert review adalah 91,25% skor ini menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis game edukatif termasuk di kriteria Sangat Baik (SB) [5]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Salsabila dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Puzzle Digital Materi Lingkaran Kelas VI SD Negeri Bluru Kidul 2 Sidoarjo" menghasilkan produk materi pembelajaran berupa media interaktif puzzle digital pada materi lingkaran, yang dikembangkan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas VI SDN Bluru Kidul 2. Kepraktisan bahan ajar dianalisis kepada respon guru dan respon peserta didik juga menjadi bagian dari penilaian. Penilaian oleh guru kelas mencapai 79,1% atau tergolong praktis. Respon peserta didik mendapatkan skor 84% atau tergolong sangat baik [6]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Safira, Sarifah, dan Sekaringtyas dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Web Articulate Storyline Pada Pembelajaran Ipa Di Kelas V Sekolah Dasar" menghasilkan sebuah produk berupa media pembelajaran interaktif berbasis web *articulate storyline* pada pembelajaran IPA yang diberi nama WASIPA dengan isi materi ekosistem di kelas V SD, yang telah dilakukan evaluasi oleh 3 ahli pada tahap *expert review* dan mendapat nilai rata-rata kelayakan rata-rata 95% dengan kriteria "sangat layak". Selain itu, telah dilakukan juga evaluasi oleh peserta didik pada tahap *one to one evaluation* menggunakan kuesioner dan mendapatkan hasil kelayakan sebesar 98,8%. Selanjutnya dilakukan juga evaluasi tahap *small group evaluation* menggunakan kuesioner dan mendapatkan hasil kelayakan sebesar 99,4% [7]. Dari penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran interaktif perlu untuk terus dikembangkan lebih menarik dan interaktif.

Berbagai penelitian di atas telah menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran yang berbasis teknologi dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap suatu konsep. Aplikasi media pembelajaran interaktif memberikan kemudahan bagi siswa dalam memahami proses yang kompleks, jika dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. Dengan hadirnya aplikasi pembelajaran tentang fotosintesis ini, diharapkan siswa di SDN Bajang 1 dapat menjadi lebih aktif dalam belajar dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai materi fotosintesis. Selain itu, aplikasi ini juga berpotensi menjadi alat bantu yang efektif bagi guru dalam menjelaskan materi kepada siswa kelas IV di SDN Bajang 1. Pengembangan aplikasi diharapkan dapat menjadi solusi terhadap keterbatasan media pembelajaran yang ada dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fotosintesis.

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, kajian teoritis, dan penelitian sebelumnya, akan dilaksanakan penelitian dengan judul "Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif Fotosintesis Dengan Model Waterfall Untuk Siswa Kelas IV Sekolah Dasar". Dimana pengembangan aplikasi akan menerapkan pendekatan waterfall. Juga akan dilakukan pengujian *blackbox testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT) untuk menilai apakah aplikasi telah sesuai dengan harapan dan tujuan penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Media Pembelajaran Interaktif

Media pembelajaran interaktif dapat didefinisikan sebagai suatu alat atau sistem pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai elemen multimedia, seperti teks, gambar, audio, video, dan animasi, dengan tujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, dinamis, dan efektif [8]. Kelebihan media pembelajaran interaktif terletak pada kemampuannya untuk menyajikan materi pembelajaran dengan cara yang lebih menarik, dinamis, dan mudah dipahami. Hal ini dicapai melalui kombinasi elemen multimedia yang meliputi teks, gambar, audio, video, dan animasi. Media ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui interaksi langsung dengan konten, seperti klik, drag-and-drop, atau kuis, yang pada gilirannya dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar [9].

Kurikulum Merdeka

Kurikulum merdeka dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan kurikulum yang memberikan kebebasan dan fleksibilitas kepada satuan pendidikan, pendidik, dan peserta didik dalam merancang serta melaksanakan proses pembelajaran [10]. Kurikulum merdeka bertujuan untuk menghilangkan batasan dalam proses pembelajaran dan memberikan kebebasan bagi guru serta siswa

untuk berinovasi dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna serta sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Pendekatan ini menekankan pada fleksibilitas metode pengajaran, adaptasi materi agar lebih relevan bagi siswa, serta memberikan kesempatan bagi pendidik untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang efektif di dalam kelas [11]. Dengan penerapan kurikulum merdeka, diharapkan sistem pendidikan dapat menjadi lebih berkualitas melalui proses pembelajaran yang lebih dinamis dan partisipatif.

Fotosintesis

Fotosintesis memiliki peranan yang sangat penting, tidak hanya sebagai sumber energi bagi tumbuhan, tetapi juga dalam menjaga keseimbangan ekosistem dengan memproduksi oksigen yang diperlukan oleh makhluk hidup lainnya [4]. fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam (internal) maupun luar (eksternal) tumbuhan. Faktor internal mencakup struktur dan fungsi organ tumbuhan, seperti kadar klorofil dalam daun, jumlah stomata, serta kondisi kesehatan tumbuhan tersebut. Klorofil berfungsi sebagai pigmen yang menyerap energi cahaya matahari, sehingga keberadaannya sangat menentukan efektivitas fotosintesis. Selain itu, faktor genetik juga berperan penting dalam menentukan kemampuan fotosintesis, mengingat varietas tumbuhan yang berbeda memiliki tingkat efisiensi fotosintesis yang bervariasi [12].

Aplikasi Berbasis Web

Aplikasi berbasis web adalah suatu program atau perangkat lunak yang dijalankan melalui browser dengan memanfaatkan teknologi dan protokol web (seperti HTTP/HTTPS), di mana pemrosesan data dapat dilakukan pada sisi server maupun *client*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengakses, mengelola, dan memanipulasi informasi tanpa perlu melakukan instalasi khusus pada perangkat, karena semua interaksi dilakukan melalui antarmuka web [13]. Keamanan merupakan aspek yang sangat penting dalam pengembangan aplikasi berbasis web, dengan tujuan untuk melindungi data dan sistem dari berbagai ancaman, seperti serangan peretas, injeksi SQL, serta pencurian data. Para pengembang perlu menerapkan validasi input yang ketat sebagai upaya untuk mencegah serangan injeksi kode [14].

Construct 2

Construct 2 merupakan sebuah alat pengembangan permainan berbasis visual yang memungkinkan pengguna untuk menciptakan permainan tanpa perlu menulis kode pemrograman secara manual. Dengan antarmuka yang intuitif serta sistem drag-and-drop, *construct 2* mempermudah pengembang, termasuk pemula, untuk merancang dan mengembangkan permainan 2D secara efisien [15]. *Construct 2* adalah sebuah perangkat lunak visual untuk pengembangan game 2D yang

memungkinkan pembuatan game tanpa membutuhkan keahlian pemrograman yang rumit. Dengan antarmuka yang mudah digunakan dan sistem drag-and-drop, pengguna dapat merancang logika game melalui event sheets, membuat proses pembuatan game lebih cepat dan efisien. Perangkat ini dilengkapi fitur seperti integrasi aset multimedia, pembuatan perilaku objek, serta kemampuan ekspor game ke platform HTML5, sehingga game yang dihasilkan dapat dijalankan di berbagai perangkat, termasuk desktop, mobile, dan web [16].

Waterfall

Waterfall merupakan suatu pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang bersifat linear dan sekuensial, di mana setiap tahap pelaksanaan harus diselesaikan secara menyeluruh sebelum beralih ke tahap berikutnya [17]. Tahapan utama dalam metode *Waterfall* mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Metode ini menekankan pentingnya dokumentasi yang rinci serta perencanaan yang matang pada setiap fase, sehingga sangat sesuai diterapkan pada proyek-proyek yang memiliki kebutuhan yang telah terdefinisi dengan jelas dan stabil.

Black Box Testing

Pengujian *black box testing* merupakan metode pengujian perangkat lunak yang menitikberatkan pada perilaku fungsional sistem tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode program yang mendasarinya. Dalam pendekatan ini, penguji hanya berfokus pada input yang diberikan kepada sistem dan output yang dihasilkan, tanpa mengetahui secara mendalam bagaimana proses internal sistem tersebut beroperasi [18]. Pengujian *black box testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang menilai fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur internal atau kode programnya. Penguji hanya memfokuskan pada input yang dimasukkan ke sistem dan output yang dihasilkan, tanpa mengetahui proses internal yang terjadi di dalamnya [19].

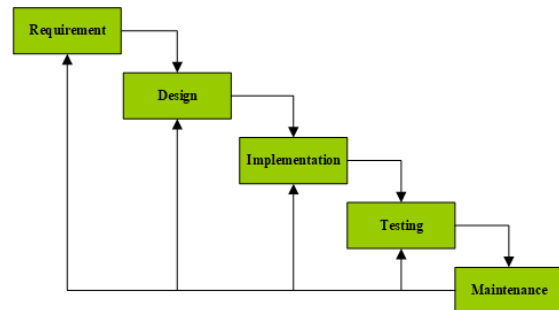
User Acceptance Testing

User Acceptance Testing (UAT) merupakan suatu proses di mana pengguna akhir atau perwakilan pengguna melakukan verifikasi terhadap sistem atau perangkat lunak yang telah dikembangkan, dengan tujuan untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi kebutuhan dan persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya [20]. UAT dilaksanakan untuk memastikan bahwa perangkat lunak berfungsi sesuai harapan pengguna serta dapat dioperasikan dengan cara yang diinginkan tanpa mengalami masalah teknis. Proses ini bertujuan untuk menjamin bahwa perangkat lunak tidak hanya memenuhi standar fungsionalitas teknis, tetapi juga dapat menyelesaikan permasalahan atau mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam persyaratan bisnis [21].

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) bertujuan untuk mengembangkan produk, metode, atau model baru melalui serangkaian tahapan sistematis dan terstruktur, seperti identifikasi kebutuhan, desain, pengujian, dan validasi, dengan tujuan meningkatkan efisiensi atau kualitas di suatu bidang [22]. Metode R&D dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengembangkan dan menguji aplikasi secara sistematis melalui serangkaian tahapan, dimulai dengan analisis kebutuhan dan identifikasi masalah yang ada. Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan model *waterfall*, karena pendekatan ini memberikan perencanaan yang matang sebelum implementasi dimulai. Dengan tahapan yang terstruktur, sistem dibangun dengan spesifikasi yang jelas dan minim perubahan mendadak.



Gambar 1 Tahapan Penelitian Waterfall
Sumber: Hasil Olah Data

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian mengacu pada metode *Waterfall* yang mengikuti tahapan berurutan secara sistematis, dimulai dari analisis kebutuhan (*Requirement*), desain (*Design*), implementasi (*Implementation*), pengujian (*Testing*), hingga pemeliharaan (*Maintenance*).

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam menjawab pertanyaan penelitian. Proses ini mencakup berbagai teknik atau metode yang digunakan untuk mendapatkan data yang relevan dan valid selain itu untuk memahami kebutuhan pengguna serta keterbatasan terkait dengan perangkat lunak. Data yang diperlukan dapat diperoleh dengan observasi, wawancara, dan studi pustaka.

Observasi: Observasi yang dilakukan bertujuan untuk mengamati objek yang akan diteliti. Metode observasi dilakukan dengan mengamati langsung proses atau kegiatan yang berkaitan dengan sistem yang sedang dikembangkan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memahami kondisi aktual di lapangan serta mencatat kebutuhan atau permasalahan yang muncul secara

objektif yang muncul di kelas IV Sekolah Dasar Negeri Bajang 1.

Wawancara: Wawancara dilakukan di Sekolah Dasar Negeri Bajang 1, Kelurahan Bajang, dengan tujuan untuk memperoleh informasi secara mendalam mengenai permasalahan yang dihadapi oleh siswa kelas iv sekolah dasar tersebut. Wawancara dilakukan secara langsung dengan Bapak Wisnu Pugu Santoso, S.Pd. yang menjabat sebagai Guru Kelas atau Wali Kelas. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini menjadi landasan yang penting dalam mengembangkan solusi yang sesuai dengan kebutuhan.

Studi Literatur: Kegiatan studi literatur dilaksanakan dengan tujuan untuk mencari, mengumpulkan, dan menganalisis berbagai literatur yang relevan dengan topik penelitian. Kegiatan ini mencakup pengumpulan informasi bibliografi dari beberapa jurnal nasional dan jurnal internasional.

Tahapan Pengembangan

Tahap pengembangan aplikasi media pembelajaran interaktif fotosintesis dilakukan dengan mengikuti tahapan *waterfall*, yang mencakup analisis kebutuhan, desain, implementasi. Aplikasi ini dirancang untuk meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran fotosintesis, sehingga dapat memudahkan siswa dalam memahami materi fotosintesis. Untuk memenuhi aspek fungsionalitas, kelayakan teknis, pengujian dilakukan secara menyeluruh menggunakan metode *black box testing*, validasi ahli IT dan materi, serta *User Acceptance Testing* (UAT) untuk memastikan kemudahan pengguna yang.

Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan analisis dilakukan terhadap proses pembelajaran kelas IV yang terjadi di Sekolah Dasar Negeri Bajang 1 untuk memahami alur sistem media pembelajaran interaktif. Kemudian dilakukan identifikasi lebih lanjut permasalahan yang muncul, seperti kesulitan dalam memahami materi fotosintesis dan belum adanya aplikasi media pembelajaran interaktif, yang berpotensi menurunkan minat belajar siswa dalam pembelajaran materi fotosintesis. Hasil dari analisa kebutuhan sistem dapat dilihat pada table

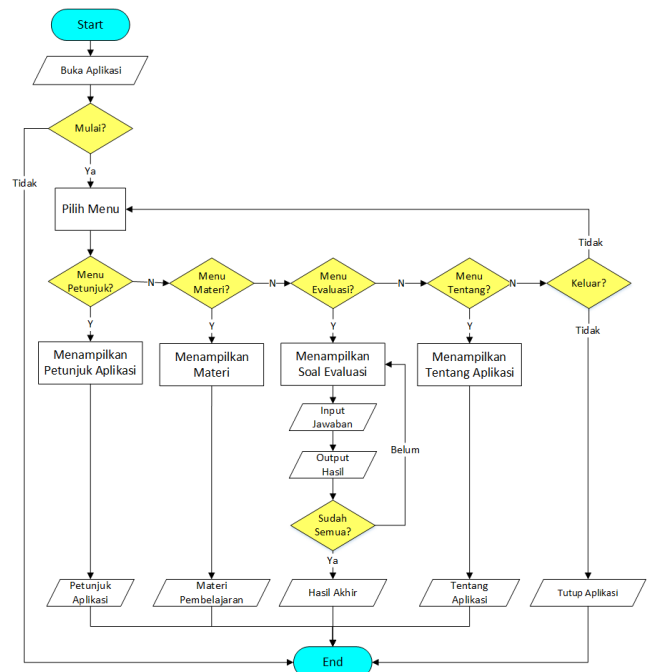
Tabel 1 Analisa Kebutuhan Sistem

No	Kebutuhan Sistem
1	Personal Computer (PC) atau Laptop
2	Processor minimal intel core i3 atau merk lain dengan peforma setara
3	RAM minimal 4GB
4	Penyimpanan Harddisk minimal 100GB
5	Operating System (OS) minimal windows 8
6	Construct 2 versi terbaru

Desain

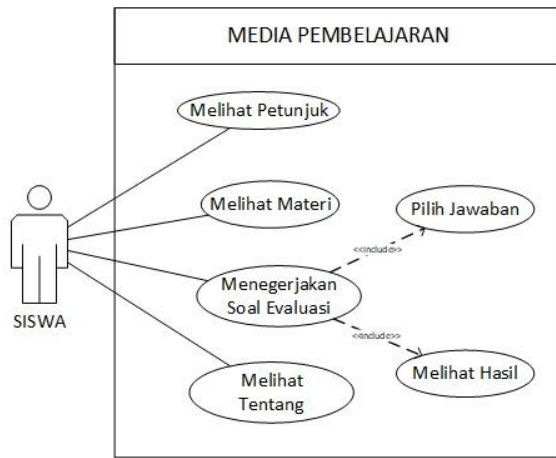
Tahap perancangan (*design*) dilakukan dengan memanfaatkan alat pemodelan *Unified Modeling Language* (UML). Diagram yang diterapkan pada tahap ini meliputi desain sistem yaitu *flowchart*, *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, *struktur program*, dan *desain interface*.

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja aplikasi media pembelajaran interaktif. Setelah membuka aplikasi, pengguna dapat memilih memulai atau tidak. Jika memulai, mereka masuk ke menu utama dengan pilihan Petunjuk, Materi, Evaluasi, Tentang Aplikasi, dan Keluar. Menu petunjuk berisi panduan, materi menyajikan konten pembelajaran, evaluasi berisi soal serta hasil akhir setelah dikerjakan, dan tentang aplikasi memuat informasi aplikasi. Jika selesai, pengguna dapat memilih keluar atau kembali ke menu utama. *Flowchart* sistem dapat dilihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Sistem
Sumber: Hasil Oleh Data

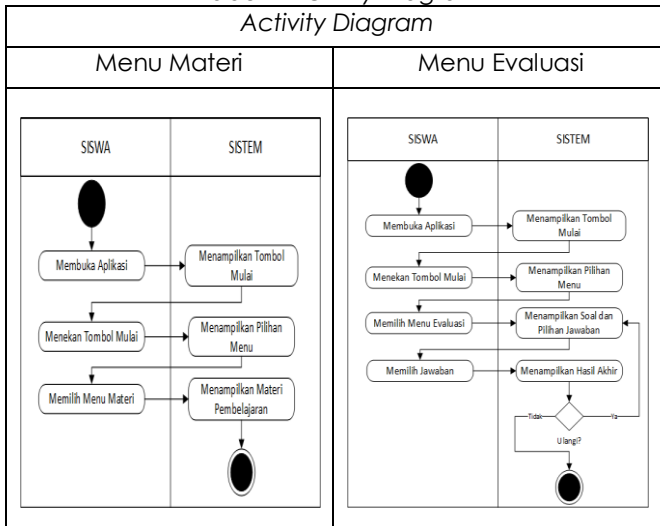
Use case diagram menunjukkan interaksi siswa dengan sistem media pembelajaran melalui aktivitas utama: Melihat Petunjuk, Melihat Materi, Mengerjakan Soal Evaluasi, dan Melihat Tentang Aplikasi. Pada evaluasi, siswa melakukan Pilih Jawaban dan Melihat Hasil, sehingga diagram menggambarkan keterlibatan siswa dalam seluruh fitur utama aplikasi. *Use case diagram* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Use Case Diagram

Dalam *activity diagram* ini berguna untuk menjabarkan aktivitas-aktivitas dari menu-menu yang terdapat pada aplikasi media pembelajaran interaktif. Gambaran rancangan dapat dilihat seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Activity Diagram

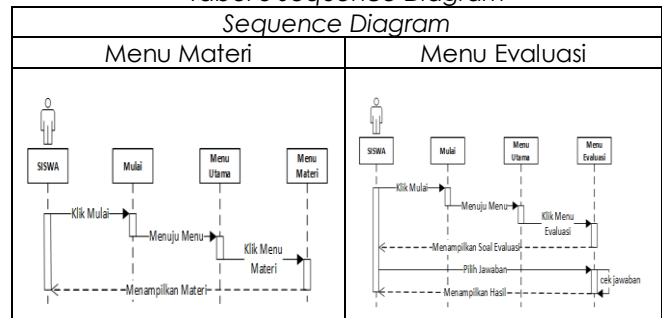


Tabel 2 menampilkan *activity diagram* dari menu materi dan menu evaluasi. *Activity diagram* menu materi, siswa membuka aplikasi muncul tombol mulai hingga beberapa saat masuk ke menu utama, selanjutnya siswa memilih dan menekan menu materi, maka akan ditampilkan materi pembelajaran. *Activity diagram* menu materi, siswa membuka aplikasi muncul tombol mulai hingga beberapa saat masuk ke menu utama, selanjutnya siswa memilih dan menekan menu evaluasi, maka akan ditampilkan soal dan pilihan jawaban, setelah memilih jawaban sampai dengan akhir, aplikasi akan menampilkan hasil dari menjawab soal-soal tersebut. Saat menampilkan hasil evaluasi muncul tombol ulang yang akan kembali menampilkan soal dan jawaban untuk dikerjakan ulang.

Sequence diagram berfungsi untuk menggambarkan interaksi dinamis antara objek dalam aplikasi media pembelajaran interaktif

fotosintesis. Diagram ini menunjukkan urutan langkah-langkah yang diambil oleh berbagai objek saat mereka berkomunikasi satu sama lain untuk menyelesaikan suatu proses, dapat dilihat seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Sequence Diagram



HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Hasil Implementasi

1. Tampilan Halaman Menu Utama

Gambar 4 menunjukkan halaman menu utama yang menampilkan empat tombol menu utama, yaitu Menu Petunjuk, Menu Materi, Menu Evaluasi, dan Menu Tentang, yang dirancang untuk memudahkan siswa mengakses seluruh bagian aplikasi dengan urutan yang sistematis dan logis. Selain itu, tombol kontrol seperti ikon pengaturan suara dan tombol navigasi balik disematkan guna meningkatkan fungsionalitas dan fleksibilitas penggunaan.



Gambar 4 Halaman Menu Utama

2. Tampilan Halaman Menu Petunjuk

Gambar 5 menunjukkan halaman menu petunjuk bertujuan memberikan panduan penggunaan aplikasi kepada pengguna, khususnya siswa. Isi halaman ini mencakup penjelasan singkat mengenai fungsi dari masing-masing menu, cara menjelajahi materi, serta cara menjawab evaluasi. Secara teknis, halaman ini diimplementasikan dalam bentuk teks dengan ikon pendukung.



Gambar 5 Halaman Menu Petunjuk

3. Tampilan Halaman Menu Materi

Gambar 6 menunjukkan halaman menu materi berisi penjelasan tentang materi pembelajaran proses fotosintesis yang disampaikan dalam bentuk teks naratif dan animasi visual. Implementasi halaman ini dilakukan dengan membagi konten menjadi beberapa bagian meliputi, pengertian fotosintesis, bahan dalam proses fotosintesis, proses terjadinya fotosintesis, dan manfaat fotosintesis yang ditampilkan secara bertahap menggunakan tombol navigasi "Selanjutnya". Materi disusun sesuai dengan kurikulum dan disederhanakan agar sesuai dengan tingkat pemahaman siswa SD. Elemen visual, seperti gambar daun, matahari, dan panah alur proses, dimasukkan untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap tahapan fotosintesis.



Gambar 6 Halaman Menu Materi

4. Tampilan Halaman Menu Evaluasi

Gambar 7 menunjukkan halaman menu evaluasi dirancang sebagai sarana untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi fotosintesis. Evaluasi disajikan dalam bentuk kuis interaktif dengan beberapa soal pilihan ganda. Setelah siswa memilih salah satu jawaban, sistem secara otomatis memberikan umpan balik langsung berupa ikon visual dan efek suara yang menandakan apakah jawaban tersebut benar atau salah. Jika jawaban benar, akan muncul ikon centang berwarna hijau disertai efek suara positif. Sebaliknya, jika jawaban salah, ditampilkan ikon silang berwarna merah dan efek suara yang menandakan kesalahan.



Gambar 7 Halaman Menu Evaluasi

Gambar 8 merupakan halaman skor evaluasi yang muncul setelah seluruh soal selesai dijawab, sistem akan menampilkan skor akhir sebagai hasil evaluasi. Halaman ini juga dilengkapi dengan menu restart bagi siswa yang ingin mengulangi kuis sebagai latihan mandiri.



Gambar 8 Halaman Skor Evaluasi

2) Hasil Pengujian

1. Black Box Testing

a. Pengujian Black Box Halaman Menu Utama

Tabel 4 Pengujian Halaman Menu Utama

No	Aksi	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh
1	Klik menu "Petunjuk"	Mengklik menu "Petunjuk" untuk membuka petunjuk penggunaan aplikasi	Pengguna akan diarahkan ke halaman petunjuk	Berhasil
2	Klik menu "Materi"	Mengklik menu "Materi" untuk membuka materi pembelajaran	Pengguna akan diarahkan ke halaman materi	Berhasil
3	Klik menu "Evaluasi"	Mengklik menu "Evaluasi" untuk membuka evaluasi pembelajaran	Pengguna akan diarahkan ke halaman evaluasi	Berhasil
4	Klik menu "Tentang"	Mengklik menu "Tentang" untuk membuka informasi tentang aplikasi	Pengguna akan diarahkan ke halaman tentang	Berhasil
5	Klik tombol "Home"	Mengklik tombol "Home" untuk kembali ke	Pengguna akan diarahkan ke	Berhasil

		halaman awal	halaman awal	
6	Klik tombol "Sound"	Mengklik tombol "Sound" untuk mengaktifkan atau mematikan musik aplikasi	Sistem mengaktifkan atau mematikan musik aplikasi	Berhasil
7	Klik tombol "X"	Mengklik tombol "X" untuk keluar dari aplikasi	Pengguna akan keluar dari aplikasi	Berhasil

Total skenario pengujian pada Halaman Menu Utama = 7 Skenario, Skenario berhasil = 7, Skenario gagal = 0, Presentase pengujiannya: $7/7 \times 100\% = 100\%$

b. Pengujian Black Box Halaman Menu Materi

Tabel 5 Pengujian Halaman Menu Materi

No	Aksi	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh
1	Klik tombol "Next"	Mengklik tombol "Next" untuk beralih ke materi selanjutnya	Pengguna akan diarahkan ke materi selanjutnya	Berhasil
2	Klik tombol "Previous"	Mengklik tombol "Previous" untuk kembali ke materi sebelumnya	Pengguna akan diarahkan kembali ke materi sebelumnya	Berhasil
3	Klik tombol "Home"	Mengklik tombol "Home" untuk kembali ke halaman menu utama	Pengguna akan diarahkan ke halaman menu utama	Berhasil
4	Klik tombol "Sound"	Mengklik tombol "Sound" untuk mengaktifkan atau mematikan musik aplikasi	Sistem mengaktifkan atau mematikan musik aplikasi	Berhasil
5	Klik tombol "X"	Mengklik tombol "X" untuk keluar dari aplikasi	Pengguna akan keluar dari aplikasi	Berhasil

Total skenario pengujian pada Halaman Menu Materi = 5 Skenario, Skenario berhasil = 5, Skenario gagal = 0, presentase pengujiannya: $5/5 \times 100\% = 100\%$

c. Pengujian Black Box Halaman Menu Evaluasi

Tabel 6 Pengujian Halaman Menu Evaluasi

No	Aksi	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh
1	Memilih menu soal	Mengklik menu soal	Menampilkan soal evaluasi	Berhasil
2	Memilih menu kunci jawaban	Mengklik menu kunci jawaban	Menampilkan kunci jawaban soal evaluasi	Gagal
3	Memilih jawaban	Mengklik salah satu pilihan jawaban	Jika jawaban benar maka akan menampilkan gambar (✓) dan jika jawaban salah maka akan menampilkan gambar (X)	Berhasil
4	Selesaikan semua soal	Menjawab seluruh soal evaluasi hingga selesai	Sistem menampilkan total skor akhir berdasarkan jumlah jawaban benar	Berhasil
5	Klik tombol "Home"	Mengklik tombol	Pengguna akan diarahkan ke	Berhasil

		"Home" untuk kembali ke halaman menu utama	halaman menu utama	
6	Klik tombol "Restart"	Mengklik tombol "Restart" untuk mengulang soal evaluasi	Sistem mengulang evaluasi dari awal dengan kembali ke soal pertama	Berhasil
7	Klik tombol "X"	Mengklik tombol "X" untuk keluar dari aplikasi	Pengguna akan keluar dari aplikasi	Berhasil

Total skenario pengujian pada Halaman Menu Evaluasi = 7 Skenario, Skenario berhasil = 6, Skenario gagal = 1

Presentase pengujiannya: $6/7 \times 100\% = 85,7\%$

Total pengujian semua test case dapat dihitung dengan rumus dibawah ini

$$x = \frac{585,7\%}{6} \times 100\% = 97,6\%$$

Dari enam aspek pengujian tampilan dan fungsionalitas, diperoleh total nilai akurasi sebesar 585,7. Jika dihitung menggunakan rumus Akurasi Pengujian diatas, maka diperoleh nilai akurasi sebesar 97,6%. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi telah memenuhi semua fungsionalitas yang dirancang, meskipun memerlukan perbaikan. Perbaikan fitur yang gagal akan dilakukan pada tahap pemeliharaan (maintenance).

2. Validasi Ahli IT

Tabel 7 Validasi Ahli IT

Skor	Frekuensi	Total nilai
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	12	48
5	16	80
Total Skor	30	134

Hasil dari perhitungan validasi ahli IT pada tabel diatas dimasukkan kedalam rumus persentase penilaian. Berikut perhitungan rumus persentase penilaian aplikasi media pembelajaran interaktif fotosintesis.

$$P = \frac{\text{total nilai}}{\text{skor ideal total}} \times 100\%$$

$$P = \frac{134}{150} \times 100\% = 89,3\%$$

3. Validasi Ahli Materi

Tabel 8 Validasi Ahli Materi

Skor	Frekuensi	Total nilai
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	1	4
5	9	45
Total Skor	10	49

Hasil dari perhitungan validasi ahli materi pada tabel diatas dimasukan kedalam rumus persentase penilaian. Berikut perhitungan rumus persentase penilaian aplikasi media pembelajaran interaktif fotosintesis.

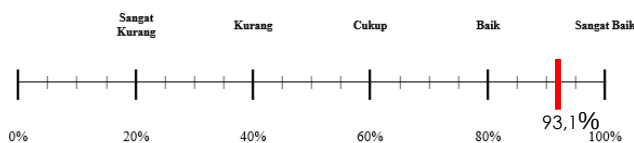
$$P = \frac{\text{total nilai}}{\text{skor ideal total}} \times 100\%$$

$$P = \frac{49}{50} \times 100\% = 98\%$$

4. User Acceptance Testing (UAT)

Tabel 9 Hasil Akhir UAT Siswa

No.	Pernyataan Siswa Kelas IV	Persentase
1	Aplikasi ini mudah digunakan.	88,5%
2	Saya bisa menemukan materi belajar dengan mudah.	90%
3	Gambar dan suara di aplikasi ini jelas.	94,2%
4	Tombol-tombol di aplikasi ini mudah dipahami.	91,4%
5	Saya bisa mengerjakan soal-soal dengan mudah.	94,2%
6	Saya lebih paham tentang fotosintesis setelah belajar dengan aplikasi ini.	95,7%
7	Belajar dengan aplikasi ini menyenangkan.	91,4%
8	Aplikasi ini berjalan lancar tanpa macet.	94,2%
9	Saya ingin belajar lagi menggunakan aplikasi ini.	95,7%
10	Tidak ada bagian aplikasi yang membingungkan.	95,7%
Rata-Rata Persentase		93,1%



Gambar 9 Interval Scale rating hasil rata-rata

Berdasarkan hasil pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) terhadap siswa kelas IV, diperoleh rata-rata persentase sebesar 93,1%. Berdasarkan interpretasi interval dalam skala *Likert*, persentase tersebut menunjukkan bahwa penerimaan aplikasi media pembelajaran interaktif fotosintesis dinilai sangat baik oleh pengguna. Hal ini sejalan dengan Wahyuningrum (2021) yang menyatakan bahwa pengukuran sikap atau tanggapan responden terhadap suatu objek dilakukan secara kuantitatif, di mana skor dalam kisaran 80% hingga 100% mengindikasikan tingkat penerimaan yang "Sangat Baik" [23]. Sebagaimana ditunjukkan oleh hasil rata-rata persentase penilaian yang diinterpretasikan melalui *interval scale rating* pada gambar 9.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi media pembelajaran interaktif fotosintesis untuk siswa kelas IV SD telah berhasil dirancang dan dibangun menggunakan model Waterfall melalui lima tahap, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan dengan flowchart, UML, dan Figma, implementasi dengan Construct 2, hingga pengujian dan pemeliharaan. Aplikasi ini dirancang sesuai Kurikulum Merdeka dengan materi, animasi, audio, dan kuis interaktif yang membantu siswa memahami konsep fotosintesis secara visual dan menarik. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi berfungsi baik dengan tingkat keberhasilan black box 97,6%, validasi ahli IT 89,3%, validasi materi 98%, serta tingkat penerimaan siswa 93,1%. Hasil ini menandakan aplikasi siap digunakan dan dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman tentang materi fotosintesis.

Selain itu, untuk penelitian dimasa mendatang disarankan aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan media video animasi agar visualisasi lebih konkret serta menarik, melibatkan populasi siswa yang lebih besar dan beragam untuk menguji efektivitas aplikasi di berbagai satuan pendidikan dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Lidyasari, M. N. Rokhman, A. N. P. Nugroho, and A. Anggito, "THE EFFECTIVENESS OF INTERACTIVE MULTIMEDIA-BASED LEARNING METHODS TO INCREASE THE MOTIVATION OF ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS IN THE JSIT KULONPROGO ENVIRONMENT," *Al-Bidayah J. Pendidik. Dasar Islam*, vol. 15, no. 1, pp. 51–70, 2023, doi: 10.14421/albidayah.v15i1.1024.
- [2] A. Fitri, A. A. Rasa, A. Kusumawardhani, K. K. Nursya'bani, K. Fatimah, and N. I. Setianingsih, *Buku Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial*. 2021.
- [3] F. N. Zulfa, N. Ngazizah, and R. R. Pangestika, "Analisis Miskonsepsi IPA Materi Fotosintesis Ditinjau dari Perspektif Siswa," vol. 8, pp. 211–226, 2025.
- [4] A. Rianti Pradita, A. N. Aeni, and A. Sujana, "INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA Pengaruh Media Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas IV SDN Tegalkalong pada Materi Fotosintesis," *Sumedang Jl. Mayor Abdurahman*, vol. 13, no. 1, p. 45322, 2024, doi: 10.20961/inkuri.v13i1.83995.
- [5] F. Azizatunnisa, T. Sekaringtyas, and U. Hasanah, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Game Edukatif Pada Pembelajaran Ipa Kelas Iv Sekolah Dasar," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 1, pp. 14–23, 2022, doi: 10.37478/optika.v6i1.1071.
- [6] W. M. Lestari and A. Salsabila, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Puzzle Digital Materi Lingkaran Kelas VI SD Negeri Bluru Kidul 2 Sidoarjo," *Nusant. Educ. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–14, 2023, doi: 10.55732/ner.v1i1.995.

- [7] A. D. Safira, I. Sarifah, and T. Sekaringtyas, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Web Articulate Storyline Pada Pembelajaran Ipa Di Kelas V Sekolah Dasar," *Prima Magistra J. Ilm. Kependidikan*, vol. 2, no. 2, pp. 237–253, 2021, doi: 10.37478/jpm.v2i2.1109.
- [8] A. Sholihah, A. Fauzi, and Y. Agustyarini, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Game Power Point Materi Siklus Makhluk Hidup Pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar," *Attadrib J. Pendidik. Guru Madrasah Ibtidaiyah*, vol. 5, no. 2, pp. 158–165, 2022.
- [9] N. R. A. Fitri Amaliyah Batubara, Nurhalima Tambunan, *Media Pembelajaran Interaktif Pendidikan Agama Islam Berbasis Power Point*. 2023.
- [10] A. Zaeni et al., *Kurikulum Merdeka pada Pembelajaran di Madrasah*. Penerbit NEM, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=tQbHEAA AQBAJ>
- [11] I. Farhana, *Merdekakan Pikiran dengan Kurikulum Merdeka: Memahami Konsep Hingga Penulisan Praktik Baik Pembelajaran di Kelas*. Penerbit Lindan Bestari, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=rOmoEAA AQBAJ>
- [12] D. Dwilestari and A. Desstyta, "Analisis Miskonsepsi pada Materi Fotosintesis dengan Menggunakan Peta Konsep pada Siswa Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 3, pp. 3343–3350, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i3.2611.
- [13] S. U. Kurniyawati and A. S. Nugraheni, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Gawai Pada Pembelajaran Ppkn Kelas 3 Sd/ Mi Di Masa Pandemi Covid-19," *ELSE (Elementary Sch. Educ. Journal) J. Pendidik. dan Pembelajaran Sekol. Dasar*, vol. 5, no. 2, p. 159, 2021, doi: 10.30651/else.v5i2.7099.
- [14] A. Syamsudin, R. Mufthi, M. I. Habibie, I. K. Wijaya, and N. Sofastuti, "Pengembangan Game Edukasi Berbasis Web Pada Materi Bangun Ruang Dengan Construct 2," *J. Focus Action Res. Math. (Factor M)*, vol. 4, no. 1, pp. 63–76, 2021, doi: 10.30762/factor_m.v4i1.3355.
- [15] M. Mujiyanto, "Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Pengenalan Kata Kerja Aktif Dan Pasif Menggunakan Construct 2," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 3, no. 2, pp. 185–201, 2022, doi: 10.33365/jatika.v3i2.1851.
- [16] R. Janata, A. T. Priandika, and R. D. Gunawan, "Pengembangan Game Petualangan Edukasi Pengenalan Satwa Dilindungi Di Indonesia Menggunakan Construct 2," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 3, no. 3, pp. 286–294, 2022, doi: 10.33365/jatika.v3i3.2035.
- [17] B. J. Bagiono and R. A. Zabir, "Game Survival Berbasis Android Menggunakan Kecerdasan Buatan Dengan Metode Waterfall," *J. Sibernetika*, vol. 8, no. 1, pp. 24–36, 2023, [Online]. Available: <http://jurnas.saintekmu.ac.id/index.php/sibernetika/article/view/49%0Ahttp://jurnas.saintekmu.ac.id/index.php/sibernetika/article/download/49/33>
- [18] E. Satria, S. Rahayu, and J. Jubaedi, "Rancang Bangun Media Pembelajaran Interaktif Anatomi Tubuh pada Manusia Berbasis Android," *J. Algoritma*, vol. 18, no. 1, pp. 69–76, 2021, doi: 10.33364/algoritma/v.18-1.839.
- [19] S. A. Fauzan, S. R. Pradana, M. Hikil, M. B. Ashfiya, Y. I. Kurniawan, and B. Wijayanto, "Implementasi Game Development Life Cycle Model Pengembangan Arnold Hendrick's Dalam Pembuatan Game Puzzle-RPG Enigma's Dungeon," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 113–126, 2022, doi: 10.54082/jiki.26.
- [20] A. P. Kusuma and A. Yufon, "Analysis of User Acceptance Testing on a Shipping Application To Determine the Quality of the System," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 18, no. 2, pp. 234–243, 2024, doi: 10.35457/antivirus.v18i2.4002.
- [21] M. F. Rivaldi and Y. I. Kurniawan, "Game Edukasi Pengenalan dan Pembelajaran Berhitung untuk Siswa Kelas 1 Sekolah Dasar," *J. Manaj. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–59, 2021, doi: 10.34010/jamika.v11i1.4354.
- [22] E. W. Winarni, *Teori dan Praktik Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, PTK, R & D*. Bumi Aksara, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Fx0mEAA AQBAJ>
- [23] T. Wahyuningrum, *Buku Referensi Mengukur Usability Perangkat Lunak*. Deepublish, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=zJdREQA AQBAJ>